

16.935  
KIMYOVIY TEXNOLOGIYA

POLIGRAPH  
SERVICE

ISBN 978-9943-309-61-6



KIMYOVIY TEXNOLOGIYA

N. KATTAYEV

N. KATTAYEV

# Kimyoviy texnologiya



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY VA O'RTA MAXSUS TALIM VA 2IRLIGI

425.2

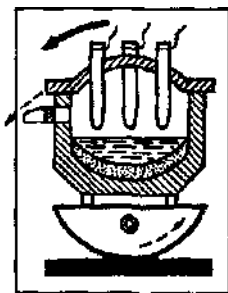
65

N. KATTAYEV

K. 30

# Kimyoviy texnologiya

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida  
tavsiya etgan



B12525

O'ZMU  
Ilmiy kutubxona

TOSHKENT  
«YANGIYUL POLIGRAPH SERVICE»  
2008

**Kattayev, Norqul.**

**Kimyoviy texnologiya:** Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'l./N. Kattayev; O'zR oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi. — Toshkent: Yangiyul poligraph service, 2008. — 432 b.

**BBK35.11ya73**

Ushbu o'quv qo'llanma kimyoviy texnologiyaning umumiy masallalari, nazariy asoslari, muhim kimyoviy ishlab chiqarish qismlaridan iborat.

Unda kimyoviy jarayonlarning qonuniyatlari va kimyoviy reaktorlarning nazariy asoslari sodda qilib yoritildi, modda va energiyani tejash masalalari, fan va texnikaning so'nggi yutuqlari asosida yaratilgan yangi qurilmalar va jarayonlarni bayon etishga alohida e'tibor qaratildi. Muhim kimyoviy ishlab chiqarishlar qismida O'zbekistondagi mavjud kimyo korxonalarining texnologik prinsiplari, chiqindisiz va kam chiqindili ishlab chiqarish jarayonlarining tuzilishi kengroq bayon qilindi.

Qo'llanma Oliy o'quv yurtlarining kimyo ixtisosligi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

### *Taqrizckilar*

**Muhamadiyev M.G.** — Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti polimerlar kimyosi kafedrası dotsenti, kimyo fanlari nomzodi.

**Mirzohidov X.A.** — Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti polimerlar kimyosi kafedrası dotsenti, kimyo fanlari nomzodi.

**Yoriyev O.M.** — BuxDU Umuviy kimyo va ekologiya kafedrası mudiri, kimyo fanlari doktori.

## S ZBOSHI

Kimyo fani jamiyatning bevosita ishlab chiqaruvchi kuchiga aylanganligiga e'tiroz bildiradigan kishi bilmasa kerak. Hozirgi kunda kimyoviy mahsulotlari va jarayonlari qayta ko'rib chiqilgan biron-bir soha yoki q. Ammo, texnologiya borligi uchun kimyo ishlab chiqaruvchi kuchga aylanganligini hamma ham anglab yetmaydi. Kimyo texnologiyasi tufayli hozirgi kunda qudratli kimyo korxonalari xalq xalqining barcha turmush darajasini oshirishda salmoqli hissa qo'shmoqda. zbekistonda kimyoning rivojlanishida 1920- yilda Turkiston, hozirgi zbekiston Davlat milliy universitetining tashkil etilishi *muhim* ro'lni o'ynadi. Natijada kimyoning turli sohalari bo'yicha zbek olimlari, akademiklar yetishib chiqdi.

zbekistonda kimyo fanini rivojlantirishda akademiklardan: O.S. Sodiqov, S.Yu. Yunusov, H.U. Usmonov, M. N. Nabiyeu, K.S. Ahmedov, B.M. Beglov, S.T. To'xtayevlarning xizmatlari katta bo'ldi. Respublikamizda kimyoviy texnologiya fani rivojiga professorlardan: N. Rizayev, N. Yusufbekov, S. Zokirov, Sh. Gulomov, A. Ortiqov, M. Yusupov, V. Otaq zhiyev, A. Y. Ichiboyev, Z. Salimovlar salmoqli hissa qo'shdilar.

zbekiston Respublikasining davlat mustaqilligiga erishuvi, zika xos rivojlanish yoki lini tanlab olishi, kadrlar tayyorlash tuzulmasini, uning mazmunini qayta tashkil etish, takomillashtirish zaruriyatini keltirib chiqardi. Shu zaruratdan kelib chiqib bir qator tadbirlar amalga oshirildi. Jumladan, „Ta'lim tashkili" qonun va unga aloqador qonun hujjatlar, ta'lim standartlari qabul qilindi. 1997- yilda zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasi «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi»ni qabul qildi.

Milliy dasturda kadrlar tayyorlashning mavjud tizimi, ahvoli va inuammolari sistemali tahlil etilib, uning qayta isloh qilinishi va yangi modeli yaratilishi zaruriyati asoslab berilgan. Milliy dasturning maqsadi yuqori malakali kadrlar tayyorlashni iqtisodiy yaxlit tizimini barpo etish strategiyasi hamda asosiy yo'nalishlarini, uning komponentlari: shaxs, jamiyat va davlat, uzluksiz ta'lim, fan, ishlab chiqarishning vazifalarini hal etishni nazarda tutadi.

Oliy ta'lim oldida turgan muhim vazifa tayyorlanadigan mutaxassislar saviyasini yuqori pog'onaga ko'tarish, ilg'or texnologik jarayonlarga suyanib ish ko'ruvchi, yangi g'oyalarni amalga oshiruvchi, fanni ishlab chiqarish bilan bog'lovchi milliy. dastur talablariga to'liq javob bera oladigan yetuk kadrlar tayyoriashdan iboratdir. Bu esa o'z navbatida zamon talablariga javob bera oladigan Davlat tilida darslik va o'quv qo'llanmalar yaratilishini taqozo etadi.

Istiqlol tufayli respublikamizda bo'lmagan mavhum ishlab chiqarishlar haqida emas, balki awalo o'zimizda rivojlangan kimyoviy ishlab chiqarishlar va ularning xomashyo manbalari kengroq yoritilgan kitoblarga ehtiyoj ortmoqda.

Ushbu ehtiyoj tufayli yozilgan mazkur qo'llanma Oliy o'quv yurtlarining kimyo ixtisosligi dasturlari asosida tayyorlandi. Qo'llanmada hozirga qadar faqat rus tilidagina mavjud bo'lgan, darslik va qo'llanmalarimizda bo'lmagan ayrim mavzular ham (masalan: silikatlar texnologiyasi, vodorod sulfiddan oltingugurt ishlab chiqarish, nitron tolasi ishlab chiqarish va boshqalar) o'rin olgan.

Ko'pgina mavzularda texnologik sxemalarning yangi jarayonlari bayon etilgan (masalan, sulfat kislota ishlab chiqarishda IK/IA sistemasi, havo sovitkichli kontakt apparatlari, ammiak sintezida qaynar qatlamli katalizatorli sintez kolonnasi, metan konversiyasida is gazi, metanning birgalikdagi konversiyasi va hokazo).

Ushbu qo'llanmaga bergan taqriz va maslahatlari uchun Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universiteti polimer kimyosi kafedrası dotsentlari M.G. Muhammediyev, H.A. Mirzohidovga, professor A. Yo'lchiboyevga, foydali fikr va mulohazalarini bildirganliklari uchun Toshkent kimyo texnologiya instituti professori T. Ota-qo'ziyevga, Buxoro davlat universiteti professori O. Yoriyevga minnatdorchilik bildiramiz.

Qo'llanma muallifning ko'p yillik pedagogik tajribasidan kelib chiqib, o'zbek tilida birinchi marta yozilganligi uchun ayrim kamchiliklardan holi emas, shu sababli barcha fikr va mulohazalarini mamnuniyat bilan qabul qilamiz va oldindan o'z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

# *BIRINCHI QISM*

## KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING UMUMIY TUSHUNCHALARI

### **/ BOB, KIRISH. KIMYOVIY TEXNOLOGIYA FANI VA UNING MUHIM VAZIFALARI. KIMYOVIY ISHLAB CHIQUARISHNING AHAMIYATI VA TARAQQIYOTI**

#### **1- §. Kimyoviy texnologiya fani va uning muhim vazifalari**

Texnologiya so'zi yunoncha **texnos** — kasb, hunar, mahorat, **logos** — fan so'zlaridan olingan bo'lib, kasb-hunar, mahorat haqidagi lim demakdir. Ammo bunday ma'no hozirgi zamon texnologiyasining mazmuniga to'liq mos kelmaydi.

Texnologiya tabiiy xomashyolarni qayta ishlab, iste'mol mahsulotlari va ishlab chiqarish vositalariga aylantirish usullari va jarayonlarini o'rganadigan fandır. Qayta ishlash usullari — xomashyo layyor mahsulotga aylanguncha qo'llaniladigan barcha operatsiyalar (texnologik jarayon davomida bajariladigan har bir ayrim ish) majmuidir. Har qanday kimyoviy mahsulotni ishlab chiqarish bir qancha mexanik, kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlardan iboratdir. Ular birgalikda texnologik jarayonni tashkil etadi.

**Texnologiya** atamasi fan bilan ishlab chiqarishni bog'lovchi ko'prik ma'nosini ham anglatadi. Texnologiyaga berilgan bu ta'rif ikki yoqlama labiatini belgilaydi. Texnologiyani ishlab chiqarish va ishlab chiqarish jarayonlarining bir butunligi haqidagi fan deyish mumkin.

Xomashyoni qayta ishlab mahsulotga aylantiradigan mashina-apparatlar majmuiga *texnologik sistema* deyiladi. Tegishli mashina va apparatlarda boradigan operatsiyalarni birin-ketin ta'riflash yoki grafik shaklida tasvirlashga *texnologik sxema* deb ataladi.

Texnologiya ikldga — mexanik va kimyoviy texnologiyaga bo'linadi.

**Mexanik texnologiya** qayta ishlanadigan materiallarning faqat shakli va ba'zan fizikaviy xossalarning o'zgarish jarayonlarini o'rganadi. **Kimyoviy texnologiya** moddalar tarkibi, xossalari va

tuzilishining o'zgarishi bilan boradigan jarayonlarni hamda bu jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan apparatlarni o'rganadi.

Texnologiyaning bunday bo'lishi nisbatan shartlidir, chunki ba'zan, moddalarga mexanik ishlov berilganda ularda kimyoviy reaksiyalar ham boradi. Masalan, cho'yan yoki po'latni suyuqlantirib, suyuqlanmalarini quyish jarayoni mexanik texnologiyaga kiradi, ammo unda kimyoviy reaksiyalar ham boradi, kimyoviy jarayonlar esa o'z navbatida mexanik jarayonlar bilan birgalikda sodir bo'ladi.

Kimyoviy texnologiyaning muhim vazifasi kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishda u yoki bu kimyoviy reaksiyalarning borishi uchun qulay, optimal iqtisodiy samarali usullar va sharoitlarni qidirib topishdir.

Kimyoviy texnologiya xomashyoni kimyoviy qayta ishlashni boshqarish jarayonlarini, ijtimoiy va iqtisodiy omillarni resurslar bilan ta'minlash va ishlab chiqarishdagi xavfsizlikni ta'minlash, parametrlarning (harorat, bosim, jarayon, konsentratsiya, xomashyoni qayta ishlash tezligi va boshqalar) optimal qiymatlarini topish, apparatlarni tayyorlash uchun materiallarni tanlash, jarayonning texnologik sxemasini yaratish va ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish kabi ishlarni bajaradi. Bularni amalga oshirishda u kimyo va fizikaning asosiy (fundamental) qonunlaridan foydalanadi.

## **2- §. Kimyo sanoatining ahamiyati**

Kimyo sanoati xalq xo'jaligining qadimdan ma'lum tarmog'i bo'lib, iqtisodiy taraqqiyotga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Kimyo sanoati xomashyosi bitmas-tuganmas arzon moddalar: tuproq, suv, havo; tabiiy qazilmalar: neft, gaz, toshko'mir, torf, slanets, rudalar, hatto atrof-muhitni ifloslovchi chiqindi tutunlar, zaharli gazlar va boshqalardir.

Kimyo sanoati mana shu yuqorida nomlari qayd qilingan xomashyolardan xalq xo'jaligining qariyb barcha tarmoqlari uchun bir necha o'n minglab qimmatbaho mahsulotlar: plastmassalar, kauchuk va rezina, kimyoviy tolalar, jun, ipak, charm, o'g'itlar, bo'yoqlar, loklar, chinni buyumlar, shisha, sement, spirtlar, kislotalar, erituvchilar, motor yoqilg'ilari, surkov moylari, portlovchi

**rtiwdnlur**, koks, rangli va qora metallar va ulaming qotishmalari, dorl-darmonlar, hatto ayrim oziq-ovqat mahsulotlari va boshqalar **lilub** chiqarmoqda.

Ularning k pchiligi tabiatda uchramaydi, sifati jihatidan tabiiy nwhsulotlardan qolishmaydi, hatto ba'zi xossalari b yicha ulardan **Ultun** turadi. Faqat rezinadan 30 ming nomda, plastmassadan esa 50 ming nomda buyumlar ishlab chiqarilmoqda. Kimyo sanoati hozirgi paytda 50 mingdan ortiqroq nomdagi kimyoviy mahsulot ishlab Chlqarmoqda.

Sayyoramiz aholisi sonining keskin ravishda sib borishi, ekin maydonlarining cheklanganligi, oziq-ovqat mahsulotlarining yetishmasligi sababli avvalo hayvonlar uchun ( $\text{CaHP0}_4$  va  $\text{CX}(\text{NH}_2)_2$ )larni mol ozuqasiga qo'shib beriladi), keyinchalik esa odamlarning bevosita iste'moli uchun sun'iy va sintetik oziq-ovqat mahsulotlari, ayniqsa, oqsil moddalarni mikrobiologik sintez yo'li bilan ishlab chiqarish ehtiyoji tug'ildi.

Keying! yillarda oqsilli preparatlarni yirik sanoat korxonalarida mikrobiologik sintez yo'li bilan ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. Bunda xomashyo sifatida parafinlar, spirtlar va organik kislotalar, katalizator sifatida esa fermentlardan foydalaniladi.

Dunyo bo'yicha ishlab chiqarilayotgan neftning (har yili dunyoda taxminan 2,5 mlrd. t. neft qazib olinmoqda) atigi 4 foizi mikrobiologik sintez yo'li bilan qayta ishlansa, Yer yuzi aholisining (ularning soni hozirgi kunda 6,3 mlrd kishi, 2006- y.) oqsilga bo'lgan talabini qondirish mumkin.

Dunyodagi ko'pgina rivojlangan mamlakatlarda biotexnologik usullar yordamida ozuqa oqsili, oqsil vitaminli konsentratlar, fermentlar, turushlar, aminokislotalar, garmonlar (masaian, o'sish garmoni somatotropin), antibiotik dorilar va boshqalar ishlab chiqarilmoqda.

### **3- §. Kimyoviy ishlab chiqarishning paydo boiishi va taraqqiyoti**

Kimyoviy ishlab chiqarish juda qadim zamonlardan (hatto ibtidoiy jamoa davridan) boshlangan. Yog'ochning yonishi inson tomonidan foydalanilgan birinchi kimyoviy reaksiyadir. Olov tufayli eng awalo



kulolchilik va temirchilik hunarmandchiligi paydo bo'ldi. Loydan yasalgan buyumlar olovda pishirilgan, tug'ma metallar va ularning oksidlari olovda suyuqlantirilib mehnat qurollari tayyorlangan. Dastlab, Sharq xalqlari va O'rta yer dengizi sohillarida yashagan xalqlar; misrliklar, finikiyaliklar, yahudiyalar, eronliklar, vavilonliklar, arablar, rumliklar, yunonlar va Uzoq Sharqda yaponlar va xitoyliklarda kimyoga oid bilimlar taraqqiy etdi. Ayniqsa, misrda kimyoga oid bilimlar boshqa mamlakatlaiga nisbatan juda rivojlangan.

Qadimgi Misrdagi Fifa shahrining 4500- yillardan beri saqlanib kelayotgan qadimgi yodgorliklarida kulollar va shishasozlarning suratlari bor, arxeologik qazishlar natijasida eramizdan avvalgi 1700-yilga to'g'ri keladigan rang-barang shisha vazalar topildi. Misrliklar kulolchilik buyumlari ustiga sir berishni ham bilganlar. Mashhur Misr tadqiqotchisi Georg Ebers eramizdan avvalgi 1552- yilda tayyorlangan 20 metr uzunlikdagi yozuv qog'ozini topdi.

Misrliklar kamolga yetkazgan yana bir soha — bo'yoqlardir. Misrda buyumlar bo'yalgandan beri necha ming yillar (4 ming yildan ko'proq) o'tgan bo'lishiga qaramay, bo'yoqlar hozir ham o'zining tiniqligini, ajoyib yaltiroqjilosini yo'qotgan emas. Masalan, havorang bo'yoqni olaylik. Bu bo'yoq shishani mis tuzlari bilan birga suyultirib, suyuq qotishmani sovuq suvga quyish yo'li bilan tayyorlangan.

Misrliklar faqat mineral bo'yoqlarnigina emas, balki tabiiy organik bo'yoqlarni ham bilishgan. Ularning ko'pchiligi: purpur (qirmizi bo'yoq), indigo (ko'k bo'yoq), alizarin kabi bo'yoqlar qadimgi madaniy dunyoda juda mashhur bo'lgan. Qadimgi Misrda po'lat tayyorlashni ham bilganlar. Eramizdan 2900- yil oldin qurilgan Hufti piramidasida topilgan po'lat iskana buning dalili bo'la oladi. Bu davrda turli xildagi kosibchilik ham paydo bo'lgan. Kosiblar o'z xunarlarini sir saqlab, faqat o'z avlodlarigagina o'rgatib kelganlar. Shuning uchun ham texnologiya sekin rivojlangan va keng tarqalmagan. Ayniqsa, rudalardan metall ajratib olish, awal (6 ming yil ilgari) «bronza asri», keyinchalik (4 ming yil ilgari) «temir asri», davrlarida mis va bronza, keyinchalik temir va ulardan turli buyumlar yasash keng taraqqiy etdi.

Armaniston va Hindistonda, Kichik Osiyoda temir, oltin, kumush va ulardan turli taqinchoqlar, bezaklar, tangalar ishlab chiqarilgan. Qadimgi misrliklar va vavilonliklar g'isht, ohak oshlovchi moddalar,

tforivor moddalar, o'simlik moylarini ishlab chiqarishni ham bilganlar. Xltoyda ko'pgina mahsulotlarni - qand va qog'oz (II asr), chinni (VI Ur), qora porox (VIII asr) ishlab chiqarish paydo bo'lgan.

O'rta asrlarga kelib alkimyogarlarning noasli metallardan oltin olish, kwallarni tuzatish, kishilarni yoshartirish, umrni uzaytirish kabi KO'Kularga ega bo'lgan «Sirli falsafa toshi»ni axtarib topish uchun Ito'p i/langanlar, natijada ba'zi moddalarni, jumladan, xlorid, sulfat vii nilrat kislotalarini hamda bir qancha tuzlarni olishga muvaffaq bo'ldilar.

Kimyoviy texnologiya XVIII asrning oxirlarida mustaqil fan sifatida pnydo bo'ldi va tez rivojlanib bordi. Chunki bu davr sanoat laruqqiyotida burilish yili bo'ldi. Natijada kimyoviy mahsulotlarga chliyoj keskin oshib ketdi.

Texnologiya so'zi dastlab Gyotengen universiteti professori I. Begnian tomonidan fanga kiritilgan. U 1772- yildabirinchi bo'lib kimyoviy texnologiya kitobini chiqardi. 1795- yilda I. F. Gemelinning ikki tomli •Texnik kimyo bo'yicha qo'llanma» nomli darsligi chop etildi. Bu kitob 1803- yilda rus tiliga tarjima qilindi. Shu yildan boshlab Rossiya nliy o'quv yurtlarida ham asosiy fan sifatida o'qitila boshlandi.

1748- yilda Angliyaning Birmingem shahrida qo'rg'oshinli kameralarda (kamerali usulning boshlanishi) sulfat kislota sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshlandi. 1805-1810- yillarda kamerali usulda sulfat kislota ishlab chiqarish Angliya va Fransiyada keng taraqqiy qildi. 1804- yilda Rossiyada, 1820- yilda Olmoniyada sulfat kislota ishlab chiqarila boshlandi.

1787— 1789- yillarda N. Leblan soda ishlab chiqarishning sanoat usulini yaratdi. Leblan usuli bilan 1823- yilda Angliyada birinchi marta soda ishlab chiqarish zavodi ishga tushirildi. 1861- yilda soda ishlab chiqarishning ammiakli usuli - Solve usuli kashf etildi. 1886- yilda kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarila boshlandi. 1855- yilda Bessemer, 1864- yilda Marten usulida po'lat ishlab chiqarish yo'lgaqo'yildi.

XIX asrning o'rtalariga kelib organik sintez sanoati taraqqiy eta boshlandi, organik bo'yoqlar, sintetik dori-damonlar, atir-upa mahsulotlari ishlab chiqarila boshlandi. Yu. Libixning 1840- yilda chop etilgan ilmiy ishlariga asoslangan holda kimyo sanoatining yangi larmog'i — mineral o'g'itlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. 1912- yilda azot va vodoroddan sanoatda Gaber usuh bilan ammiak

sintezlashning yiliga qayilishi kimyo sanoati taraqqiyotida inqilob bo'ldi, deyish mumkin. 1932- yilda S. V. Lebedov usulida sintetik kauchuk ishlab chiqarish tarmoigi paydo bo'ldi. 1930—1950- yillarda N. N. Semenovning zanjirli reaksiyalari sohasidagi kashfiyotlari natijasida yuqori molekular birikmalar: poletilen, polistirol, polivinil xlorid va boshqalar sintezi, plastmassalar, sintetik smolalar, sun'iy va sintetik tolalar ishlab chiqarishlar oldindan belgilab qayilgan xossalari birikmalar olishning yangi davrini boshlab berdi.

Kimyoviy texnologiya fanining paydo bo'lishi va rivojlanishida katta hissa qayilgan buyuk olimlardan: I.F.Glauber (1604—1670), M.V.Lomonosov (1711-1765), N.Leban (1742-1806), A.L.Lavuaze (1743-1791), I.F.Gemelin (1750-1817), N.N.Zinin (1812-1880), I.E.Marten (1824-1915), D.I. Mendeleyev (1834-1907), E.G.Solve (1838-1922), F.Geber (1868-1934), I.L.Andreyev (1880-1919), B.V.Bizov (1880-1934), S.I.Volkovich (1896-1980), A.G.Kasatkin (1903-1963) va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

O'zbekistonda kimyoviy texnologiya fanining rivojlanishida O'zbekiston fanlar akademiyasining haqiqiy a'zolari: O. S. Sodiqov, S. Yu. Yunusov, X. U. Usmonov, M. N. Nabiyeu, K. S. Ahmedovlar yaratgan maktablarning xizmatlari katta ahamiyatga ega bo'ldi. Shuningdek, texnika fanlari doktorlari, professorlar N. Rizayev, I. P. Levsh, N. Yusufbekov, S. Zokirov, Sh. G'ulomov, A. Ortiqov, V. I. Levsh, M. Yunusovlar ham bu sahani rivojiga muhim hissa qo'shdilar.

#### **4- §. O'zbekistonda kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo'lishi va taraqqiyoti**

O'zbekistonda kimyo sanoatini barpo etish va uni rivojlantirish uchun zarur bo'lgan xomashyo bazasi va shart-sharoitlar hammasi yetarli darajada mayjud bo'lgan bo'lsa ham kimyo sanoati nisbatan ancha kech paydo bo'ldi.

O'zbekistonda eng keksa kimyoviy ishlab chiqarish korxonasi (kichik-kichik sopol buyumlari ishlab chiqarishni hisobga olmaganda) 1906- yilda Farg'onada qurilgan Neftni qayta ishlash zavodidir. Ikkinchi shunday zavod Farg'onada (Melnikov nomli) 1915- yilda qurildi.

Ularda asosan kerasin olinar edi va u yoritish maqsadida ishlatilgan (chiroqlarda yoqilgan).

Keyinchalik Toshkentda lok-bo'yoq va soda zavodlari (1920- y.), Bekobod sement va ohak zavodlari (1926 -y.) qurilib ishga tushirilgan. O'zbekiston sobiq ittifoq tarkibida eng yirik paxta yetkazib beruvchi xo'jalik bo'lgani uchun, unda kimyo sanoatining vujudga kelishi luosan paxtachilik uchun zarur bo'lgan mineral o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalarining qurilishidan boshlandi. 1940- yilda Respublikamiz kimyo sanoatining giganti — Chirchiq elektrokimyo kombinati qurilib ishga tushirildi. Kombinat o'sha yilning o'zidayoq qishloq xo'jaligimiz uchun 1 ming 6001. mineral o'g'it ishlab chiqardi. 1942- yilda Qo'qon superfosfat zavodi, 1965- yilda Navoiy kimyo kombinati, 1975- yilda Olmaliq ammosfos zavodlari, 2001- yilda Qizilqum fosforit zavodi qurilib ishga tushirildi. 1985- yilga kelib Respublikamizda to'yimli moddalarini 100 foizga aylantirib hisoblaganda 1 mln. 592 ming t, mineral o'g'it ishlab chiqarildi va o'g'it ishlab chiqarish bo'yicha Bolgariya, Vengriya, Polsha, Yugoslaviya, Chexoslovakiyadan ham o'zib ketdi. Hozirgi paytda O'zbekiston Yaponiya bilan taxminan teng miqdorda o'g'it ishlab chiqarmoqda.

Respublikamizda qurilish materiallarining asosi bo'lgan sement ishlab chiqarishning to'ng'ich korxonasi Bekobod sement zavodidir (1926- y.), keyingi yillarda Quvasoy (1932- y.) va Angren (1949- y.) sement zavodlari, 1968- yilda Ohangaron, 1978- yilda Navoiy sement zavodlari qurilib ishga tushirildi. Natijada Respublikamizning sementga bo'lgan ehtiyoji to'la qondirildi. Bu esa O'zbekistonda qurilish ishlarining rivojlanishiga katta ijobiy ta'sir ko'rsatdi.

Ikkinchi jahon urushidan keyingi tinch qurilish yillarida, chinni sanoati barpo etildi. Eng awal Toshkent chinni zavodi (1954- y.), keyinchalik Samarqand chinni zavodi (1975- y.), Angren chinni va sopol buyumlar ishlab chiqarish kombinati (1976- y.), Quvasoy chinni va shisha buyumlari zavodlari (1979- y.) qurilib ishga tushirildi. Shuningdek, Respublikada po'lat ishlab chiqarish korxonasi-Bekobod elektrpo'lati olish zavodi (1944- y.) Chirchiq, Samarqand, Oltintopgan (1965- y.), Olmaliq (1980- y.) sulfat kislota ishlab chiqarish zavodlari, ko'pgina boshqa anorganik moddalar ishlab chiqarish korxonalari: Olmaliq tog'-kon metallurgiya kombinati, Angren kimyometallurgiya zavodi, Qo'ytosh ruda kombinati,

Mumntov tog'-metallurgiya kompleksi, Zarafshon gidrometallurgiya zavodi va boshqalar qurilib ishga tushirildi.

O'zbekistonda organik kimyo sanoati boshqa sanoat tarmoqlariga qaraganda juda tez sufatlar bilan rivjqlandi. Organik kimyo sanoatining xomashyosi asosan, ko'mir, neft, gaz, yog'och chiqitlaridir. Bizda, ayniqsa, gaz, ancha katta neft va ko'mir zaxiralari ham bor. Mana shu ashyolar Respublikamiz organik kimyo sanoatining paydo bo'lishi va rivojlanishiga sabab bo'ldi.

O'zbekistonda 1976- yilda 361 mlrd. m<sup>3</sup> gaz ishlab chiqarildi va bu sohada shu yiliyoq Polsha, Yaponiya, Fransiya kabi yirik mamlakatlardan ham o'zib ketdi.

Organik moddalar ishlab chiqarish sanoatining gigantlaridan bin 1965- yilda qurilib ishga tushirilgan Navoiy azot ishlab chiqarish birlashmasidir. Unda tabiiy gaz kompleks qayta ishlanadi. Ushbu korxonaning ishga tushirilishi natijasida Respublikamizda birinchi marta yangi sanoat mahsulotlari, yuzlab organik sintez mahsulotlarining xomashyosi hisoblangan asitelin: atsetaldegid, sirka, kislota, metil spirti, akrilonitril va boshqa bir qancha mahsulotlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. 1972- yilda bu kombinatda sintetik junitron tolasi ishlab chiqarila boshlandi. Hozirgi paytda bu kombinat yiliga 41 ming tonna turli rangda bo'yalgan nitron ishlab chiqarilmoqda.

1969- yilda Farg'ona sun'iy tola-atsetat ipagi ishlab chiqarish zavodi ishga tushirildi. Bu zavod yiliga 70-80 ming t. atsetat ipagi ishlab chiqaradi. 1982- yilda Chirchiq elektrokimyo kombinatida kaprolaktam ishlab chiqaruvchi yirik sex ishga tushirildi. Shuningdek, 1979—81- yillarda ishga tushgan Olmaliq kimyo zavodida endilikda sintetik kir yuvish vositalari, shampunlar, mashina moylari, naflalin, loklar, bo'yoqlar, bolalar o'yinchoqlari va boshqa o'nlab mahsulotlar ishlab chiqarilmoqda. Namangan kimyo zavodida polietilen plyonkalari, Jizzax va Ohangaron plastmassa kombinatlarida plastmassa quvurlari ishlab chiqarilmoqda. Sho'rtan gaz kompleksi 2002- yilda qurilib ishga tushirildi. Unda har yili 125 tonna polietilen, 100 ming tonna oltingugurt va 1000 tonna suyuq propan gazi ishlab chiqarilmoqda. Bulardan tashqari Respublikamizda Farg'ona furon birikmalari kimyo zavodi (1942- y.), Yangiyo'l biokimyo zavodi, Andijon gidroliz zavodi (1953- y.), Toshkent va Farg'onada

pollvinilxlor asosida sun'iy charm zavodi, Toshkent va Guliston ftwrfcarin zavodlari, Toshkent farmatsevtika, Farg'ona sun'iy qorako'l mvodlari va boshqa o'nlab korxonalar organik kimyo mahsulotlari lnlnh chiqarmoqda.

I loziri paytda Respublikamizda jami 36 ta kimyo va neft kimyosi innoati korxonalari, 3 ta qora metallurgiya sanoati korxonasi, 9 ta chinni va shisha buyumlari sanoati korxonalari, 13 ta yoqilg'i sanoati korxonalari ishlab turibdi.

*l-jadval*

O'zbekistonda 1990- yilgacha kimyoviy mahsulotlarning ba'zi muhim turlarini ishlab chiqarishning o'sish sur'atlari

Mahsulotning nomi	1913	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1985	1990
Polat, ming t.	—	11	119	297	389	407,6	700	1200	
Neft, ming t.	13	119	1342	1603	1805	1352	2000		
Gas, mird	—	0,007	0,0522	0,447	32,1	37,2	36,3		
Ko'mir, ming t.	—	3,4	14,75	3410	3747	5265	5800		
Mineral o'g'it (to'yimli moddalarini 100 % ga aylantirib hisoblaganda) ming t.	—	0,3	104,0	220,3		825,2	1221,5	1297	1912,3
Sulfat kislota, ming t.	—	—	72,7	235,4	497	980	1612		
Sement, ming t.	—	267	356,4	1190	3196	3536	6500	10400	
Kimyoviy tolalar, ming t.	—	—	—	0,8	1,6	22,3	32,4	51,8	
Plastmassa va sintetik smolalar, ming t.	—	—	—	6,0	8,2	21,4		76,3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O'simliklarni himoya qilishning kimyoviy vositalari, ming t.	—	—	—	—	23,5	27,0	42,4	44,6	
Sintetik yuvish vositalari, ming t.					4,6	16,2			
Sintetik ammoniak, ming t.		—	—	171	1035	1312	27,9		

### 5- §. Kūnyoviy ishlab chiqarishning texnologik va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari

Har qanday ishlab chiqarishning rentabelligi, mahsulotning arzonligi shu bilan bir qatorda yuqori sifati bo'lishi, ishchilar mehnat sharoitlarining yaxshiligi va ishlab chiqarishning zararli chiqindilardan atrof-muhit ishonchli ravishda muhofazalanganligi bilan tavsiflanadi. Shuning uchun ham ishlab chiqarish jarayoni quyidagi ko'rsatkichlarni o'z ichiga oladi:

1) mahsulot unumi; 2) xarajat koeffitsienti; 3) mahsulot tannarxi; 4) mahsulot sifati; 5) apparatning jadalligi; 6) apparatning mahsuldorligi; 7) material balansi; 8) texnologik sistemaning oddiy yoki murakkabligi; 9) mexanizatsiyalash; 10) avtomatlashtirish; 11) mehnat sharoitining yaxshilanishi.

**Xarajat koeffitsienti va mahsulot unumi.** *Xarajat koeffitsienti* deb, ayni ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulot birligi uchun (odatda 1 l., ba'zan 1 kg. mahsulot uchun) sarflangan xomashyo, yoqilg'i, elektr energiyasi, bug' va boshqa materiallar miqdoriga aytiladi. Bulardan eng muhimi xomashyo va yoqilg'idir, ular mahsulot tannarxini belgilovchi asosiy mezondir. Ishlab chiqarish usuli, ayniqsa, muhim ko'rsatkich bo'lib, u xarajat koeffitsientini keskin pasaytirib atrof-muhitni ifloslovchi ishlab chiqarish chiqindisini kamaytiradi. Xomashyodan kompleks foydalanish, uning barcha komponentlarini xalq xo'jaligi uchun foydali bo'lgan mahsulotga aylantirish, tannarxni pasaytiruvchi vositalaridan biridir. *Mahsulot*

*unumi* deb, amalda olingan tayyor mahsulotning nazariy olinishi mumkin bo'lgan miqdoriga bo'lgan foiz nisbatiga aytiladi.

**Mahsulot tannarxi (qiymati).** Korxonaning mahsulotni tayyorlashdan tortib to tarqatib (sotib) yuborguncha sarflangan barcha xarajatlarning pul birligida ifodalanishi *to'liq tannarx* deyiladi. Korxonaning mahsulot ishlab chiqarish bilan bevosita bog'liq bo'lgan xarajatlari *fabrika-zavod tannarxi* deb ataladi.

Ishlab chiqarish tannarxi quyidagilarni o'z ichiga oladi: 1) xom-ushyo, yarimfabrikat va mahsulot ishlab chiqarishning kimyoviy reaksiyalarida bevosita ishtirok etadigan asosiy materiallari; 2) texnologik maqsadda ishlatilgan yoqilg'i va energiya; 3) asosiy ishlab chiqarishda band bo'lgan ishchilar; 4) yaroqsizlanishni (bino qurilma jihozlar va boshqalar) qayta tiklashga ajratiladigan fondlar (mabla - lar); 5) sex xarajatlari (asosiy ishlab chiqarish fondlarini saqlash va ularni joriy ta'mirlash uchun sarflanadigan mabla ) va sexning ma'muriy-boshqaruv xodimlarini saqlash hamda mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi uchun ketadigan xarajatlar; 6) umumzavod xarajatlaridan tashkil topadi.

Asosiy mahsulot tannarxidan shu xomashyodan olingan qo'shimcha mahsulotlar qiymati chiqarib tashlanadi. Tannarx kalkulyatsiyasini (mahsulotning tannarxini yoki olish-sotish bahosini hisoblab chiqish), ya'ni material va energiya balanslarining ma'lumotlari asosida mahsulot birligiga bo'lgan sarfiyotlarni hisoblash uchun, xomashyo materiallari, yoqilg'i va energiya bo'yicha sarfiyot koeffitsientlari aniqlanadi. So'ngra xomashyoni, materiallarni va boshqa xarajatlarni hisobga olib kalkulyatsiya tuziladi.

Turli kimyoviy ishlab chiqarishlarda mahsulot tannarxi va unga bo'lgan xarajatlar rurlicha bo'ladi. Ko'pchilik hollarda tannarxga katta ta'sir ko'rsatadigan narsa bu xomashyodir. U kimyoviy sanoat bo'yicha tannarxning o'rtacha 60—70 foizini tashkil etadi. Yoqilg'i va energiya esa (elektrotermik va elektrokimyoviy ishlab chiqarishlardan tashqari) tannarxning o'rtacha 10 foizini tashkil etadi. Yuqori darajada mexanik/atsiyalashgan va uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlari bilan (a'minlangan kimyoviy sanoatda asosiy ishchilarning ish haqi o'rtacha 4 foizni tashkil etadi. Ko'pchilik kimyoviy ishlab chiqarishlarda ish haqi tannarxning 20 foizini tashkil etadi. Yaroqsizlanish esa tannarxning 3—4 foizini tashkil qiladi. Tannarx tahlilidan uni pasaytirish yo'llari ham ravshan bo'lib qoladi.



**Kimyoviy mahsulotning sifati.** Kimyoviy mahsulotning sifati (tarkibi va xossalari) uning tarkibida begona aralashmalarning (qo'shimchalar) borligi va ularning miqdori bilan tavsiflanadi. Yuqori molekular birikmalarda esa uning molekulasining tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalriga ham bog'liq bo'ladi. Tayyor mahsulot toza va konsentrlangan bo'lishi kerak. Begona aralashmalarning xarakteri va miqdori xomashyo va tayyor mahsulotning tozalanish darajasi va qo'shimcha reaksiyalarga bog'liq bo'ladi. Xomashyoni tozalash qanchalik takomillashgan bo'lsa hamda tayyor mahsulotdan qo'shimcha reaksiya mahsulotlari qanchalik to'liqroq ajratib olingan, tozalangan bo'lsa, sifat shunchalik yuqori bo'ladi. Ayniqsa, mahsulot konsentratsiyasi sifat uchun muhim ko'rsatkichdir.

Toza va konsentrlangan mahsulot olish nafaqat sifat uchun, balki u xomashyo sifatida qo'llaniladigan jarayonlarni jadallash uchun ham juda muhimdir. Ko'p ming tonnali ishlab chiqarishlarda esa kimyoviy mahsulotlarda foydali komponentlarning konsentratsiyasini oshirish, ularni ortish, tushirish, tashish nuqtai nazaridan ham katta ahamiyatga egadir. Masalan, mineral o'g'itlarning tarkibida foydali komponentlarining miqdori 20—50 foizdan ortmaydi. Demak, yiliga 50 mln. t. o'g'it ishlab chiqarilsa, 30 mln. t. keraksiz mahsulotni (begona aralashmalarni) transport bir necha yuzlab km masofaga tashigan bo'ladi. Shuning uchun ham ko'pchilik mineral o'g'itlar, kislotalar, asoslar, tuzlar va boshqa kimyoviy mahsulotlar tarkibidagi foydali komponentlarning konsentratsiyasini oshirish juda muhimdir.

Har qanday kimyoviy mahsulotning sifati, ya'ni tarkibi va xossalari davlat standartlarida bayon etilgan talablarga (qisqartirilib GOST deyiladi, GOST, ruscha Gosudarstvenniy standart so'zlaridan olingan) javob beradigan bo'lishi kerak. Hali standarti qo'yilmagan yangi mahsulot turiga talab, korxonalar yoki muassasaning texnik shartlari (TSh) bilan aniqlanadi. GOSTga binoan oziq-ovqat sifatida ishlatiladigan kislotalar, tarkibida kishi organizmi uchun zararii bo'lgan aralashmalar (qo'rg'oshin tuzlari, mishyak va boshqalar) saqlanmasligi kerak.

**Apparatning jadalligi (intensivligi).** *Apparatning jadalligi* deb, apparat mahsulodrigining uning har bir  $m^3$  dagi foydali hajmi birligiga yoki apparat ishchi yuzasining  $1 m^2$  dagi kesimiga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

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

$$J = \frac{V_m}{\tau} \cdot V, \quad (1.2)$$

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

Bunda,  $J$  — apparatning jadalligi;  $M$  — apparatning mahsuldorligi;  $V$  — apparatning hajmi ( $m^3$ );  $G$  — ishlab chiqarilgan mahsulot;  $\tau$  — mahsulotni ishlab chiqarishga ketgan vaqt (soat);  $S$  — apparatning ishchi qismining yuzasi yoki ko'ndalang kesimi ( $m^2$ ).

Masalan, ammiak sintezi apparatning jadalligi, sintez kolonnasining katalizator bilan to'ldirilgan qismining  $1 m^2$  maydonidan 1 soatda olingan ammiakning kg miqdori bilan (bu son  $5000 \text{ kg}/m^2$  soatga teng) tavsiflanadi.

Intevisivlik bu turli kattalikdagi reaktorlarni taqqoslashning eng qulay ko'rsatkichidir. Chunonchi,  $100 m^3$  hajmli reaktor  $10 m^3$  hajmli reaktorga nisbatan 5 marta katta mahsuldorlikka ega bo'lishi mumkin, ammo bunda uning jadalligi kichik reaktornikidan 2 marta past, ya'ni u 2 marta sekin ishlaydi.

Intevisivlash ikki yo'l bilan amalga oshiriladi: mashina va apparatlarning konstruksiyasini yaxshilash, apparatdagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish.

Apparat jadalligini oshirishning texnologik omillari: haroratni va bosimni oshirish, reaksiyaga kiruvchi reagentlar konsentratsiyasini oshirish, katalizatoridan foydalanish, reaksiyaga kirishuvchi moddalarni aralashtirish kabilar bo'lishi mumkin.

Intevisivlash faqat katta energiya talab etmasagina maqsadga muvofiqdir. Apparatning jadalligi va uning mahsuldorligi bir-biriga bog'liq bo'lgan ko'rsatkichlardir. Ishlab chiqarish jarayoni qanchalik jadalroq ketsa apparatning mahsuldorligi shunchalik katta bo'ladi.

**Apparatning mahsuldorligi va qudrati.** *Apparatning mahsuldorligi* deb, vaqt birligida shu apparatda ishlab chiqarilgan mahsulot yoki qayta ishlangan xomashyo miqdoriga aytiladi. Mahsuldorlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$M = \frac{G}{\tau}$$

Bunda,  $M$  — apparatning mahsuldorligi;  $G$  — ishlab chiqarilgan tayyor mahsulot (kg.t.);  $\tau$  — vaqt (soat, soniya).

Bir qator korxonalarda ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi ( $V$ ) bilan o'lchanadi. U paytda mahsuldorlik ( $M$ )  $m^3/s$  birligida o'lchanadi.

$$M = \frac{V_M}{R}$$

Metr kublarda gaz va suyuq mahsulotlar o'lchanadi. Masalan, ko'mirmi kokslashda, neftni qayta ishlaganda ajralib chiqadigan gazlar hamda oqova suvlar, ba'zan ishlab chiqarish chiqindilari va boshqlar.

Apparatning optimal sharoitda ishlaganda erisha oladigan eng yuqori mahsuldorligiga uning qudrati deyiladi.

Apparatning mahsuldorligi va qudratini uning o'lchamini oshirish orqali ko'paytirish mumkin. Apparatning hajmini kattalashtirish, odatda reaksiyon hajm birligida va ishlab chiqaradigan mahsulot birligida metall yoki boshqa konstruksion materiallarni iqtisod qilishga hamda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga olib keladi. Eng awalo issiqlik yo'qotilishi, ya'ni atrof-muhitga chiqib ketishi va xomashyo bo'yicha xarajatlar kamayadi, apparatning intensivligi ortadi. Bunda ishchi va xizmatchilarning mehnat mahsuldorligi ham ortadi, chunki xizmat qiluvchilar shtati apparat mahsuldorligiga nisbatan kam darajada ortadi.

Har qanday ishlab chiqarishda ham iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan yangidan o'rnatiladigan mashina va apparatlarning qudrati uzluksiz oshirib boriladi. Masalan, sulfat kislota va ammiak ishlab chiqarishda asosiy reaktorlarining qudrati so'nggi 20—25 yil ichida 30 martdan ham ko'proq ortdi, organik moddalar ishlab chiqarish texnologiyasida esa, qayta ishlanadigan gazni absorbsiyalovchi qurilmalarning mahsuldorligi bir necha o'n mingdan million  $m^3/s$ . gacha ortdi.

**Material balansi.** Korxonaning barcha texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari ishlab chiqarish jarayonlarining material, energetik

va iqtisodiy balanslari asosida aniqlanadi. Balanslar ishlab chiqarilgan mahsulot birligida tuziladi va jadvallar shaklida tayyorlanadi. Unda kiritim va chiqim qismlari bo'lib, har ikkala qismning qiymatlari yig'indisi  $\{E_{m\ kiritim} = E_{m\ chiqim}\}$  teng bo'lishi kerak.

Material balans moddalar massasining saqlanish qonuniga asoslanadi. Unda texnologik operatsiyaga tushuvchi moddalar (kiritim qismiga yozilgan moddalar) massasi reaksiyadan keyin olingan moddalar (chiqim qismiga yozilgan moddalar) massasiga teng bo'ladi. Chiqim qismida asosiy reaksiyadan tashqari, parallel va qo'shimcha reaksiya mahsulotlari ham yoziladi.

Energetik balans, material balans ma'lumotlari va issiqlik hamda elektrenergiyalarining kiritim va chiqimlariga asoslangan holda tuziladi. Iqtisodiy balans esa, ayni mahsulotni ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan barcha xarajatlarning kiritim va chiqimlariga asoslanib pul birliklarida tuziladi. Shu balans ma'lumotlari asosida mahsulotning tannarxi va demak, ishlab chiqarishning rentabelligi aniqlanadi.

**Texnologik sistemaning oddiy va murakkabligi**, tabiiyki mahsulotning tannarxiga ta'sir etadi. Sistemada apparat va qurilmalar miqdori ko'p bo'lsa, bunday korxonani qurish uchun ko'p mabla sarflanadi va yaroqsizlanishiga ham ko'p pul ajratiladi. Bundan tashqari korxonada ishlayotgan apparatlar buzilganda, ularni tuzatuvchi kishilar soni ham ortadi.

Demak, mehnat mahsuldorligi kamayadi va mahsulot tannarxi ortadi. Shuning uchun ham ishlab chiqarishning yangi usullarini yaratishda, qisqa sxemaga o'tishga, ishlab chiqarish bosqichlarini kamaytirishga hamda shu uzlukli yoki davriy jarayonlarni uzliksiz jarayonlarga almashtirishga harakat qilinadi.

*Davriy* deb, shunday jarayonlarga aytiladiki, bunda xomashyo apparatga solingan bir nechta qayta ishlash bosqichlaridan o'tgandan so'ng, hosil bo'lgan mahsulotlarning barchasi apparatdan chiqarib olinadi. Bunda apparatga xomashyo solinguncha va undan mahsulotlarni chiqarib olguncha apparat ishlamaydi. Ma'lum muddatgacha bo'sh turadi. Bu operatsiyalar ko'p mehnat talab qiladi, xomashyoni solish va mahsulotni tushirib olish jarayonlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish juda qiyin bo'ladi.

*Uzluksiz jarayon* deb, shunday jarayonlarga aytiladiki, bunda apparatga xomashyoning tushishi va undan mahsulotning chiqarib olinishi uzoq muddatgacha to'xtovsiz davom etadi. Bunda apparat va qurilmalarning ishlamay turadigan bo'sh vaqti bo'lmaydi, apparatlarning mahsuldorligi yuqori bo'ladi. Xomashyoni ortish va mahsulotni tushirish ishlarini mexanizatsiyalash oson va barcha operatsiyalarni avtomatlashtirish yengil bo'ladi.

*Mexanizatsiyalash* bu odamning jismoniy mehnatini mashinalar mehnatiga almashtirishdir. Mexanizatsiyalash apparatlar ishini jadallash yoki xizmat shtatlarini qisqartirish hisobiga mehnat mahsuldorligini qonuniy ravishda oshiradi. Ko'pchilik kimyoviy korxonalarda asosiy operatsiyalar mexanizatsiyalashtirilgan. Ammo xomashyoni apparatlaiga solish va mahsulotlarni undan chiqarib olish, materiallarni tashish kabi ishlarni hamma vaqt ham mexanizatsiyalashtirilgan deb bo'lmaydi.

*Avtomatlashtirish* shu bilan tavsiflanadiki, bunda xodim ishlab chiqarish jarayonlarini bevosita boshqarish ishlaridan ozod qilinadi va bu funksiya avtomat qurilmalariga yuklanadi.

Avtomatlashtirish — bu mehnat mahsuldorligini keskin oshiruvchi va yuqori iqtisodiy ko'rsatkichlarda ko'p mahsulot ishlab chiqarishga imkon beruvchi oliy darajadagi mexanizatsiyalashdir.

Jarayonni avtomatlashtirish uch asosiy asbobdan foydalanib amalga oshiriladi: o'lchagich (yoki datchik), to'g'rilagich va ijro etuvchi mexanizm. O'lchagich texnologik rejimning qandaydir biror parametrini o'lchab, axborotni regulyatorga yuboradi, u esa qabul qilgan o'lchov qiymatlarini, o'zidagi qiymatlar bilan taqqoslab ko'radi, agar o'zidagi qiymatlardan (ilgaridan berib qo'yilgan standart qiymatlar) og'ish sodir bo'lgan bo'lsa, ijrochiga komanda beradi, ijrochi kamchilikni tuzatadi. Kimyoviy korxonalarda o'lchagich asbobi moddaning haroratini, konsentratsiyasini yoki apparatga kiruvchi va undan chiquvchigaz (yoki suyuqlik) oqimi tezligini o'lchaydi. Ijrochi asbob esa o'sha og'ishni tuzatib tenglashtiradi.

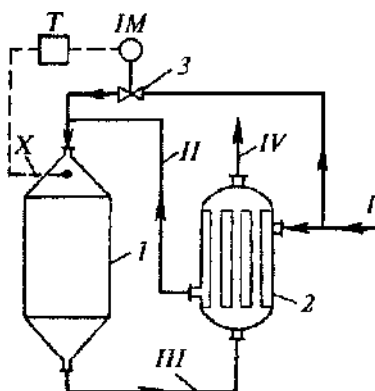
1 - rasmda reaktorning harorat rejimini oddiy avtomatlashtirish sxemasi berilgan. Qaysiki, unda ekzotermik reaksiya borib, gazsimon

mahsulotlar olinadi. Reaktorga kirayotgan gaz oqimi tezligi va reaksiyaga kirishadigan moddalar konsentratsiyasining doimiyligini (o'zgarmasligi)ni saqlab turish avtomatlashtirilgan bo'lsa, unda nafaqat harorat barqaror bo'ladi, balki reaktorda dastlabki moddalarning mahsulotga aylanish darajasini ham turg'unlashtiradi, ya'ni aylanish darajasi doim bir me'yorda boradi.

Issiq gazlar aralashmasi reaktordan chiqadi, issiqlik almash-tirgich quvurlari ichidan o'tib, ularning tashqarisidagi bo'shliq orqali kelayotgan dastlabki gazlarni kerakli haroratgacha qizdiradi. Bu gazlar qizigach reaktorga kiradi.

O'lchagich (masalan, termo-para-X) reaktorga kirayotgan moddalar haroratini o'lchaydi, agar kerakli haroratdan ozgina chetlashgan bo'lsa, to'g'rilagichga o'tkazgich orqali signal beradi (to'g'rilagich — regulyator, oddatda elektron asbobi), u o'z navbatida ijrochi mexanizmga (IM) komanda beradi. IM bu reaktorga (1) kirayotgan sovuq gazlarni ochib yoki yopib turuvchijo'mrak (ventil) (3) bo'lgan elektr motorcha bo'lishi mumkin.

Agar reaktorga kiradigan gazning harorati normadan ozgina ortiq bo'lsa, u IM jo'mrakchani ochadi, natijada reaktorga kiradigan sovuq gaz miqdori ortib reaktordagi gazlar harorati normal holatga keladi. Mabodo reaktorga kiradigan gazning harorati normadan past bo'lsa IM jo'mrakchani bir oz berkitadi va gaz harorati normal-lashadi.



**1- rasm.** Reaktoring harorat rejimini oddiy avtomatlashtirish sxemasi.

1 — reaktor; 2 — quvirsimon issiqalmashtirgich; 3 — jo'mrak; I - dastlabki qizdirilgan gazlar aralashmasi (sovuq xomashyo); II — dastlabki qizdirilgan gazlar aralashmasi; III — ekzotermik reaksiyadan keyingi issiq gazlar aralashmasi (mahsulot); X - harorat o'lchagich (termopara); T — to'g'rilagich; IM - ijrochi mexanizm.

Murakkab kimyoviy-texnologik sistemalarni kompleks avtomatlashtirishda boshqaruvchi elektron hisoblash mashinalari qo'llaniladi. Ular turli o'lchov asboblardan jarayonni borishi haqidagi axborotlarni qabul qilib oladi, optimal sharoitni hisoblaydi va ijrochi - asbobga tegishli buyruq beradi.

Texnologik jarayonlarning avtomatlashgan boshqaruv sistemasini kimyo sanoatida keng qo'llash hozirgi zamonning eng dolzarb vazifalaridan biridir.

Shuning uchun ham korxonalar va tashkilotlarda mehnat sharoitini yaxshilash hukumatimizning diqqat markazida bo'lgan muhim vazifalardan biridir.

Kimyo sanoatida tarmoqlar uchun alohida qoidalar texnika xavfsizligi normalari va har bir kimyoviy ishlab chiqarishni loyihalash, qurilish ekspluatatsiya qilish uchun sanoat sanitariya normalari ishlab chiqarilgan va ular amalda tatbiq etilgan.

Kimyo sanoati xodimlari zararli va zaharli gazlar, suyuqliklar, changlanuvchi va sochilib ketuvchi moddalar bilan hamda yuqori harorat va bosim ostida ishlashlariga to'g'ri keladi. Texnika xavfsizligi va mehnat muhofazasi qoidalarida va maxsus qonunlarda mehnat-kashlarning xavfsiz ish sharoitlarini yaratish ko'zda tutilgan. Kimyoviy korxonalar binolarining ichida, korxonalar atrofida, havoda va suvda zararli kimyoviy moddalarning chegaralangan konsentratsiyasi belgilangan.

Ko'pgina organik birikmalar, ayniqsa efirlar, spirtlar va ba'zi anorganik birikmalar masalan, vodorod, ammiak va boshqalar osonlikcha o't olib ketuvchi va portlovchi moddalar hisoblanadi. Shu boisdan bunday korxonalarda yong'inning oldini olishning hamda ehtimoli tutilgan yong'inni tez bartaraf etishning keskin choratadbirlari ko'rilgan bo'ladi.

Kimyo korxonalarida yong'inga qarshi texnik va texnika xavfsizligi qoidalariga rioya etish, davlat inspeksiyasi organlari hamda zavod ichki xizmati xodimlari tomonidan nazorat qilib turiladi. Korxonaning har bir xodimi, shu jumladan, ishlab chiqarish amaliyotini o'tovchi talaba ham ishlaydigan ish joyiga hatto kimyo laboratoriyalariga ham umumiy ishlash qoidalarini o'zlashtirgandan va mehnat xavfsizligi instruksiya (ko<sup>4</sup>rsatma)larini olgandan so'ng qo'yiladi.

## ***II BOB. XOMASHYO, ENERGIYA***

### **1- §. Xomashyo**

Har qanday ishlab chiqarishning muhim tarkibiy qismlaridan biri xomashyodir. Xomashyo — iste'mol mahsulotlari va ishlab chiqarish vositalarini olish uchun sanoatda ishlatiladigan tabiiy moddalardir. Kimyo sanoatida xomashyo asosiy omil bo'lib, ishlab chiqarilgan tayyor mahsulot tannarxining 60—70 % ini tashkil etadi.

Sanoatda xomashyo tushunchasidan tashqari dastlabki ashyo, tayyor mahsulot va chiqindi tushunchalari ham qo'llaniladi. Xomashyo va dastlabki ashyoni bir-biridan farq qilish kerak. Xomashyo, sanoatda qayta ishlanmagan tabiiy moddalardir. Biron bir ishlab chiqarish uchun xomashyo, yarimfabrikat, oraliq mahsulot, yarimmahsulot (asosiy material), qo'shimcha mahsulot va ikkilamchi ashyolar, dastlabki ashyo bo'lishi mumkin. Yarimfabrikat bu tabiiy xomashyoni sanoatda dastlabki ishlov berish natijasida olingan materialdir.

*Oraliq mahsulot* deb, xomashyo yoki yarimfabrikatdan olingan individual moddalarga aytiladi. Qaysiki, u ayni korxonada boshqa mahsulot ishlab chiqarish uchun dastlabki ashyo bo'lib xizmat qilishi mumkin. *Qo'shimcha mahsulot* deb, korxonada ishlab chiqarish jarayonida asosiy mahsulot bilan birga qo'shimcha reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan individual modda yoki aralashmaga aytiladi. *Ikkilamchi xomashyo* deb, o'z xizmat muddatini o'tab bo'lgan narsalar va materiallarga — sanoatda ishlov berganda hosil bo'ladigan chiqindilarga aytiladi. Qaysiki, u chiqindilarni sanoatda qayta ishlab tayyor mahsulotga aylantirish iqtisodiy jihatdan foydalidir.

*Tayyor mahsulot* deb, xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida amalda foydalanish uchun korxonadan jo'natiladigan moddalar yoki materiallarga aytiladi. *Chiqindi* deb, texnologik taraqqiyotning ayni davrida amaliy ishlatish sohasini topmagan tashlandiq moddalar yoki materiallarga aytiladi. Bunday bo'linishlar, albatta, nisbiydir. Masalan, nitrat kislota, ishlab chiqarish korxonasining tayyor mahsuloti bo'lsa, o'g'it ishlab chiqarish korxonasi uchun dastlabki ashyo hisoblanadi.



Xomashyolar turli belgilariga qarab sinflarga bo'linadi. Kelib chiqishiga qarab, ular mineral, o'simlik va hayvonot xomashyolariga, agregat holatlariga qarab, qattiq, suyuq, (neft, namakob), gazsimon (havo, tabiiy gaz) xomashyolarga, tarkibiga qarab anorganik va organik xomashyolarga bo'linadi. Mineral xomashyolar o'z navbatida rudali, rudasiz va organik yoki yonuvchi xomashyolarga bo'linadi. Rudali minerallar to'g'ridan-to'g'ri *ruda* deb ataladi.

*Ruda* deb, tarkibida metall saqlovchi tog' jinslari yoki boshqa mineral birikmalarga aytiladi. Ulardan metallar ajratib olinadi. Metallar ruda tarkibida, asosan oksidlar va sulfidlar shaklida bo'ladi. Ruda tarkibidagi asosiy komponent — metallardan tashqari doimo begona aralashmalar ham uchraydi. Ishlab chiqarishda foydalanilmaydigan begona aralashmalar chiqindi, ba'zan «*bekorchijism*» deb ataladi. Tarkibida ajratib olishga yetarli miqdorda bir necha metall saqlovchi *mdaiarga polimetall rudalar dey*Hadi. O'zbekistondagi rangli metall rudalari (masalan: mis-rux, qo'rg'oshin-rux-kumush) asosan polimetall rudalardir.

*Rudasiz minerallar* deb, metallmas moddalar olinadigan (masalan; fosfor, xlor, oltingugurt, o'g'itlar, soda, ishqorlar, kislotalar, sement, shisha va boshqalar) yoki bevosita kimyoviy ishlov berilmay foydalaniladigan tog' jinslari yoki minerallarga aytiladi. Rudasiz qazilmalar ishlatish sohasiga qarab shartli ravishda to'rt guruhga bo'linadi;

a) qurilish materiallari (tuproq, qum, shag'al, qurilish toshlari, g'isht, keramika va boshqalar);

b) industrial ashyolar, kimyoviy qayta ishlanmay foydalaniladi (slyuda, asbest, grafit, magnezit, korund va boshqalar);

d) kimyoviy mineral ashyolar, kimyoviy ishlov berib, yoki to'g'ridan-to'g'ri foydalaniladi (oltingugurt, fosfor, apatit, silvinit, tosh tuz va boshqa ko'pgina tuzlar);

e) qimmatbaho, yarim qimmatbaho va ishlov berib tayyorlanadigan ashyolar, mexanik ishlov berilgandan so'ng foydalaniladi (olmos, yoqut, zumrad, qahrabo, malaxit, feruza, yashma, marmar va boshqalar).

Organik yoki yonuvchi ashyolar uchga: qazilma, o'simlik va hayvon xomashyolariga bo'linadi. Qazilma organik yoki yonuvchi xomashyolar (torf, slanes, ko'mir, neft, tabiiy va yo'ldosh gazlar)

energiya manbai sifatida hamda qimmatbaho kimyoviy ashyo sifatida ishlatiladi.

O'simlik va hayvonot xomashyolari ishlatilish sohasiga qarab ikkiga: oziq-ovqat va texnik ashyolariga bo'linadi. Oziq-ovqat ashyolariga, asosan, ozuqa sifatida iste'mol qilinadigan (kartoshka, lavlagi, sut, g'alla, o'simlik, hayvonlar go'shti va yog'lari hamda boshqa) mahsulotlar kiradi.

Texnik ashyolarga esa, oziq-ovqat sifatida ishlatishga yaroqsiz bo'lgan, ammo kimyoviy va mexanik ishlov berilgan, turmushda va sanoatda, texnik maqsadiarda ishlatish mumkin bo'lgan ashyolar kiradi. Masalan, paxta, yog'och, yog'och smolasi, somon, zig'ir poyasi, kanop poyasi, hind kanopi, charm, jun, mo'yna, ba'zi o'simlik va hayvon yog'lari (hind kanopi moyi, tung moyi (tung daraxti mevasidan olinadigan moy), kit, treska baliqlari yog'i (turli kunjara, hayvon suyaklari va boshqalar). Ammo, bunday texnik va oziq-ovqat ashyolariga bo'linish nisbiydir. Chunki, ba'zan oziq-ovqat ashyolari texnik maqsadiarda va aksincha, texnik ashyolar, oziq-ovqat maqsadida ishlatilishi mumkin. Masalan, ba'zi oziq-ovqat yog'lari qayta ishlanib ulardan sovun, olif va kosmetika vositalari olinadi.

## **2- §. O'zbekistonda kimyo sanoatining paydo bo'lishi va rivojlanishi**

O'zbekistonda 1930- yilgacha kimyoviy xomashyo manbalari yo'q edi, ular yer qa'rida yashirinib yotardi. 1930- yillardan keyin respublikamiz hududida geologik qidiruv ishlari qizg'in boshlab yuborilganligi munosabati bilan birin-ketin turli xomashyo manbalari, qazilma boyliklar ochila boshlandi. 1931-yilda topilgan Olmaliq mis koni O'zbekistonda rangli metallurgiya sanoatining paydo bo'lishiga olib keldi. Keyinchalik Angren ko'mir koni (1941- yilda topildi), Oltintopgan qo'rg'oshin va rux koni (1948- yilda topildi), volfram, aluminiy, vismut, simob, surma, neft, gaz, marmar, fulyuorit, magniy rudalari, oltingugurt, osh tuzi, kaliyli tuzlar, kaolin, bentonit, bezak toshlari: feruza, oniks, xolsedon, amitist va boshqa konlar topildi.

Respublika mustaqil bo'lgandan so'ng kimyo sanoati keng rivojlandi. Masalan, 1991-yilda Toshkent viloyatida «Mediz» zavodi (bir marta ishlatiladigan shpritslar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan), 1994-yilda Samarqand, Navoiy va Buxoroda marmar va granitni qayta ishlash qo'shma korxonalari tashkil etildi. 1995-yildan boshlab Farg'ona neftni qayta ishlash birlashmasi neft va gaz kondensatini qayta ishlay boshladi. 1998-yilda ushbu korxonada rekonstruksiya qilingach 27 xil neft mahsulotlari bera boshladi.

1997-yilda Buxoro neftni qayta ishlash zavodi qurilib ishga tushirildi. 1998-yilda Buxoroda «Gufik — Avisenna» Buxoro Hindiston qo'shma farmasevtika korxonasi, 1999-yilda Navoiy viloyati hududida (Tomdi tumani) Qizilqum fosforit zavodi ishga tushirildi, Sho'rtanda polietilen ishlab chiqarish zavodi qurilmoqda (Qashqadaryo viloyatida).

O'zbekiston Respublikasi oltin, kumush, uran, mis, molibden, rux, volfram, singari qimmatbaho va nodir metallar zaxirasi bo'yicha dunyoda yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. O'zbekiston hududida 30 ta oltin koni borligi aniqlangan. Bu konlarning umumiy zaxirasi 4 ming tonnadan ortiqdir.

Respublikamizning topilgan gaz zaxiralarida 2 trillion m<sup>3</sup> ga yaqin gaz, ko'mir konlarida — 2 mlrd. tonnadan ziyod ko'mir, 350 mln. tonnaga yaqin neft zaxiralari mavjudligi aniqlangan. Shu kungacha respublikamizda hammasi bo'lib 95 xildan ortiq xomashyo konlari ochilgan va ular 700 ta konlarda joylashgan. Ular asosida hozirgi vaqtda foydalanilayotgan 370 ta shaxta konlardan har yili 200 mln. t. gacha xomashyo qazib olinmoqda.

### **3- §. Qattiq xomashyoni boyitish**

Har qanday tabiiy xomashyo qazib olingach, tarkibida foydali mineraldan tashqari malum miqdorda foydasiz yoki u qadar ahamiyatga ega bo'lmagan hatto zararli bo'lgan begona aralashmalar — «bekorchi jinslar» ham uchraydi. Masalan, qattiq xomashyolarda: kremniyom, ohaktosh, tuproq, turli sulfidlar, temir, suyuqliklarda: qattiq zarrachalar, suv, suvda erigan tuzlar; gazlarda — vodorod sulfidi va boshqalar bo'ladi. Kimyoviy ishlab chiqarishlarda, mahsuldorlikni oshirish, tayyor mahsulot sifatini yaxshilash, energetik va boshqa

sarfiyotlarni kamaytirish jarayonini jadallash maqsadida konsentrlangan xomashyo ishlatishga harakat qilinadi. Buning uchun xomashyo boyitiladi, ya'ni uning tarkibidagi foydali tarkibiy qismining miqdori oshiriladi.

Xomashyo u qazib olingan joyda, maxsus boyitish korxonalarida boyitiladi. Bu holat ortiqcha transport harakatlarini (tashish, ortish, tushirish) tejaydi. Xomashyolarni agregat holatlariga qarab ularni boyitishning turli usuliari qo'llaniladi.

Tog' jinslari (rudalar) boyitishdan ilgari zarrachalari (kristallari) orasidagi bog'larni buzish uchun maydalaniladi, zarur bo'lsa suvsizlantiriladi. Maydalashni shartli ravishda: dag'al maydalash yoki tuyish va unsimon maydalash yoki kukunlashtirishga bo'lish mumkin. Tuyish maxsus mashinalarda olib boriladi. Tuyilganjins bo'laklarining kattaligi bir millimetrdan katta bo'ladi. Kukunlashtirish esa, tegirmonlarda amalga oshiriladi va bo'lakchalarining kattaligi to 0,1 mikrongacha bo'ladi. Tuyish har doim quruq holda olib boriladi. Kukunlashtirish esa, yo quruq yo ho'l usulda amalga oshiriladi. Barcha maydalovchi mashinalarni (2- rasm) maydalash usuliga qarab 5 tipga bo'lish mumkin:

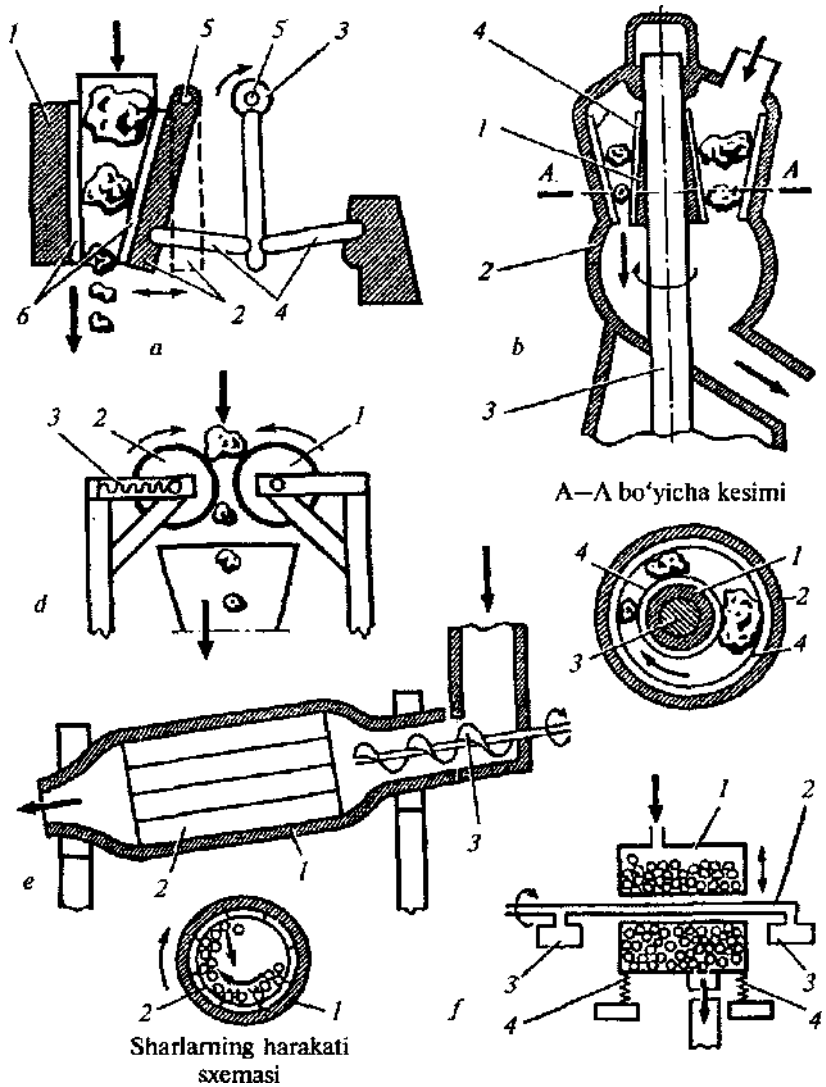
1. Jag'li maydalagich mashinaning asosiy ish organlari vazifasini qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan yassi qismlar bajaradi. Xomashyo qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas yassi qismlar oralig'ining yuqori tomonidagi bo'shliqqa beriladi, bunda xomashyo qo'zg'aluvchan yassi qismning tebranma harakati ta'sirida tuyiladi. Maydalangan zarrachalar pastki tor tirqish orqali tashqariga chiqariladi.

2. Konusli tuyish mashinalari bir-biriga nisbatan eksentrik (umumiy markazga ega bo'lmagan) holatda aylanadigan ikkita konuslar oralig'ida xomashyoni siqish, ezish prinsiplari yordamida maydalashga asoslangan.

3. Valikh maydalagich, bunda ikkita silindrsimon aylana valiklar bo'lib, ulardan biri qo'zg'almas ikkinchisi esa, harakatlanuvchi valikdir, ashyo valiklar orasida qisilib maydalanadi.

4. To'qmoqU maydalagich, urib maydalashga asoslangan.

5. Sharli maydalagich (tegirmon) maydalovchi jismlar (metall yoki kvarsdan tayyorlangan sharlar) bilan qisman to'ldirilgan barabandan iborat. Barabanning aylanishi paytida ishqalanish kuchi ta'sirida sharlar baraban bilan birga harakat qilib ma'lum balandlikka ko'tarilgandan so'ng erkin tushib ashyoni zarba kuchi va yeyilish natijasida maydalaydi.



Sharlarning harakati sxemasi

2- rasin. Maydalovchi mashinalar.

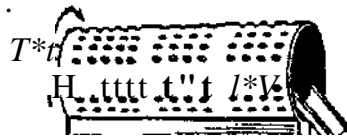
- a — lunjli maydalagich: 1 - qo'zg'olmas yuzasi; 2 — harakat qiluvchi (qo'zg'aluvchan) yuzaning ikki holati; 3 - shatun; 4 — ochib-yopib turuvchi plitalar; 5 — vallar; 6 - marganetsli po'latdan yasalgan plitalar;
- b — konusli maydalagich: 1 — aylanuvchi konus; 2 — qo'zg'almas konus; 3 — val; 4 — marganetsli po'latdan yasalgan plitalar;
- d - valikli maydalagich: 1 — qo'zg'almas valik; 2 — harakat qiluvchi(qo'zg'aluvchan) valik; 3 — prujina;
- e — sharikli maydalagich: 1 — korpus; 2 — marganetsli po'latdan yasalgan plitalar; 3 - maydalanishi kerak bo'lgan materialni shnek yordamida ichkariga kiritilishi;
- f — tebranuvchi maydalagich; 1 - korpus; 2 — val; 3 — tebranuvchi yuk; 4 — prujina.

Yirik va o'rtacha kattalikda maydalash uchun yassi yuzali va konusli maydalagich hamda valikli tegirmondan foydalaniladi. Maydalangan log'jinslari fraksiyalarga ajratiladi va ruda tarkibidagi foydali komponentlardan binning miqdori turli usullar yordamida ko'paytiriladi. Shunday yo'llar bilan boyitilgan ruda — konsentrat deb ataladi, qolgan foydalanilmaydigan «bekorchi jinslar» esa, qoldiq yoki chiqindi deb ataladi. Qattiq xomashyoni boyitish uchga: mexanik, kimyoviy va termik usullarga bo'linadi.

Mexanik boyitish usuli xomashyo tarkibiga kirgan liniyalarning turli fizik va fizik-kimyoviy xossalariga asoslanadi. Mexanik boyitish usuliga: navlarga ajratish, gravitasion ajratish, elektromagnitli va elektrostatikli separatsiya hamda flotatsiya usullari kiradi.

**Navlarga ajratish.** Xomashyo zarrachalarining katta-kichikligiga qarab fraksiyaga ajratiladi hamda boyitiladi. Agar xomashyo qattiqligi turlicha bo'lgan minerallardan iborat bo'lsa, yumshoqlari juda maydalanib ketadi. Qattig'i esa yirikroq bo'laklarga bo'linadi. U elakdan o'tkazilgandan so'ng yiriklari maydasidan ajratiladi, navlarga bo'linadi va bir yo'la xomashyo ham boyitiladi. Masalan, fosforid va appatit rudalar bekorcha jinslardan shunday yo'l bilan ajratiladi. Qattiq xomashyolar zarrachalarining katta-kichikligiga qarab g'alvirdan o'tkazish yo'li bilan navlarga ajratiladi. G'alvirlar yassi yoki silindrsimon bo'lishi mumkin. Navlarga ajratishni jadallash uchun g'alvir aylanishi, tebranishi, titrashi kerak. Maydalangan xomashyoni bir necha fraksiyalarga, navlarga ajratish uchun, u teshiklarining kattaligi turlicha bo'lgani bir necha g'alvirda elanadi yoki teshiklarining kattaligi har xil bo'lgan bir necha seksiya — bo'lmalardan iborat silindrsimon g'alvirlardan (baraban g'alvir) o'tkaziladi. (3- rasm)

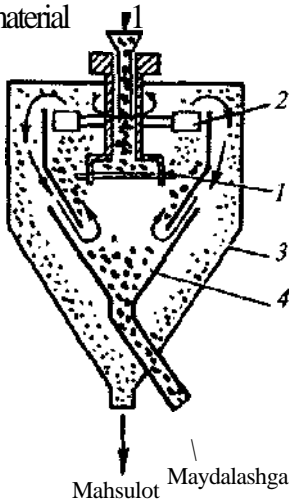
**Gravitasion boyitish** massasi, kattaligi va zichligi turlicha bo'lgan zarrachalarning suv yoki gaz oqimida og'irlik kuchi ta'sirida yoki markazdan qochma kuch ta'sirida har xil tezliklarda pastga asoslangan. Xomashyo suvda erisa yoki buzilsa, quruq usulda foydalaniladi. Quruq gravitasion usulda



$\setminus S \sim \wedge - \setminus - r \setminus - r$  g\*  
 Mayda O'rtacha Yirik yirik  
 tushishiga bolaklar  
 \* F'ksiya

3- rasm. Baraban g'alvir.

Maydaiangan  
material



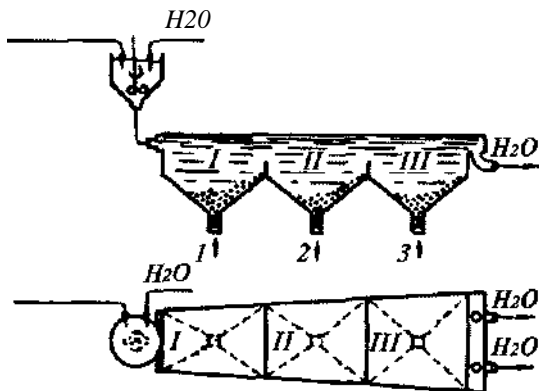
4- rasm. Havo separatori sxemasi.

- 1 — aylanuvchi tarelka;
- 2 — ventilyatoming qanotchasi;
- 3 — tashqi konus;
- 4 — ichki konus.

boyitish havo oqimida cho'ktirish orqali yofa separator mashinalarda olib boriladi. Havo separatorining tuzilishi 4- rasmda berilgan. U ikki: ichki va tashqi konusdan xomashyoni changitib to'kuvchi qurilma hamda havoni aylantiruvchi moslamadan qurilgan. Maydaiangan kukunsimon ashyo aylanuvchi tarelka yordamida ichki konus ichiga sochilib turadi. Mayda zarrachalar havo oqimi bilan yuqoriga ko'tariladi va tashqi konusga tushib, uning ostki qismidan chiqadi, yirikroq zarrachalari esa ichki konusning ostiga cho'kib maxsus quvur orqali chiqadi.

**Hoi usulda boyitish**, asosan, suv oqimida tindirgich sistemalari, shag'al yuvgichlar, gidravlik saralagich, konsentratsion stol, cho'ktiruvchi mashinalar va gidrosiklonlar yordamida olib boriladi. Cho'ktiruvchi mashinalarda

boyitish, eski usullardan biri bo'lib, temir rudalari, toshko'mir, qalay, volframli va boshqa rudalami, oltin, kumush, platina, olmos, saqlovchi qumlarni boyitishda keng qo'llaniladi (5- rasm).



5- rasm. Ho'l usulda gravitasion boyituvchi cho'ktirish mashinasining sxemasi.

- I, II, III - cho'ktirish bo'lmalari;
- 1 - og'ir (yirik donasi) fraksiya;
- 2 - yengil (mayda donali) fraksiya;
- 3 — eng mayda donali fraksiya.

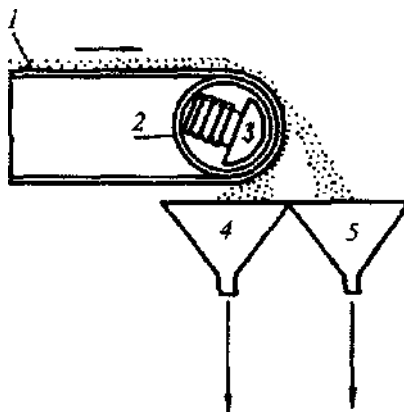
Maydalangan material aralashtirgichi bo'lgan bakda suv bilan aralashtirilib pulpa (qattiq materialning suyuqlikdagi konsentrlangan aralashmasiga pulpa deyiladi) hosil qilinadi. Pulpa vertikal to'siqlar bilan to'silib uch cho'ktirish bo'lmasiga ajratilgan tindirgichga quyiladi. Eng katta va og'ir zarrachalar tez cho'kkanligi uchun birinchi bo'lмага cho'kadi, o'rtachasi ikkinchi va yengil zarrachalar uchinchi bo'l-machaga cho'kadi.

Nihoyat, eng yengil va mayda zarrachalar suv bilan tindirgichdan chiqib ketadi. Bo'lmalar sonini ko'paytirish bilan xohlaganCHA fraksiyalarga ajratib olish mumkin. Elektromagnitlik boyitish usuli paromagnitli yoki ferromagnitli ashyolarni diamagnitli materiallardan ajratishda qo'llaniladi (6- rasm). Masalan, magnit temirtosh ( $Fe_3O_4$ ), xromitli temirtosh ( $Fe_2O_3$  •

•  $Cr_2O_3$ ) va boshqa magnitga tortiluvchi minerallarni bekorchi jinslardan ajratishda qo'llaniladi. Bu mashinadan xomashyolarni maydalashdan oldin unga aralashib qolgan po'lat siniqlarini ajratish uchun ham foydalaniladi. Aks holda, maydalagichlarga tushib qolsa, ularni sindirishi mumkin.

**Elektrostatikli boyitish** usuli materiallarni turlicha elektr o'tkazuvchanligidan foydalanib ajratishga asoslangan. Masalan, temir kolchedoni bilan mis kolchedoni (xalkopirit —  $CuFeS_2$ ), qo'rg'oshin yaltirog'i, tug'ma

metallar saqlovchi rudalarni dielektrik jinslardan, masalan, ohaktosh, gips, qum, silikat va boshqalardan ajratishda foydalaniladi. Uning ishlash prinsipi ham elektromagnitli separatorga o'xshaydi. Ammo elektrostatik separatorlarga magnit o'miga elektrod o'matilgan bo'ladi va elektrod manfiy qutbi bilan tok sozlagichga ulangan bo'ladi. Elektrni yaxshi o'tkazuvchi zarrachalar manfiy zaryadlanib bunkerdan itariladi va boshqa yig'gichga, dielektriklar esa bunkerga tushadi.

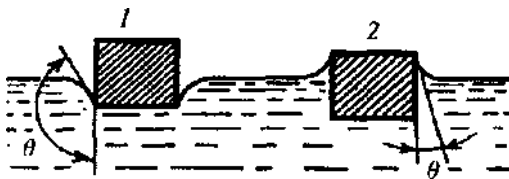


6- rasm. Elektromagnitli separatorning sxemasi.

- 1 — transporter tasmasi;
- 2 — transporter barabani;
- 3 — elektromagnit; 4,5 — bunkerlar.



**Flotation boyitish.** (Flotatsiya *inglizcha* flotation so'zidan olingan bo'lib, qalqib chiqish degan ma'noni anglatadi. Bu usul keng tarqalgan bo'lib, unda polimetall sulfidli rudalar boyitiladi. Appatitlar nefelindan ajratiladi, oltingugurtli rudalardan konsentratlar olinadi, toshko'mir va ko'pgina tuzlar boyitiladi. Bu usulda xomashyo tarkibidagi mayda zarrachalarning suvda ho'llanish darajasi har xilligidan foydalaniladi. Materiallarning ho'llanish darajasi — bu qattiq zarracha, suyuqlik va havo chegarasida hosil bo'luvchi ho'Uanishning chekka burchagi kattaligi hisoblanadi (7- rasm). Suv ho'llanmaydigan (gidrofob) zarracha bilan o'tmas chekka burchak hosil qiladi. Sirt taranglik kuchi suyuqlik sathini tenglashtirishga intiladi, natijada gidrofob zarracha suyuqlikdan itarilib yuzaga qalqib chiqadi. Gidrofil zarrachalar esa, suyuqlik ostiga tushadi.



7- rasm. Ho'llanishningta'siri.

1 — o'tmas chekka burchak; 2 — o'tkir chekka burchak.

Bu hodisa mineral zichligiga bog'liq emas, ko'pchilik hollarda og'ir gidrofob zarrachalar yuzaga qalqib chiqadi, yengillari esa cho'kadi. Zarrachaning o'lchami qanchalik kichik bo'lsa, ho'llanish kuchliroq bo'ladi. Pulpa orqali havoning mayda pufakchalari puflansa, o'zi bilan birga gidrofob zarrachalarini ham olib yuzaga qalqib chiqadi. Qattiq zarrachaning ho'Uanmaslik darajasi va ho'llanish chekka burchagi qanchalik katta bo'lsa, uning havo pufakchasiga yopishish va yuzaga qalqib chiqish ehtimoli shunchalik katta bo'ladi. Natijada suyuqlik yuzasida gidrofob material zarrachalarini olib chiqqan ko'pikchalar qavati hosil bo'ladi. Uni osongina ajratib olish mumkin. Yaxshi ho'llanadigan zarrachalar asta-sekin suyuqlik ostiga cho'kib to'planadi.

Tabiiy minerallar ho'llanish darajasi bilan bir-biridan kam farq qiladi. Shuning uchun ham flotatsiyaga qulay muhit yaratish uchun

pulpaga turli flotareagentlar qo'shiladi. Barcha flotareagentlar: ko'pik liosil qiluvchilar, yig'gichlar va to'g'rilagichlar (regulyatorlar)ga bo'linadi.

Ko'pik hosil qiluvchilar organik sirt aktiv moddalar bo'lib, ko'pikning tashqi qavatida adsorbtsion parda hosil qiladi hamda ko'pikning barqarorligini, mustahkamligini oshiradi. Ko'pik hosil qiluvchi sifatida qarag'ay moyi, yog'och qora moyi (qatroni, toshko'mir smolasining ba'zi fraksiyalari, OH—guruh saqllovchi moddalar (yuqori alifatik spirtlar, fenollar, krezollar) va boshqalardan foydalaniladi.

*Yig'gichlar* — organik moddalar bo'lib, molekulasida qutbsiz (uglevodorodli) va qutbli (karboksil, gidroksil, amin va boshqa) qismlardan tuzilgan bo'ladi. Bunday moddalar o'zining qutbli guruhlari bilan qattiq zarracha yuzasiga absorbsiyalanib, uning gidrofobligini keskin oshiradi. Natijada unday zarrachalar pufakchalar (ko'pikchalar) sirtida yig'iladi va suyuqlik yuzasiga qalqib chiqadi. Yig'gichlar sifatida, sulfidli rudalar uchun kisantogenotlar va ditiofosfatlar, ishqoriy yer elementlari tuzlarini yoki metall oksidlarini ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ ) saqllovchi rminerallar (appatit ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ ), flyurit ( $\text{NaAlF}_6$ ), barit ( $\text{BaSO}_4$ ) vaboshqalar) uchun yuqori alifatik aminlar ishlatiladi.

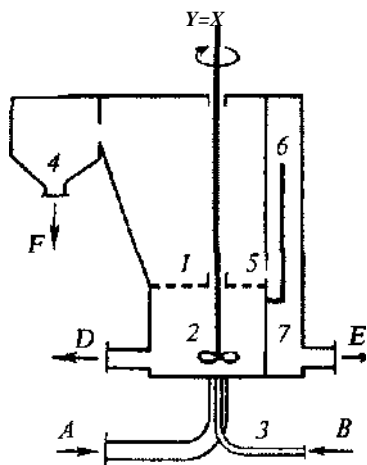
*Regulyator* — to'g'rilovchi, reagentlarning tanlab ta'sir etish xossasini oshirish uchun xizmat qiladi. To'g'rilovchilardan bir xillari yig'gichlarni absorbsiyalanishini tezlashtirsa, boshqalari esa flotatsiyalanishi kerak bo'lmagan zarrachalarga absorbsiyalanib, ularning gidrofilligini oshiradi. Regulyatorlar, molekulasida gidrofob guruhlari bo'lmaydi. Masalan, suyuq shisha silikat minerallarni va ohakning flotatsiyalanishini kamaytiradi. Shunday qilib, ko'p marta selektiv flotatsiyalash natijasida nafaqat foydali komponentni, bekorcha jinlardan ajratib boyitish, balki ularni to'liq ajratish ham mumkin. Flotareagent sarfi katta bo'lmaydi. Bir tonna jinnga 100 grammgacha flotareagent sarflanadi xolos.

Xomashyoni boyitish uchun ikki tipdagi flotatsiya mashinalari ishlatiladi:

1. Kamerali (bo'lmali) mashina. Bunda pulpa havo bilan mexanik usulda aralashtiriladi.

2. Tog'orali mashina. Pnevmatik (siqilgan havo yordamida ishlovchi) usulda aralashtiriladi.

Kamerali mashinalarda bir necha bo'lmalari bir-biri bilan tutashtirilgan bo'lib, har bir bo'lma (kamera) ichida va bo'lmalari tutashgan joyda: teshiklari bo'lgan disk (to'garak) panjara, to'siq, otseklar (bo'lmalarni ajratuvchi bo'shliq) joylashtirilgan bo'lib ular



**8- rasni.** Aralashtirib flotatsiyalash mashinasining bo'lmasi.

- 1 — gorizontaal boshhoqsimon panjara; 2 - aralashtirgich;  
 3 - havo yuborish uchun quvирcha  
 4 — konsentratni chiqarib olish bo'lmasi; 5 - teshik; 6 - ostona;  
 7 — oraliq bo'lma; A — pulpa kiritiladigan joy; B — havo kiradigan joy; D — konsentrat chiqarib olinadigan joy;  
 E — oraliq mahsulotlar chiqaradigan joy; F - yirik zarrachalar chiqariladigan joy.

yordamida pulpa sathi har xil darajada saqlab turiladi va flotatsiyaga turli sharoit yaratiladi. 8- rasmda bu mashinaning bitta bo'lmasini uzunasiga kesmasi ko'rsatilgan. Bo'lmaning ostki qismida quvurchalar orqali ko'pik hosil qilish uchun havo hamda flotoreagentlari bo'lgan toza pulpa kiritiladi.

Bo'lma, gorizontaal holda o'rnatilgan chambara yordamida ostki aralashtiruvchi va ustki ajratuvchi qismlarga ajratilgan. Ustki ajratuvchi bo'lmadan konsentrat saqlovchi ko'pik olinadi. Ostki bo'limidan esa ruda qoldiqlari chiqarib olinadi. Agar qoldiqlar tarkibida kerakli komponentlar saqlansa, u keyingi flotatsiyalovchi bo'limga o'tadi va boshqa flotoreagentlar yordamida flotatsiyalanadi. Bo'lmasa chiqindi sifatida tashlanadi. Konsentrat tindirgichlarda suvdan ko'pikdan ajratiladi. Filtrdan o'tkaziladi va quritiladi.

Pnevmatik mashinalarda esa, maydalangan jinslar pulpaga solinadi va gidrofob zarralarni flotatsiyalash xizmatini o'tovchi havo yordamida aralashadi.

**Termik boyitish.** Xomashyoni turlicha suyuqlanuvchanligiga asoslangan. Ashyo qizdirilganda oson suyuqlanuvchi materiallar suyuq holda oqib, qiyin suyuqlanuvchi jinslardan ajraladi. Shunday usul bilan oltingugurti boshqa jinslardan (asosan qiyin suyuqlanuvchi

ohnktosh, gips va shu kabilardan) suyuqlantirib ajratib oladilar. Bltumlarni anorganik qo'shimchalardan ajratib olishda ham qo'llaniladi.

*Kimyoviy usullar* komponentlarni tashkil etuvchi qismlarning kimyoviy xossalarini har xilligidan foydalanib xomashyoni boyitishga iwoslangan.

#### **4- §. Suyuq xomashyoni boyitish**

Suyuq aralashmalarning (eritmalar) tarkibidagi moddalarni bugMantirish, muzlatish, to'yintirish, komponentlarni cho'kmaga lushirish, ekstraksiyalash yoki retifikatsiyalash orqali ajratadilar yoki konsentrlaydiar.

Bug'lantirish, kislotalar, asoslar, tuzlar va mineral o'g'itlar tarkibidagi suvni yo'qotish uchun qo'llaniladi. Muzlatish bilan odatda qish paytlarida tabiiy sho'robalar konsentrlanadi. Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarishlarda dastlabki va aylanma eritmalar foydali komponentlar bilan to'yintiriladi. Masalan, tabiiy sho'robalardaosh tuzini eritib to'yintiriladi va soda ishlab chiqarish uchun dastlabki ashyo sifatida foydalaniladi. Glinozyom ishlab chiqarishda osh tuzi elektrolizida aylanma eritma to'yintiriladi.

Komponentlarni cho'kmaga tushirish uchun eritmalarga cho'ktiruvchi reagentlar qo'shiladi, natijada kimyoviy reaksiya borib yoki asosiy komponent, yoki begona aralashmalari kristall holda cho'kmaga tushadi. Yoki eritmadagi kolloid aralashmalarni, polimerlarni koagulyatsiyaga uchratadi va cho'ktiradi. Bu usuldan mineral tuzlar, organik moddalar ishlab chiqarishda polimetall rudalarni qayta ishlab rangli metallarning konsentratlarini olishda keng foydalaniladi.

Neft kimyosi ishlab chiqarishida va organik sintezda suyuq aralashmalarni ajratishda, asosan, suyuqliklarda ekstraksiyalash va rektifikatsiyalash keng qo'llaniladi. Suyuqliklarda ekstraksiyalash bir-biri bilan aralashmaydigan suyuqliklar yordamida eritma tarkibidagi komponentlarda birini yoki bir nechtasini selektiv (tanlab) eritish orqali ajratiladi. Bunda eritib oluvchi — selektiv erituvchi eritma bilan ikki qatlam hosil qiladi. Shundan foydalangan holda, ular ajratib olinadi, erituvchi haydaladi va yana erituvchi sifatida ishlatiladi, erituvchidan

qolgan moddalar esa aralashmalar sifatida alohida olinadi. Masalan, nitrobenzol, furfurol yoki boshqa qutbli erituvchilar yordamida surkov moylari turii zararli aralashmalardan tozalanadi.

Uglevodorodlar, spirtlar, aldegidlar, moy kislotalari va boshqa ko'pgina organik moddalarni ajratib olishda ekstraksiyalovchi modda sifatida dietil efir, benzol, dimetilformamid, xloroform va boshqalar ishlatiladi. Rektifikatsiya, neftni qayta ishlashda va organik moddalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Bu usul moddalarning qaynash haroratining har xilligiga asoslangan bo'lib, moddalarni tozalash va ajratish maxsus apparatlarda — rektifikatsiya minoralarida olib boriladi.

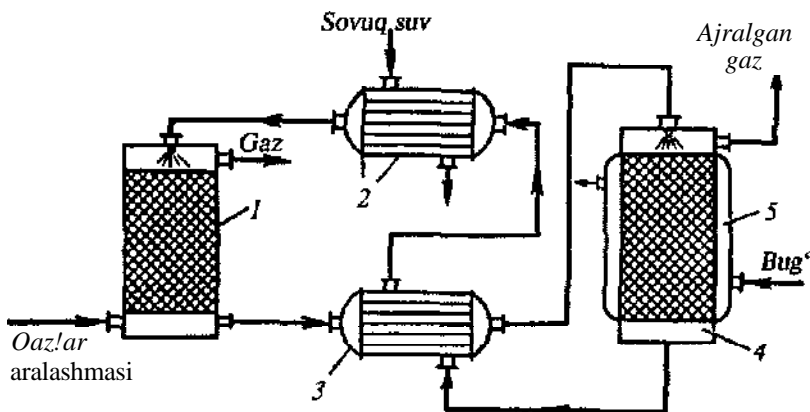
## **5- §. Gazsimon xomashyolarni boyitish**

Gazsimon aralashmalar quyidagi usullar yordamida ajratiladi:

1) ketma-ketlik bilan kondensatsiyalash (sekinlik bilan haroratni pasaytirib, bosimni esa oshirib borish orqali gazlarni suyuq holga o'tkazish); 2) suyultirilgan gazlar aralashmasini ketma-ketlik bilan bug'lantirish yoki rektifikatsiyalash; 3) absorbsiyalash va desorbsiyalash; 4) absorbsiyalash va desorbsiyalash.

Ketma-ketlik bilan kondensatsiyalash usuli gazlar aralashmasi komponentlarining suyuqlanish haroratlari har xilligiga asoslangan. Bu usul bilan qattiq yoqii'g'larni kokslashda foydalaniladi. Hosil bo'luvchi uchinchi mahsulotlarni, tabiiy gazni, neftni qayta ishlashda hosil bo'lgan gazlar qayta ishlanadi. Keng qo'llaniladigan usullardan biri adsorbsion — desorbsion usuldir. Bu usulda gaz aralashmasi tarkibidagi komponentlardan biri sovuq yo erituvchida tanlab yuttiriladi. So'ngra absorbsiyalangan gaz eritmani qizdirish yo'li bilan ajratib olinadi. Absorbsiya — desorbsiya qurilma sxemasi 9- rasmda berilgan.

Bunda adsorbtlovchi suyuqlik awal adsorberni yuqoridan sug'oradi, unga qarama-qarshi oqimda esa, ostdan gazlar aralashmasi kiritiladi. Absorbsiyalangan suyuqlik issiq almashtirgichga oqib o'tadi va ancha issiq desorberning tepasidan sachratiladi. Undan gaz ajralib chiqqach desorberdan erituvchi awal issiq almashtirgich orqali o'tib soviydi. So'ngra sovitgich orqali sovub, yana adsorberga keladi. Shunday qilib, erituvchi suyuqlik ketma-ket bir necha marta aylanadi (sirkulyatsiyalanadi).



9- rasm. Absorbsiya — desorbsiya usulida gazlarni ajratish qurilmasining sxemasi.

1 — adsorber; 2 — sovitgich; 3 — issiqlik almashtirgich; 4 — desorber; 5 — isituvchi ilof.

Bu usulda gazlarni etanolaminning suvdagi eritmasidan foydalanib,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$  lardan tozalanadi. Masalan, rangli metallurgiya gazlaridan  $SO_2$  ni ajratib olishda, koks gazlaridan xom benzolni, turli uglevodorodlarni ajratib olishda qullaniladi.

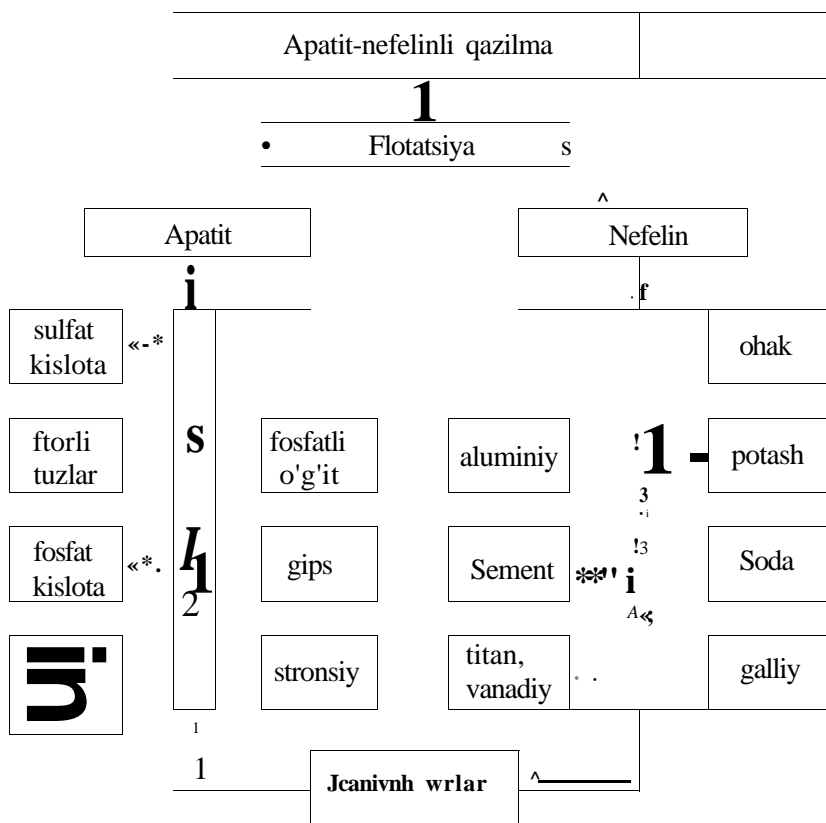
Adsorbsion — desorbsion usulda aralashmalar qattiq adsorbentga yuttirib ajratiladi. Bu usul adsorbsion — desorbsion usuldan adsorbentning agregat holati bilan farq qiladi.

## 6- §. Xomashyodan kompleks foydalanish. Chiqindisiz texnologiya

Xomashyodan kompleks foydalanish xalq xaligining eng muhim vazifalaridan biridir. XX asrdagi ilmiy-texnika revolyutsiyasi insoniyatning kam mabla sarflab juda katta miqdor tabiiy resurslarni olish imkoniyatini taqdirtdi. Hozirgi davrda dunyo sanoati 25 mlrd. t. to'jinlarini qayta ishlamoqda. Ammo uning atigi 2% i tayyor mahsulotga aylantirilib qolgan 98% dan ko'pro i bekorchi jins sifatida tashlab yuborilmoqda. Bu holat insoniyat o'ldiga global muammolarni qaytdi. Birinchi navbatda, tabiiy resurslarning tugab

qolish xavfini va sanoat chiqindilarining atrof-muhitga xavfli ekologik ta'siri muammosi ko'ndalang bo'lib qoldi. Bu muammo ishlab chiqarishga chiqindsiz texnologiyani qo'llash bilan hal qilinishi mumkin. Qaysiki, u tabiiy resurslardan va energiyadan ratsional foydalanish hamda atrof-muhitni himoya qilish imkoniyatini beradi.

Chiqindsiz texnologiyani amalga oshirishning asosiy yo'li bu xomashyoni kompleks qayta ishlash hisoblanadi. Chunki ishlab chiqarish ko'xonalarining chiqindisi u yoki bu sabablaiga ko'ra to'liq yoki umuman foydalanilmayotgan, ammo foydalansa bo'ladigan moddalardir. Bunga apatit-nefelinli kompleks foydalanish sxemasini misol qilib ko'rsatish mumkin (10- rasm).

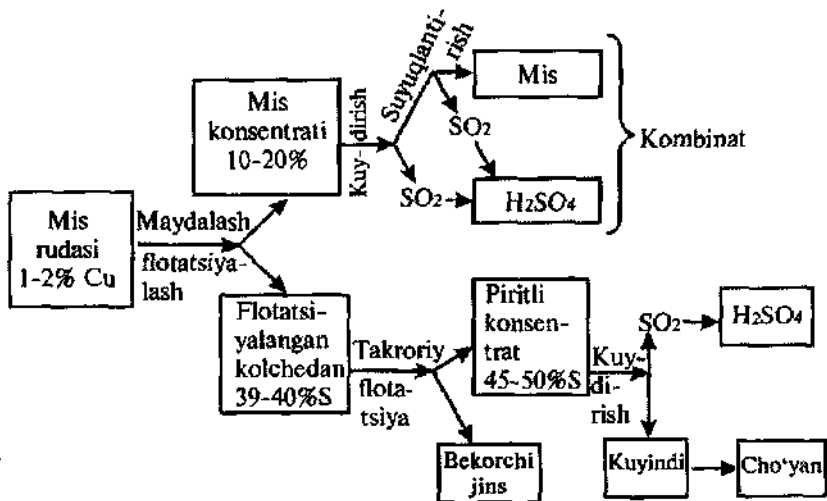


10- rasm. Apatit — nefelinli xom ashyodan kompleks foydalanish sxemasi.

Xibin koni apatit-nefelinli mineral tarkibida 13 % apatit, 30—40 % nefelin, 9,4 % egirin, 2,2 % titanomagnetit, 2,5 % sfen va boshqa tj shimchalari bor. Bu xomashyo maydalanadi, flotatsiya usulida **Hpulifi** konsentrat va nafelunga ajratiladi. Apatitni sulfat kislotali usul blun qayta ishlanganda 90 % fosfor 50 % ftor va fosfogipsning bir **qismi** foydalaniladi. Nitrat kislotali usulda siyrak yer elementlari va Ntronsiy ajratib olinadi.

Nefelinli konsentrat aluminiy zavodlarida qayta ishlanadi. U faqat nluminiy korxonasi emas, balki bir vaqtning zida ham metallurgiya litun kimyo ham sement korxonasining xomashyosi hisoblanadi. Cluinki 11. glinazyom ( $Al_2O_3$ ) olganda, q shimcha sifatida 0,6 — 0,8 t. soda, 0,2 — 0,31. potash va 9 — 11 t. sement olinadi,

Rangli metallurgiyada polimetall rudalarni kompleks qayta ishlash sohasida katta yutuqlarga erishildi. Masalan, q r oshin-ruxli ruda qayta ishlanib 18 element ajratib olinmoqda va 40 xil tovar mahsuloti layyorlab chiqarilmoqda. Mis rudalarida tarkibidagi 25 elementdan 21 tasi ajratib olinmoqda. Mis kolchedanini kompleks foydalanish sxemasi 11 - rasmda berilgan.



11- rasm. Mis kolchedanini qayta ishlash sxemasi.



Bunda mis konsentratini kuydiristida hosil bo'ladigan  $\text{SO}_2$ gazi (4—8 %) ushlab olinib (ilgari atmosferaga chiqarilib yuborilar edi) sulfat kislota olish uchun foydalanilmoqda. 11. mis olganda ajralib chiqqan  $\text{SO}_2$  dan 101. gacha sulfat kislota ishlab chiqarish mumkin.

Organik xomashyolarni kompleks foydalanishga ham ko'pgina misollar keltirish mumkin. Masalan, koks kimyo ishlab chiqarish korxonasini olaylik, u toshko'mirdan koks, aromatik uglevodlar, fenollar, naftalin, ammiak, piridinli asoslar, vodorod va yuzlab boshqa mahsulotlar ishlab chiqaradi.

Chiqindisiz ishlab chiqarishni tashkil qilishda bir xomashyodan foydalanuvchi bir necha ishlab chiqarish korxonalarini qo'shish (quramalash) katta ahamiyat kasb etadi. Masalan, rangli metallurgiya sanoati bilan kimyo sanoati korxonalarini quramalash va kimyo-metallurgiya kombinatlari tashkil etish hisoblanadi.

Chiqindisiz ishlab chiqarishda, ayniqsa, qurilish korxonalarini kooperatsiyalash muhimdir. Chunki kimyo zavodlari yoki metallurgiya zavodi chiqindilari qurilish korxonalarini uchun beton to'ldiruvchisi, g'isht xomashyosi, sement xomashyosi va avtomobil yo'llari uchun mustahkam qoplamalar qilishda ishlatiladi.

## 7- §. Energiya

Kimyoviy jarayonlar energiyaning yutilishi yoki chiqishi bilan boradi. Kimyoviy texnologiyada energiya, asosan, yordamchi operatsiyalarni (ishlarni): xomashyo va tayyor mahsulotlarni bir joydan ikkinchi joyga tashish, ashyolarni maydalash, bir agregat holatdan boshqa agregat holatga o'tkazish, filtrlash, sovitish yoki isitish, gazlarni siqish, tekshiruv-o'khov xizmatlarini bajarish uchun sarflanadi. Kimyo sanoati boshqa sanoat tarmoqlariga qaraganda, ko'p energiya talab qiladi. Kimyo sanoati ishlab chiqarishida energiya sarfi kilovatt soat (kilo joul) yoki tayyor mahsulot birligida ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdori bilan

Ikvi.s/t, kj/kg, kg/m<sup>3</sup>) baholanadi. Masalan, sintetik ammiak 3200 kvts/t, aluminium — 19000 kvts/t, fosfor 16500 kvts/t, ammoniyli Mltira — 11 kvts/t va hokazo.

Knergija turlari va manbalari. Kimyo sanoatida turli xil: elektr, lulqlik, yadro, kimyoviy va nur energiyalaridan foydalaniladi. Bular-dun eng ko'pi issiqlik energiyasi bo'lib, shartli yoqilg'iga aylantirib hlv)blaganda u 50 % ni, bevosita issiqlik sifatida 10 % ni tashkil etadi. Qolgan 40 % energiyani esa elektr energiyasi tashkil etadi. Boshqa lur energiyalarning ulushi juda kam bo'ladi.

Elektr energiyasi: elektrokimyoviy jarayonlarni (suyuqlanma va critmalarni elektroliz qilish va boshqalar) amalga oshirish uchun, clcktrotermik (qizdirish uchun) va elektromagnitli (rudalarni clcktmagnit usulida boyitishda) jarayonlar hamda elektr energiyasi tiilab qiluvchi boshqa operatsiyalar (chaglarni, tumanlarni elektrofiltirlarda cho'ktirish uglevodorodlarni elektrokrrering qilish va boshqalar) uchun sarflanadi. Turli fizikaviy operatsiyalarni; maydalash, yanchish, aralashtirish, sentrifugalash, tashish, qadoqlash, ventilyatorlarni, kompressorlarni ishlatish uchun va boshqalarni amalga oshirish uchun sarflanadi. Elektr energiyasi, asosan, issiqlik elektrostansiyalari (IES), gidroelektrostansiyalari (GES) va atom elektrostansiyalarida (AES) hosil qilinadi.

Issiqlik energiyasi sanoatda reaksiyaga kirishuvchi reagentlarni qizdirish uchun ishlatiladi. Yana u har xil texnologik operatsiyalarni bajarishda (qurilish, bug'latish, suyuqlantirish, distillash va boshqalar) foydalaniladi. Ko'pgina ishlab chiqarishlarda (masalan, sement, shisha, chinni buyumlar va boshqalar) issiqlik energiya-sining manbai sifatida qattiq, suyuq va gazzimon yoqilg'ilarni yonishidan hosil bo'lgan gazlar ishlatiladi. Ko'pgina kimyoviy korxonalar, ayrim sexlar issiqlik energiyasini issiq suv va bug' shaklida oladi. Qaysiki, ular maxsus bug' qozon qurilmalari yoki IES larida hosil qilinadi.

Yadro energiyasi bevosita radiatsion kimyoviy jarayonlarni o'tkazishda foydalaniladi. Bunda radioaktiv nurlantirish ( $\gamma$ - va  $\beta$ -

nurlar, yoki neytronlar bilan) orqali polimerlanish reaksiyalarini amalga oshirish, polimerdan yasalgan buyumlarni mustahkamligini oshirish, qotirish, fenol, anilin va boshqa mahsulotlarni sintezlash kabi jarayonlarda amalga oshiriladi. Ammo yadro energiyasi, asosan, elektr energiyasi olish uchun foydalaniladi. Hozirgi paytda dunyoda 300 dan ortiq AESlar bo'lib, ularda 8 % energiya hosil qilinadi.

Kimyoviy energiya ekzotermik reaksiyalar paytida ajralib chiqadi. Bu energiyadan issiq suv yoki bug' hosil qilish uchun yoki dastlabki materiallarni taxminiy qizdirish uchun foydalaniladi. Ba'zan, elektr energiyasiga aylantirishda (galvanik elementlarda va akkumulyatorlarda) ham ishlatiladi. Energiyaning bu turidan keng foydalanish yirik ishlab chiqarish korxonalarida juda katta iqtisodiy samara beradi. Masalan, ayrim ishlab chiqarishlarda (sulfat kislota va ammiak va boshqalarda) ular ehtiyoji uchun talab qilinadigan energiya to'liq kimyoviy energiya hisobiga qoplanadi. Hatto, ba'zan ortib ham qoladi. Ortiqcha energiya esa boshqa korxonalar talabini qondirish uchun issiq suv yoki bug' ko'rinishida ularga yuboriladi. Masalan, sulfat kislota ishlab chiqarish korxonasini (1 t.  $H_2SO_4$  ishlab chiqarganda) energiya bilan to'la ta'minlash uchun 0,36 mJ (megaJoul) energiya talab qilinadi. 1 t. sulfat kislota ishlab chiqarganda ajralib chiqadigan kimyoviy energiya esa, 5 mJ ni tashkil etadi. Talabni qondirish uchun bu energiyaning atigi 7 % i yetarlidir.

Nur energiyasi, ultrabinafsha, infraqizil, lazer nurlanishi energiyalari kimyo sanoatida keng qo'llanilmoqda. Masalan, vodorod xlorid sintezi, organik birikmalarni galogenlash, izomerlash reaksiyalari, suvni zaharsizlantirish va boshqalarda.

Nur energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi fotoelektrik qurilma texnologik jarayonlarni avtomatik nazorat qilish va boshqarishda: binolarni isitishda va kosmik texnikani energiya bilan ta'minlashda qo'llaniladi. Quyosh energiyasidan foydalanishning fotokimyoviy usullari ishlab chiqilmoqda. Masalan, suvni fotokimyoviy parchalash va undan vodorod, kislorod ajratib olish usuli kabilardir.

### 1- §. Kimyo sanoatida suv

Suv sayyoramiz yuzasining 70 % ni tashkil etadi. Uning umumiy hajini 1 mlrd. 345 mln. km<sup>3</sup> (1 km<sup>3</sup> 1 mlrd. tonnagateng). Shundan 1 mlrd 137 mln. km<sup>3</sup> yoki 94,1 foizi sho'r, ichishga yaroqsiz suv bo'lib, dengiz va okeanlarda to'plangan. Muzliklardagi (quruqlikning 11 foizi muzliklardan iborat) suv 24 mln. km<sup>3</sup> yoki 1,6 % dir. Ko'l va daryolar suvi 231,2 ming km<sup>3</sup>, atmosfera suvlari 14 ming km<sup>3</sup>, yer osti suvlari 75 ming km<sup>3</sup>. Yerda ichishga yaroqli suv miqdori 4-5 mln. km<sup>3</sup> yoki 0,3 % dir. Muzliklardagi suvni ham qo'shib hisoblaganda 2 % ga yaqin. Hozirgi kunda Yer shari aholisining 1/3 qismida ichimlik suvi tanqis bo'lib turibdi.

Suv xalq xo'jaligining barcha sohalarida, jumladan, kimyo sanoatida ham keng qo'llaniladi. Buning sababi suvda ko'pgina foydali xossalari (universal erituvchi ekanligi, rangsiz, hidsiz, ta'amsiz, zaharsizligi, issiqlik sig'imining kattaligi va boshqalar) borligidandir. Suv kimyo sanoatida turli maqsadlarda ishlatiladi. Masalan, erituvchi sifatida yuvish ishlarida, ashyolarni flotatsiyalashda, isitish, sovitish maqsadlarida, issiq almashtirish jarayonlarida, hatto xomashyo, reagent (masalan: sulfat, nitrat, fosfat, kislotalarini, ishqor va asoslarni ishlab chiqarishda, vodorod olishda, gidroliz va gidratlash reaksiyalarida va boshqalar) sifatida ishlatiladi.

Suvning eng yirik iste'molchilaridan biri kimyo sanoatidir. Shuning uchun ham kimyo korxonalarida suv manbalariga yaqin joylarda quriladi. Masalan, ayrim kimyoviy mahsulotlarning 1 tonnasini ishlab chiqarish uchun quyidagicha suv sarflanadi: aluminiy 1500, po'lat 270, nikel 400, viskoza ipagi 1200, sintetik kauchuk 1600, kapron 2500, nitrat kislota 200, sulfat kislota 50, ammiak 1000, fosfor 15 m<sup>3</sup>/t, faqat bitta kapron zavodi 120 ming kishi yashaydigan shahar ta'minotiga sarflanadigan suvga teng miqdorda suv sarflaydi.

Hozirgi paytda ishlab chiqarish ehtiyoji uchun chuchuk suvning umumiy miqdoridan 40 % ga yaqini sarflanmoqda. Shuning uchun ham Yer sharining ba'zi joylarida ichimlik suvi tanqisligi kuzatilmoqda.

Buni oldini olish, kimyo korxonalariga suv sarfini kamaytirish uchun ishlab chiqarishni yopiq sistemaga o'tkazish, ishlatilgan suvni oqizib yubormay, tozalab qayta ishlatish. Ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, suvdan kam foydalanuvchi texnologiya yaratish, suv bilan sovitish sistemalarini havoda sovitish, sistemalariga o'tkazish lozim.

Tabiiy suvlar kelib chiqishiga qarab uch qismga bo'linadi; 1. Atmosfera suvlari. 2. Yer usti suvlari (daryo, ko'l, dengiz va okean suvlari). 3. Yer osti suvlari.

**Atmosfera suvlari** — yomg'ir va qor suvlari bo'lib, tarkibida begona aralashmalari kamligi bilan tavsiflanadi. Uning tarkibida tuzlar bo'lmaydi. Asosan, suvda erigan gazlar ( $O_2$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ , azot oksidlari, oltingugurtning kislorodli birikmalari organik moddalar) bo'ladi.

**Yer usti suvlari** — daryo, ko'l, dengiz, okean suvlari bo'lib, tarkibida D. I. Mendeleyev davriy sistemasidagi barcha elementlarni uchratish mumkin. Dunyo okeani suvida  $5 - 10^{16}$  t. tuz erigan holda bo'ladi. Agar buncha tuzni Yer shari yuzasiga bir tekisda yoyib chiqilsa, 45 m qalinlikda tuz qatlami bilan qoplangan bo'lur edi. Dengiz va okean suvlarida 23 -  $15^{15}$  t - Cl,  $83 \cdot 10^{12}$  t - Br,  $8 \cdot 10^8$  t - I,  $16 \cdot 10^{14}$  t - Mg,  $48 \cdot 10^{13}$  t - K,  $1 \cdot 10^{10}$  t - Au,  $28 \cdot 10^8$  t — Li bor. 800 mln. tonna molibden, 300 mlrd. t. toriy, 20 ming t. radiy, 164 mln. t kumush bor. Shuning uchun ham keying! yillarda dengiz va okean suvlaridan turli elementlar, tuzlar ajratib olinmoqda. Hozirgi kunda kimyo sanoati har yili dengiz suvlaridan 200 mln. t. dan ko'proq osh tuzi olmoqda. Bundan tashqari ko'plab boshqa elementlar: kaliy, magniy, brom, uran, oltin, temzurudasi, qalay va boshqalar ajratib olinmoqda (1990- yilda dengiz suvidan 22501. uran ajratib olindi).

**Yer osti suvlari** — artezian, bo'loq, quduq suvlari bo'lib, uning tarkibi, u suv to'plagan yoki chiqayotgan joyning tuprog'i va tog' jinslarining tarkibi tuzilishiga bog'liq bo'ladi. U suv tuproq qatlamlaridan filtrlanib o'tganligi tufayli juda tiniq bo'ladi. Tarkibida organik moddalarning qoldiqlari uchramaydi. Kimyo sanoati uchun yirik xomashyo manbai bo'lgan minerallasgan yer osti suvlaridan turli *Idmyoviy* birikmalar ajratib olishdi. Masalan, osh tuzi va undan soda ishqor olinadi. Yana brom va yod hamda ularning turli birikmalari ajratib olinadi.

Suv tarkibidagi barcha begona aralashmalar disperslik darajasiga qamb uchga bo'linadi: 1. Dag'al dispers aralashmalar, zarrachalarning dlometri 100 nm. dan katta. 2. Kolloid dispers aralashmalar, wruchalarning diametri 1—100 nm. gacha. 3. Molekular dispers yoki chin eritmalar.

Dag'al dispers va kolloid aralashmalar mineral yoki organik tnoddalar bo'lib, ular asosan turli alyumosilikatlar, silikatlar, gidratlangan silikat kislotasi, ishqoriy yer metall karbonallari, metallarning asosiy tuzlari (asosan temirning tuzi), o'simliklarning parchalanish mahsulotlari, planktonlar va boshqalardan iborat bo'ladi.

Suvlar ishlatilish sohasiga qarab, *sanoat va ichimlik* suvlariga bo'linadi. Ichimlik suvlariga alohida talablar qo'yiladi (bakteriyalar bilan ifloslanganlik darajasi, ta'mi, nidi, rangi). Masalan, 1 ml suvda umumiy bakteriyalar miqdori 100 tadan oshmasligi kerak. Shundan ichak tayoqchasi 1 litr suvda uchtadan ko'p bo'lmasligi lozim. Umumiy tuzlar miqdori 1000 mg/1. dan oshmasligi talab qilinadi.

Sanoat suvlariga bakteriyalar bilan ifloslanganligi (oziq-ovqat va ba'zi biokimyoviy sanoat tarmoqlaridan tashqari) muhim ahamiyatga ega emas. Begona qo'shimchalarning chegaraviy miqdori ishlab chiqarishning xarakteriga qarab turlicha bo'ladi.

Suvning sifati: tiniqligi, tozaligi, rangi, hidi, harorati, umumiy tuz miqdori, qattiqligi, oksidlanishi va reaksiyasi kabi fizik-kimyoviy xossalari bilan aniqlanadi.

Suvning tiniqligi uning qanchalik qalinlik qatlamida chillik yoki biror harf tasvirini vizual yoki fotoelement yordamida ko'rib uni farqlash orqali aniqlanadi. Suvning tiniqligi unda dag'al dispers mexanik va kolloid zarrachalarning borligi va ularning miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bu aralashmalar suv o'tkazish quvurlarini, apparatlarni ichiga cho'kib, uni tiqilib qolishiga, natijada mehnat unumdorligini kamayishiga yoki turli halokatlarga olib keladi, suvni ko'piklatib yuborishga, elektrolizyorlarning diafragmasini ifloslashga sabab bo'ladi.

Suvning tozaligi uning tarkibidagi har qanday begona aralashmaning soni va miqdori bilan tavsiflanadi. Ular qanchalik kam bo'lsa, shunchalik toza hisoblanadi. Suvning tozaligi inson sog'ligi uchun muhim omil bo'lib, yechimini talab qilinadigan muhim muammo hisoblanadi.

**Umumiy tuz miqdori** (suv tarkibida) mineral va organik aralashmalarining borligi bilan tavsiflanadi. Uni aniqlash uchun 1 litr suvni bug'lantirilganda qolgan qoldiq o'zgarmas massaga kelguncha 110° C haroratda qizdiriladi. Hosil bo'lgan massa umumiy tuz miqdori bo'lib,  $u$  mg/l bilan o'lchanadi. Umumiy tuz miqdori bug'languncha qattiq qizdiriladi va sovigach, o'lchanadi. Massalar orasidagi farqdan organik aralashma miqdori ham aniqlanadi.

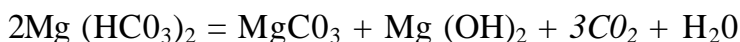
**Suvning oksidlanishi** uning tarkibida organik qo'shimchalarning borligi bilan tavsiflanadi. Suvning oksidlanishi, 1 litr suvni oksidlash uchun sarflangan  $KJ\sqrt{In}_4$  ning mg miqdori bilan aniqlanadi. Buning uchun 1 litr suv olinib, ortiqcha  $KMnO_4$  bilan 10 daqiqa davomida qaynatiladi.

**Suv muhiti** uni muhim — kislotalilik yoki ishqoriylik darajasi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ya'ni, pH bilan tavsiflanadi va pH indikatorlar yordamida aniqlanadi. Agar pH — 6,5 — 7,5 oralig'ida bo'lsa, muhit neytral, pH 6,5 bo'lsa, muhit kislotali va pH — 7,5 bo'lsa, muhit ishqoriy bo'ladi. Tabiiy suvning muhiti neytralga yaqin bo'ladi.

Suvning qattiqligi uning tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlarining miqdori bilan tavsiflanadi. Qattiqlik 1 litr ( $1\text{ dm}^3$ ) suvda bo'lgan  $Ca^{2+}$  yoki  $Mg^{2+}$  ionlarining milligramm ekvivalent miqdori bilan tavsiflanadi. Qattiqlik birligi qilib 20,04 mg/l  $Ca^{2+}$  ion yoki 12,16 mg/l  $Mg^{2+}$  ion qabul qilingan ya'ni 1 litr suvda 20,04 mg/l  $Ca^{2+}$  ion yoki 12,16 mg/l  $Mg^{2+}$  ion bo'lsa, bunday suvning qattiqligi 1 mg/ekv. ga teng bo'ladi.

Suvning qattiqligi uchga: muvaqqat, doimiy va umumiy qattiqlikka bo'ladi.

**Muvaqqat (karbonatli)** qattiqlik suvda kalsiy va magniy gidrokarbonatlarining borligi bilan tavsiflanadi. Suv qaynatilganda ular suvda erimaydigan karbonatlarga aylanib cho'kmaga tushadi. Natijada suv yumshaydi.



*Doimiy (karbonatsiz)* qattiqlik suvda kalsiy va magniyning gidrokarbonatlaridan boshqa barcha tuzlarining borligi bilan ajralib

**tumti.** Ularsuvdaqaynatilgandacho'kmagatiishmaydi. Muvaqqatva doimiy qattqlikbigalikda *wnumiy* qattqlikni hosil qiladi.

Tabiiy suv qattqligiga qarab quyidagi sinflarga bo'linadi:

Suvning qattqlik darajasi	Ilitrusvda $Ca^{2+}$ va $Mg^{2+}$ ionlarining mg/ekv. miqdori
Judayumshoq	0—1,5
Yumshoq	1,5 — 3
O'rtacha qattiq	3 — 6
Qattiq	6 - 10
J            uda            qattiq	10

Suvning qattqligi juda muhim ko'rsatkich bo'lib, suv qizdirilganda kalsiy va magniy kaibonatlari cho'kib, idish devorlarida cho'kindi (qasmoq) hosil qiladi. Kalsiy va magniy sulfatlari esa, suv qaynatilganda cho'kmaga tushmaydi, ammo suvda eruvchanligi kam bo'lganligidan, suv bug'langanda o'ta to'yingan eritmaga aylanib, idish devorlariga qattiq qatlam hosil qilib cho'kadi. U cho'kma issiqlikni yomon o'tkazganligidan (masalan, bug' qozonlarida 1 mm qalinlikdagi qasmoq cho'kindi yoqilg'i sarfini 5 % gacha oshiradi) bug' qozonlarida va issiq almashtirgichlarda unumdorlikni keskin kamaytirib yuboradi.

Undan tashqari bug' qozonlarining devori qattiq qizib ketadi, natijada po'lat oksidlanib o'z mustahkamligini yo'qotadi, kuyib teshiladi, hatto portlab ketadi. Qattiq suv ko'pgina texnologik jaryonlar uchun yaroqsiz hisoblanadi. Masalan, eritmalarni elektroliz qilishda sodani ammiakli (solve) usulida olishda, to'qimachilik, oziq-ovqat sanoatlari va boshqalarda.

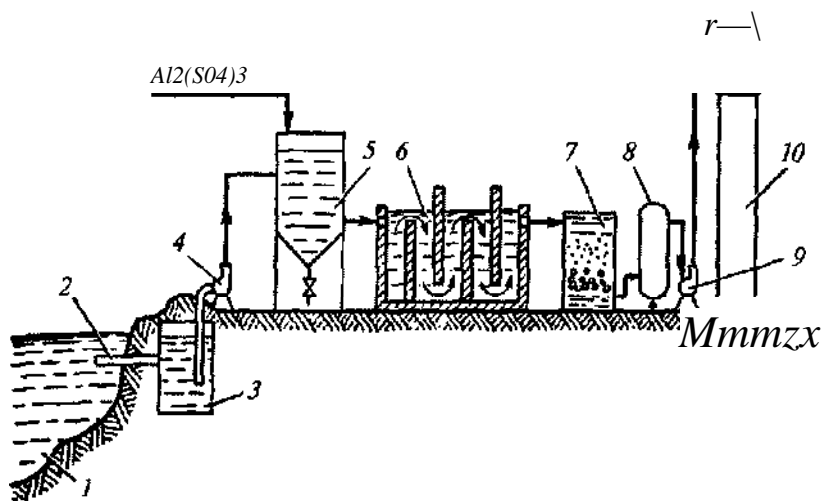
Tabiiy suvdan tozalamay foydalanib bo'lmaydi. Suv manbalaridan keladigan suvni sifatini yaxshilash, *suvni tayyorlash* deyiladi. Suvni tayyorlash bu suvning tarkibidagi begona aralashmalardan tozalash uchun kompleks operatsiyalarni qo'llashdan iboratdir.

## 2- §. ichimlik suvini tayyorlash

Ichimlik suviga alohida talablar qo'yiladi: u toza, tiniq, rangsiz, hidsiz, kimyoviy va bakteriyalar bilan ifloslanmagan bo'lishi lozim, ya'ni ichimlik suvi GOST talablariga javob berishi kerak.



GOSTga binoan ichimlik suvining 1 ml da bakteriyalarning umumiy soni 100 ta dan, ichak tayoqchasining miqdori 1 litr suvda uchtadan ortiq bo'lmasligi shart. Daryo va ko'l suvlari, odatda bu talablarga javob bermaydi, shuning uchun ham ichimlik suvini vodoprovod tarmog'iga berishdan ilgari suv tozalash stansiyalarida tozalanadi. Ichimlik suvini tayyorlash to'rt bosqichli: tindirish, koagulyatsiyalash, filtrlash va zararsizlantirish kabi jarayonlardan iboratdir. Ichimlik suvini tayyorlashning asosiy sxemasi 12- rasmda berilgan. Tozalash uchun suv havza (1)dan, ko'pincha oraliq quduq (dag'al tindirgich 3) orqali olinadi. Unga suv o'z oqimi bilan keladi. Dag'al tindirgichga suv sekin oqib kiradi va unda tiniq dag'al dispers zarrachalardan tozalanadi. Suv olish qurilmasi (2) himoya to'ri bilan jihozlangan bo'lib, yirik narsalarning, shu jumladan baliqlarning qurilmaga tushishini oldini oladi.



**12- rasm.** Ichimlik suvini tayyorlash sxemasi.

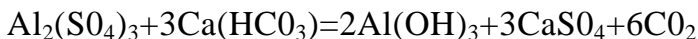
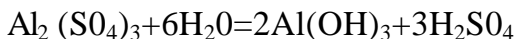
1 — suv manbai; 2 — suv olish joyi; 3 — dag'al tindirgich; 4 — birinchi ko'tarib beruvchi nasos; 5 — aralashtirgich; 6 — tindirgich; 7 — filtr; 8 — xlorator; 9 — ikkinchi ko'tarib beruvchi nasos; 10 — suv bosimi minorasi.

Suvdagi yengil muallaq zarrachalar juda sekin cho'kadi. Kolloid zarrachalar tuproq, silikat kislotalari, gumin kislotalari va boshqalar esa filtrlash va cho'ktirish usullari bilan ajralmaydi. Shuning uchun

suv havzadan yoki tindirgichdan birinchi ko'targich nasos (4) yordamida aralastirgichga koagulyatsiya ko'tarib beradi. Koagulyatorga elektrolitlar —  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$  yoki boshqa birikmalarning eritmaları (koagulyantlar) ham quyiladi. Aralastirgichda (koagulyator) koagulyatsiya jarayoni boradi.

Koagulyatsiya bu — geterogen sistemalarni ajratishning eng samarali usulidir. Bu jarayonning fizik-kimyoviy mohiyatini soddaroq qilib quyidagicha bayon etishi mumkin. Elektrolit juda suyultirilgan eritmalaridan musbat zaryadlangan zarrachalar hosil qilib gidrolizlanadi. Qaysiki, bu zarrachalar manfiy zaryadli kolloid zarrachalarnig yuzasiga adsorblanib uni neytrallaydi. Natijada zaryadsizlangan kolloid zarrachalar bir-biriga yopishib, yiriklashadi va cho'kadi. Koagulyant ioni zaryadi ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) qanchalik katta bo'lsa, koagulyatsiyalash uchun shunchalik kam elektrolit sarflanadi. Bir vaqtning o'zida  $Al_2(SO_4)_3$  muvaqqat qattiqligini ham ancha kamaytiradi.

Aralastirgichda quyidagi reaksiyalar boradi.



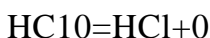
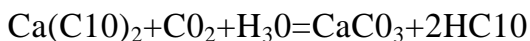
Koagulyatsiya jarayonida hosil bo'lgan keng yuzali iviqsimon cho'kma sekinlik bilan cho'ka boshlaydi va yengil muallaq zarrachalarni o'ziga yopishtirib oladi hamda organik bo'yoq moddalarini ham absorbsiyalab cho'kadi, natijada suv tiniq bo'lib qoladi.

Koagulyant sarfi suvning ifloslanganlik darajasi bilan belgilanadi: bahor paytlarida  $Al_2(SO_4)_3$  dan  $120 \text{ g/m}^3$ , yoz davrida  $70 \text{ g/m}^3$  qishda esa  $20 \text{ g/m}^3$  sarflanadi. Koagulyatsiya jarayonini tezlashtirish uchun ko'pincha iviqsimon cho'kmalarning hosil bo'lishi va uni cho'kishini tezlatuvchi qo'shimcha reagentlar flokulyantlar ishlatiladi. Flokulyant sifatida; aktivlangan silikat kislotasi, karboksimotilsellyuloza, olein kislotasining natriyli tuzi, sintetik polimer materiallar poliakrilamid, polietilenimin va boshqalardan foydalaniladi. Ayniqsa, loyqa suvlarda flokulyantni qo'llash katta samara beradi. Agar suvdagi loyqa miqdoriga nisbatan 1 % poliakrilamid qo'shilganda

koagulyant q shish miqdori 2—3 marta kamayadi, iviqsimon cho'kmaning cho'kish tezligi 10—20 martagacha tezlashadi.

Suv aralashtirgichdan tindiiigichga o'tadi, u yerda koagulyatsiya (flokulyatsiya) tugaydi va suvdagi aralashgan zarrachalar cho'kadi. Tindirgichlar katta sig'imli betondan qilingan hovuz bo'lib, suvni tindirgichda uzoqroq muddat bo'lishini ta'minlash uchim unda to'siqlar o'rnatilgan. Ammo, suvning to'liq tiniqlashuviga ochiq tipdagi qum filtr orqali filtrlangach erishiladi. Suv (qalinligi 2 m gacha bo'ladi) bosim 0,1 m/s tezlikda filtrlanadi. Filtrlovchi material sifatida bir qavat graviy va uning ustida bir qavat zarrachalarining kattaligi 0,5—1 mm bo'lgan 1 m qalinlikdagi qum (kvars qumi)dan foydalaniladi. Suvning loyqalari qum yuzasida o'tirib qolib filtrlovchi yupqa parda hosil qiladi. Vaqt o'tishi bilan bu parda qalinlashadi, natijada suvning tozalanish darajasi ortadi, ammo filtrlanish tezligi kamayadi. So'ngra u filtr tozalash uchun to'xtatiladi va filtrlash boshqasida davom ettiriladi. Odatda, filtrlardan bir nechta bo'ladi.

Koagulyatsiya, cho'ktirish, filtrlash nafaqat suvni begona aralashmalardan tozalaydi, tiniq qiladi, balki 70—80 % gacha mikroblardan ham tozalaydi. Ko'pchilik hollarda tozalangan suvda mikroblar miqdori me'yordan ko'p bo'ladi, shuning uchun filtrdan chiqqan suv zararsizlantirish uchun 8- apparatga yuboriladi. Zararsizlantirish — suvdagi bo'lgan mikroorganizmlar va bakteriyalarni: xlrlash, ozonlash, qaynatish va boshqa yo'llar bilan yo'qotishdir. Suv xlrlash uchun toza xlor yoki kalsiy gipoxloritdan foydalaniladi. Suvni kalsiy gipoxlorit bilan ishlov berilganda atomar kislorod (kuchli oksidlovchi) hosil bo'lib, u mikroorganizmlarni o'ldiradi va organik qoldiqlarni oksidlaydi.



Suv xlrlanganda ortiqcha xlor, suvga ammiak yoki natriy sul'fit qo'shish yo'li bilan yo'qotiladi. Suvdagi qolgan xlarning miqdori 0,2 — 0,4 mg/1. dan oshmasligi kerak. Keyingi yillarda suvni ozon bilan zararsizlantirilmoqda. Bunda ozon parchalanib atomar holdagi

kislorod hosil qiladi. Bunday suv xlorlangan suvdan farq qilib, xlor hidiga ega emas. Zararsizlantirish so'nggi yillarda suvni ftorlash (1 nig/1, gacha ftor,  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  birikmasi shaklida suvga solinadi, bu bir vaqtning o'zida kishilarning tishini yemirilishdan ham himoya qiladi, ultrabinafsha nuri bilan. nurlantirish, ultratovush to'lqinlari bilan ishlov berish kumush ionlari bilan ishlov berish orqali ham amalga oshirilmoqda.

Suv zararsizlantirilgach, ichishga yaroqli bo'lib, ikkinchi ko'tarib berish nasosi yordamida bosim hosil qilish minorasiga ko'tarib beriladi. Bu minora vodoprovodlarda suvning doimiy bosimini ta'minlab turadi.

### **3- §. Sanoat suvlarini tayyorlash**

Sanoat suvlari uchun ham begona aralashmalarining miqdori me'yordan yuqori bo'lmasligi kerak va bu me'yor suvning qaysi tarmog'ida ishlatilishiga qarab turlicha bo'ladi. Masalan, to'g'ri oqimli bug' qazonlari uchun ishlatiladigan suv tarkibida qozon quvurlarini korroziyaga uchratuvchi  $\text{CO}_2$  va  $\text{O}_2$  bo'lmasligi hamda quruq qoldiq miqdori 0,2 — 0,3 mg/1. dan oshmasligi kerak.

Qozonlarda bug' bosimining ortishi ham suvning tozaligiga bo'lgan talabni kuchaytiradi. Masalan, 1 MPabosimda qattiqligi 0,36 mg/ekv bo'lgan suvni ishlatish mumkin bo'lsa, 6 MPa bosimda esa suvning qattiqligi 0,01 mg/ekv. dan oshmasligi kerak. 10 M Pa bosimda esa to'liq tuzsizlantirilgan va kislorodi mutlaqo bo'lmagan suv ishlatiladi.

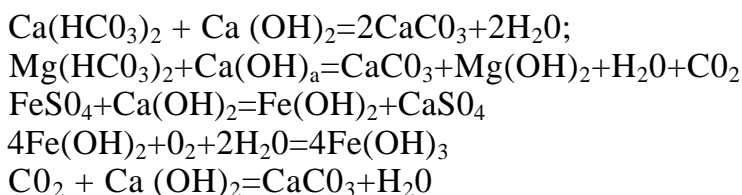
Sanoat suvlarini tayyorlash quyidagi operatsiyalar: koagulyatsiya tindirish va filtrlash, yumshatish, tuzsizlash distillash va deaeratsiyalash orqali amalga oshiriladi. Koagulyatsiya, tindirish va filtrlash jarayonlari, ichimlik suvini tayyorlashdagidek bajariladi. Yumshatish bu suv tarkibidagi qasmoq (cho'kindi) hosil qiluvchi kationlarni ( $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$ ) qisman yoki to'liq yo'qotish orqali amalga oshiriladi.

Suvni yumshatish uch xil: 1) fizik; 2) kimyoviy; 3) fizik-kimyoviy usullar bilan amalga oshiriladi.

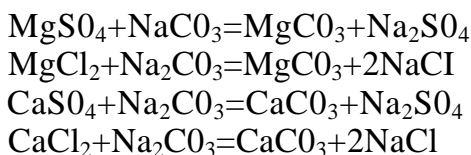
*Fizik usul*, bu suvni qaynatish, distillash va muzlatishga asoslangan. Suv qaynatilganda muvaqqat qattqlik yo'qolishi yuqorida bayon qilingan edi. Distillash va muzlatish orqali ham suv tuzsizlanadi. Distillash bu suvni qaynatib, bug'ini kondensatsiyalab ajratib olishga asoslangan.

Suvni yumshatishning *kimyoviy usuli*, kimyoviy reagentlar ta'sirida va ionlarni bog'lab ajratishga asoslangan. Kimyoviy yumshatishning bir necha ohakli, sodali, natronli, fosfatli usullari bor.

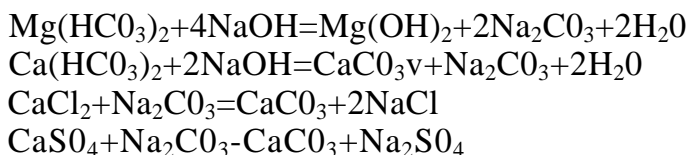
*Ohakii* usulda, suvga so'ndirilgan ohak ta'sir etiladi. Bunda muvaqqat qattqlik yo'qoladi, temir ioni va  $\text{CO}_2$  ni bog'lab ajratib olinadi.



Sodali usulda suvga kalsinatsiyalangan soda qo'shib doimiy qattqlik yo'qotiladi.

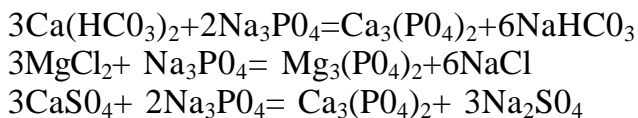


Natron usulda, suvga o'yuvchi natriy ta'sir ettirilib, muvaqqat qattqlik yo'qotiladi.



Reaksiya natijasida hosil bo'lgan suvning doimiy qattqligini yo'qotishda ishtirok etadi (Sodali usulga qarang).

Fosfatli usulda natriy fosfat bilan ham muvaqqat, ham doimiy qattqlik yo'qotiladi.



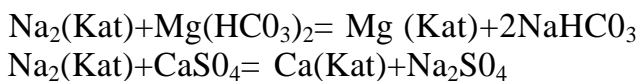
Kalsiy va magniy fosfatlarining eruvchanligi juda kamligi sababli bu usulda qattiqlik tola (% 0,03 g — ekv/1 gacha) yo'qotiladi. Ammo yuqoridagi boshqa usullardan ko'ra qimmatga tushadi. Ohakli sodali usullarda suv dag'al yumshaydi (0,3 g — ekv/1 gacha).

Amaliyotda suvning qattiqligi awal arzon reagentlar yordamida, masalan,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  bilan, so'ngra qattiqlikni to'liqroq yo'qotish uchun  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  dan foydalaniladi.

Keyingi yillarda o'zining oddiyligi, yuqori samaradorligi va iqtisodiy arzonligi sababli *fizik-kimyoviy*, ya'ni ion almashinishi usuli keng qo'llanilmoqda. Ion almashinish usuli bilan suvni yumshatish, suvdagi  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlarini o'z kationlariga almashtirish xossasiga egabo'lgan kationitlar yordamida qattiqlikni yo'qotishga asoslangan. Shunday xossaga ega bo'lgan birikmalarini *ionidlar* deyilib, ular kationit va anionitlarga bo'linadi.

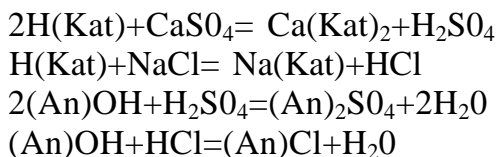
Kationitlar tarkibida odatda, harakatchan natriy kationiti yoki vodorod kationiti saqlaydi. Anionitlar esa harakatchan gidroksil ( $\text{OH}$ —anionit) guruh saqlaydi. Na — kationit sifatida turli xildagi alyumosilikatlar: gloukonit, seolit, permutit va boshqalar, Na — kationiti sifatida esa, sulfurlangan ko'mir sintetik sxemalardan foydalaniladi. OH — anionitlar sifatidan yuqori molekular moddalar masalan, karbomidli smolalar ishlatiladi.

Suvni Na — kanionit bilan yumshatish reaksiyasi tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

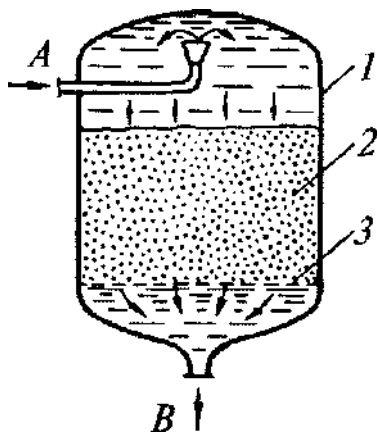


Bunda, (*Kat*) — kationitning almashinish reaksiyasida ishtirok etmaydigan qismi.

Suvdagi barcha tuzlarni yo'qotish (tuzsizlash) uchun, suv navbat bilan awal Na — kationitdan, so'ngra OH — anionitdan o'tkaziladi:



Ion almashinish reaksiyasi qaytar bo'lib, ionitning ion almashinish xossasini qayta tiklash mumkin. Buning uchun ionit regeneratsiyalanadi. Natriy kationitni osh tuzining eritmasi bilan, vodorod kationitni mineral kislotalarning eritmasi bilan regeneratsiyalanadi. Anionitlar esa ishqor eritmasi bilan regeneratsiyalanadi. Ionit filtrining tuzilishi 13- rasmda berilgan.



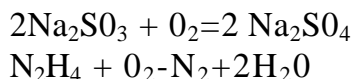
**13- rasm.** Kationit filtrining tuzilishi.

1 - korpus; 2 - kationit qavati; 3 - qalpoqchali panjara; A - suv yoki regeneratsiyalanadigan eritmaning kirishi; B — suv yoki regeneratsiyalangan eritmaning chiqishi.

U po'latdan yasalgan silindrsimon korpus bo'lib, tepasi gum-bazsimon bekilgan, ostidan suv chiqadigan teshigi, tepasiga yaqin joyida, yon tomonida suv kiradigan quvuri bo'ladi. Uning ichiga ostki qismida metall chambara (to'r) o'rnatilgan bo'lib, uning ustiga 2 — 4 m qalinlikda ionit donachalari (sharchalar shaklida) solingan bo'ladi. Suv filtrning tepasidan kirib, ionit orqali tozalanib o'tadi va

filtrning ostki qismidan chiqarib olinadi. Regineratsiyalashda esa tepa qismidan osh tuzi ishqor yoki kislota kiradi va ionit orqali o'tib, uni regeneratsiyalaydi va ostidan chiqarib olinadi.

Deaeratsiyalash, bu suv tarkibida bo'lgan gazlarda suvlarni tozalash bo'lib, ikki xil fizik va kimyoviy usullar yordamida amalga oshiriladi. Fizik usulda, suv qaynatiladi, natijada suvda erigan gazlar ( $\text{CO}_2$  va  $\text{O}_2$ ) ajralib chiqadi, suv deaeratsiyalanadi. Kimyoviy deaeratsiyada suvga  $\text{CO}_2$  va  $\text{O}_2$  ni biriktirib oluvchi reagentlar qo'shiladi. Suvni kimyoviy usulda yumshatilganda suv  $\text{CO}_2$  dan tozalanadi. Suvdagi kislorod esa kuchli qaytaruvchilar ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$   $\text{N}_2\text{H}_4$  — gidrozin) qo'shish orqali biriktirib olinadi.



#### **4- §. Sanoatda suv sarfini kamaytirish yo'llari**

Har yili sayyoramizdagi mavjud daryolarda oqqan suvning barchasini birgalikda qo'shib hisoblaganda, uning 600—700  $\text{km}^3$  ga yoki 9 % sanoat va maishiy ehtiyojlar uchun sarflanadi. Shundan 150  $\text{km}^3$  qaytmas holda sarflanib, 500  $\text{km}^3$  ga yaqini esa toza suv bilan aralastirilib (suyultirilib) yana daryo, ko'l va dengizlarga quyiladi. Suyultirish uchun dunyodagi daryolarning 40 % ga yaqin suvi sarflanadi. Shuning uchun insoniyat oldida dunyoda suvning tugash xavfi emas balki, ichishga yaroqli bo'lgan toza sifatli chuchuk suvning tugab qolish muammosi turibdi.

Bunday suv resurslaridan samarali foydalanish kabi murakkab vazifani hal qilish uchun ishlab chiqarishning ilmiy asoslangan suv sarfryoti me'yori hamda har bir jarayon uchun eng kam toza suvni sarflashni nazarda tutuvchi yangicha texnologik sxemalarni yaratish, shuningdek, ifloslangan suvni chiqarib tashlamaydigan yopiq sistemalarni joriy qilish zarur.

Ishlatiladigan suvni tozalash katta iqtisodiy chiqimlar bilan bog'liq. Korxonani suv bilan ta'minlashning murakkab sistemasi va korxonadan chiqqan chiqindi suvni tozalash qurilmalarini barpo



etish kabi ishlab chiqariladigan mahsulot tannarxini oshirishga olib keladi. Masalan, suvni filtrlashning o'zi toza daryo suviga nisbalan uning tannarxini 1,5 martaga oshiradi. Qisman suvni yumshatish esa 8 marta, suvni tuzsizlantirish, to'liq yumshatish esa 10—11 martagacha oshiradi. Kimyo korxonasi juda katta mablag'i suv tozalash qurilmalarini qurish uchun (korxonada umumiy kapital mablag'ining 10—15% dan ko'prog'i) sarflanadi.

Kimyo korxonalarida suv sarfini kamaytirish uchun yo'nalish orqali amalga oshirilishi mumkin: 1. Ishlatilgan suvni yana qayta-qayta ishlatish. 2. Suvli sovitkichlarni havo sovitkichlariga almashtirish. 3. Oqova suvlarni tozalash va qayta ishlatish.

Sanoatda foydalaniladigan suvning 45 % gacha miqdori issiq almashtirgichlarda sovitish maqsadida ishlatiladi. Bu suv u qadar ko'p ifloslanmaydi va ko'p martalab qayta ishlatilishi mumkin. Buning uchun har gal ishlatishdan oldin gradirlarda (issiq suvni yuqoridan sachratish orqali sovitadigan minorasimon qurilma) va suvni sachratib, sovitish havzalarida (bunda maxsus quvurlar orqali issiq suv yuqoridan ochiq hovuzlarga, dushdan suv oqqanidek sachratilib) sovitiladi.

Ishlatilgan suv neftni qayta ishlash sanoatida keng qo'llaniladi. Masalan, 1965—1970- yillarda 1 t neftni qayta ishlash uchun 10 m<sup>3</sup> suv sarflanar edi. Hozirgi paytda esa faqat 1,15—1,18 m<sup>3</sup> suv sarflanadi xolos.

Yopiq sistemali suv ta'minoti asosida ishlovchi korxonalarining suvi ishlatilib bo'lgach, chiqarilib awal tindiriladi, aralashgan qattiq zarralar ajratib tashlanadi. Qisman tuz va reagentlarda tozalanadi, so'ngra yana texnologik jarayonga yuboriladi. Bunda faqat bug'lanib ketgan suv o'rni toza suv qo'shish bilan to'ldirib turiladi xolos. Yopiq sistemali suv ta'minoti asosida ishlaydigan korxonalar misol sifatida olinadigan kombinatning, misol sifatida boyitish fabrikasini misol qilib keltirish mumkin. Sanoatda suv sarfini katta miqdorda kamaytirish imkonini beradigan yo'nalish suvli sovitkichlarni havo sovitkichlariga almashtirishdir. Kam chiqindi chiqaradigan texnologiyani, suv ishlatilmaydigan texnologik jarayonlarni ishlab chiqarishga joriy qilishdir.

## ***IVBOB. TABIAT MUHOFAZASIVA SANOAT CHIQITLARINITOZALASH***

Tabiat — insonning yashashi uchun zarur bo'lgan resurslar manbaidir. Havo, suv, tuproq (atmosfera, gidrosfera va litosfera) mana shu uch tayanch tufayligina insoniyat abadiy mavjud bo'la oladi. Insonlar faoliyati natijasida tabiatning o'zgarishi shubhasiz. Bu o'zgarish ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiy qilib borgani sari kuchayib boradi. Tabiatdagi hamma narsa bir-biriga uzviy bog'liq va nisbiy muvozanatda bo'ladi.

Keyingi yillarda bu o'zgarishlar shunchalik kengayib katta masshtabga yoyilib ketdiki, uning oqibatida tabiatdagi mavjud nisbiy muvozanatning buzilish xavfi tug'ildi. Har yili dunyoda 120 mlrd. t. ruda qazib olinadi. Uning atigi 2 foizidan foydalaniladi. 98 foizi esa chiqindi sifatida tashlanadi. 60 mln t. sintetik moddalar, 100 mln. t. mineral o'g'it, 3 mln. t. zaharli kimyoviy birikmalar ishlab chiqariladi. Bularning bari atrof-muhitni ifloslaydi. Atrof-muhitning ifloslanishi insoniyat sog'lig'i uchun katta xavf tug'dirmoqda hamda ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyotiga to'siq bo'lmoqda. Shuning uchun ham atrof-muhitning muhofazasi umumbashariy muammoga aylandi.

Birinchi marta havoning ifloslanishi natijasida ommaviy kasallanish 1930- yili Belgiyada qayd etildi. 1952- yilda esa Londonda ushbu kasallik tufayli 4000 kishi vafot etdi. Yevropa mamlakatlari va AQShda surunkali bronxid kasalligidan o'lim har o'n yilda ikki marta ortayotganligini aytib o'tish kifoya. Xalqaro Sog'liqni Saqlash qo'mitasining ma'lumotlariga ko'ra har to'rtta rak kasalligining uchtasi atrof-muhitning ifloslanishi bilan bog'liq ekan.

Ayniqsa, atrof-muhitdagi kimyoviy mutagenlarning ortishi natijasida inson organizmida noqulay mutatsiyalarning hosil bo'lish mumkinligi katta xavf tug'dirmoqda. Buning natijasida aqliy va jismoniy zaif chaqaloqlar tug'ilishi ko'payadi yoki yangi qurilgan oilalarda chaqaloq tug'ilmaydi, tug'ilganda ham kasallik bilan tug'iladi. Hozirgi kunda ko'pgina mamlakatlarda tug'ma kasalliklardan o'lish, bolalar yuqumli kasalliklaridan o'lishga qaraganda ko'p.

Yana bir global muammo stratosferadagi ozon himoya qavatining buzilishi bilan bog'liq. Mutaxassislarining bergan ma'lumotiga ko'ra Yerning Quyosh radiatsiyasidan himoya qilib turgan ozon himoya qavatining buzilishi, barcha jonzotni radiatsion o'limga mahkum etish mumkin. Bulardan tashqari ekologik ifloslanish qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligining kamayishiga, hayvonlarda sutning kamayishiga, o'lim sonining ortishiga olib kelmoqda.

Tabiatni qo'riqlash deganda, davlat va jamiyatning tabiat resurslaridan oqilona foydalanish va tabiiy resurslarni qayta tikiash, hozirgi va kelajak avlodlarning material va maishiy ehtiyojini qondirish maqsadida atrof-muhitni ifloslanishi va buzilishining oldini olishga qaratilgan tadbirlari sistemasi tushuniladi.

«Tabiatni qo'riqlash» so'zi 1913- yilda tabiatni qo'riqlashga bag'ishlab Shveysariyada o'tkazilgan I Xalqaro s'ezdan keyin keng tarqaldi. Shundan keyin ko'pgina rivojlangan mamlakatlar (AQSh, Rossiya, Fransiya va boshqalar) tabiat muhofazasiga oid bir qancha qarorlar qabul qildi, tashkilotlar tuzildi. Ayniqsa, Birlashgan millatlariar tashkiloti o'zining sessiya va ixtisoslashgan qo'mitalarida tabiatni qo'riqlash muammosini bir necha bor muhokama qilgan. 1962- yilda BMT Bosh Assambleyasi Mongoliyaning taklifiga binoan «Tabiatni qo'riqlash va iqtisodiy taraqqiyot» deb ataluvchi qaror qabul qildi. Unda BMTning shu sohadagi siyosati aniqlab berilgan edi.

1972- yilda BMTning Stokgolmda bo'lib o'tgan konferensiyasining qaroriga binoan 1973- yildan boshlab atrof-muhitni muhofazasi bilan shug'ullanuvchi maxsus ixtisoslashgan tashkiloti (YuNEP) ish boshladi.

1948- yilda tabiat resurslari va tabiatni qo'riqlash xalqaro ittifoqi (MSOP) tuzilgan bo'lib, bu ittifoqqa 1980- yilda 105 mamlakat birlashgan edi. MSOP faoliyati an'anaviy yo'nalishi bu tirik tabiatni muhofaza qilishdir. Dunyoda hozirgi kunda 300 dan ortiq tabiatni muhofaza qilish xalqaro tashkilotlari faoliyat ko'rsatmoqda.

Tabiatni qo'riqlash deganda, uning turli qismlari: atmosfera, suv resurslari, tuproq, yer osti boyliklari, landshaftlar, o'simlik va hayvonot olamini muhofaza qilish nazarda tutiladi. Ularning barchasi bir-biri bilan ekologik bog'liq bo'lib, bittasining buzilishi boshqasining o'zgarishiga olib keladi. Masalan, tarkibida oltingugurt saqlovchi yoqilg'ini yoqish, atmosferani SO<sub>2</sub>gazi bilan ifloslanishiga olib kelsa, o'z navbatida SO<sub>2</sub>ning havodagi suv bug'lari, yog'inlar ta'sirida

kislotaga aylanib yerga tushishi, tuproqni va suvni ifloslaydi. Pestisidlarni keng qo'llash, atmosfera, suv, tuproqni zaharlash bilan bir qatorda, o'simlik va hayvonlarga saibiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ham tabiatni qo'riqlash kompleks echini talab qiluvchi vazifadir.

Barcha mamlakatlarda zararli moddalarning me'yoriy darajasidagi konsentratsiyasi (MDK) ishlab chiqilgan. O'zbekistonda hozirgi paytda sobiq ittifoq davrida qabul qilingan (MDK) amalda qo'llanilmoqda. Masalan, atmosfera ifloslanishining me'yoriy darajadagi konsentratsiyasi me'yori shunday konsentratsiyaki, kishiga bevosita yoki bilvosita zararli ta'sir etmaydi. Uning ish qobiliyatini pasaytirmaydi. Kayfiyati va sog'lig'iga saibiy ta'sir ko'rsatmaydi. Ayrim moddalarning MDKsi quyidagi 2- va 3- jadvallarda berilgan.

2- jadval.

Atmosferada ba'zi bir zararli moddalar konsentratsiyasining me'yoriy darajasi (MDKmg/m<sup>3</sup>hisobida)

Moddalar	Bir martalik me'yori	O'rtacha sutkalik me'yori	1/ch korxonasiidagi me'yori
Ammiak	0,2	0,2	20
Atsetaldegid	0,1	0,1	5,0
Atscton	0,35	0,35	200,0
Geksaxloran	0,03	0,03	0,1
Ksilollar	0,2	0,2	50,0
Fenol	0,01	0,01	50,0
Metanol	1,0	0,5	5,0
Uglerod (II) oksid (CO)	3,0	1,0	20,0
Azot oksidlari (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ga hisoblanganda)	0,085	0,085	5,0
Formaldegid	0,035	0,012	0,15
Simob (bug'lari)	0,0003	0,0003	0,01
Vodorod sulfid	0,008	0,008	10,0
Uglerod sulfid	0,03	0,005	10,0
Oltinugurt (IV) oksid	0,03	0,005	10,0
Vodorod xlorid	0,2	0,2	50,0
Uglerod (IV) xlorid	4,0	2,0	20,0

## Suvda ba'zi birikmalar konsentratsiyasining me'yoriy darajasi

Birikmalar	MDK mg/m <sup>3</sup>	Birikmalar	MDK mg/m <sup>3</sup>
Anorganik moddalar	—	Organik moddalar	
Kislotalar (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HNO <sub>3</sub> )	30	Benzol	0,5
Mishyak va uning birikmalari	0,05	Ksibllar	0,05
Smob (il) birikmalari	0,05	Merkaptanlar	0,01—2
Sulfidlar	0,1	Neft va neft mahsufotlari	0,05
Ftor va uning birikmalari	1,5	Smolalar	20—50
Xtor	0,00	Stirol	0,1
Sianidlar	0,1	Ooluol	0,5
		Fenol	0,002
		Formaldegid	0,5
		Xlorbenzol	0,1

Juda ko'p moddalar uchun MDK aniqlangan. Ko'pgina shaharlarda suv, havo va tuproq tozaligini tekshirib turadigan maxsus stansiyalar ishlab turibdi.

### 1- §. Atmosfera muhofazasi

Atmosferadagi havo massasi  $5,15 \cdot 10^{15}$  t. danko'proqdir. Uning asosiy qismi (80 % gacha) Yerga yaqin joyga troposferadadir. Troposferaning qalinligi 11—12 km. Undan keyingi qatlam stratosfera deyilib, Yer yuzidan 20—50 km balandlikni egallaydi. Havoning qolgan qismi shu qatlamda joylashgan. Stratosferada ozon qatlami joylashgan. Ozon qatlami tirik organizmlarni ultrabinafsha nurlar ta'sirida himoya qiladi. Ozon qobig'i to'lqin uzunligi 290 nm va undan kichik ultrabinafsha nurlarini ushlab qoladi va tirik oiganizmga foydali bo'lgan to'lqin uzunligi katta ultrabinafsha nurlarni o'tkazadi.

Atmosfera Yerdagi tirik organizmlarni kosmik nurlarining qudratli oqimidan himoya qiladi. U issiqlikni saqlab turuvchi filtr bo'lib, Yerni keskin sovib yoki isib ketishidan asraydi. Atmosfera bo'lmaganda sutkalik harorat o'zgarishi  $200^{\circ}\text{C}$  (+  $100^{\circ}\text{C}$  dan kunduzi, -  $100^{\circ}\text{C}$  gacha kechasi) bo'lar edi.

Atmosfera havosining tarkibi nisbatan doimiydir. Uning tarkibi 78,03 % azotdan, 20,95 % kisloroddan, 0,03 % karbonat angriddan va 0,93 % argondan iborat. Bunday doimiy nisbat barcha tirik organizmlar uchun juda muhim ahamiyatga egadir. Havo tarkibida yana ozroq inert gazlari va suv bug'lari (3—4 % hajm bo'yicha) bo'ladi.

Sanoat va transportning rivojlanib borishi natijasida kislorod sarfi kun sayin ortib bormoqda. Kislorodni iste'mol qiluvchi manbalar avtomobil va samalyotlardir. Hozirgi kunda dunyoda 700 mln. avtomobillar bor. Ularning soni har yili aholi o'sishiga nisbatan 5 marta tezroq o'smoqda. Hozirgi zamon reaktiv samolyotining bittasi Amerikadan Yevropagacha uchib kelganda 50—1001. gacha kislorodni yoqilg'ini yonishi uchun sarflaydi. Shuncha miqdor kislorodni bir kunda 10 ming gektar o'rmon ishlab chiqaradi.

Mutaxassis olimlarning hisoblariga qaraganda, hozirgi paytda sayyoramizdagi o'simliklar chiqaradigan kislorodning 10—25 % i turli yoqilg'ilarning yonishi uchun sarflanmoqda. O'rmon zaxiralarning kamayib borayotganligi, suvning ifloslanishi sababli suvo'tlari chiqaradigan kislorod miqdorining kamayib ketayotganligi atmosfera kislorodi miqdorining kamayishiga olib kelmoqda.

Kislorod zaxiralaridan foydalanish ortib borishi, ekvivalent miqdorida atmosferada  $\text{CO}_2$  ning ko'payib ketishiga sabab bo'lmoqda. BMT ma'lumotlariga qaraganda, keyingi yuz yil ichida Yer atmosferasida  $\text{CO}_2$  ning miqdori 10—15 % oshgan. Ya'ni 400 mlrd. t. ga etgan. Biryilda atmosferaga 270 mln.t.  $\text{CO}_2$ , 60 mln. t. dan ko'p azot oksidlari, 70 mln. t. uglevodorodlar chiqarib tashlanmoqda.

Atmosferada  $\text{CO}_2$  ning miqdori ortishi natijasida yorug'lik energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi va parnik effekti deb ataladigan holat yuzaga kelishi mumkin, deb hisoblanmoqda.

Ob-havo bo'yicha xalqaro konfirensiyaning bergan ma'lumotlariga ko'ra  $\text{CO}_2$  miqdorining ortishi Yer shari haroratining  $1,5$ — $3^{\circ}\text{C}$  ga oshirishi mumkin. Yer yuzasining bunday isishi qutbdagi muzliklarni beto'xtov erishiga va dunyo okeanlari sathini 4—8 m gacha

ki tarilishiga olib keladi. Bu z navbatida quruqlikni butunlay suv bosishiga olib kelishi mumkin.

Atmosferani zaharlovchi asosiy manbalardan biri bu avtomobil va samolyotlardir. Bir avtomobil bir yilda rtacha 800 kg dan ko'proq zaharli uglovodorodlar, 40 kg azot oksidlari, 200 kg aldegidlar, anchagina CO (50 ot kuchiga ega b Igan 1 avtomobil 1 daqiqada 60 litr CO chiqaradi), 3,4 benzpiren, qo'rg'oshin oksidlari, oltingugurtli birikmalar qurum va boshqa k pginina toksillarni atmosferaga chiqarib tashlaydi.

Kimyo sanoati ham atmosferani ifloslantirmoqda. Kimyo sanoati asosan azot oksidlari, oltingugurt oksidlari, uglevodorodlar, galogenglar va boshqalami atmosferaga ko'plab chiqarib tashlamoqda. Atmosfera havosida hozirgi paytda 900 mln.t. dan ko'proq doimiy ravishda ifloslantiruvchi moddalar mavjud.

Atmosferaga tushuvchi zararli aralashmalar 2 guruhga b linadi.

1. Muallaq zarrachalar (aerozoliar), chang, tutun va tumanlar. Tutun — ichida qattiq modda — zarrachalar bo'lgan gazlar aralashmasidan iborat sistema. Tuman — ichida suyuqlik tomchilari bo'lgan gazlar aralashmasidan iborat sistemadir.

2. Gazsimon va bu simon moddalar. Birinchi guruhga anorganik va organik moddalarning qattiq muallaq osilib turuvchi zarrachalari hamda turli korxonalarda puflab atmosferaga chiqarib tashlanuvchi gazlar bilan hamda ventilyatsiya sistemalaridan chiqqan suyuqlikni mayda tomchi va zarrachalari kiradi.

Anorganik changlar sanoatda metallarning rudalaridan ajratib olishda, alyumosilikatlarni turli mineral tuzlarni, qayta ishlaganda, itlar, karbitlar, sement va boshqa k pginini anorganik moddalarni ishlab chiqarishda hosil b ladi. K mir slanets, torf, yo och, saja, rezina asfalt kabilarni changsimon zarrachalari simliklarni himoya qiluvchi vositalarning aerozollari va boshqalar organik modda zarrachalaridir. Tumanlarni esa, kislotalar va ularning angidridlari havodagi suv bug'larida erib hosil qiladi. Yana neftni qayta ishlash sanoati, transport, qishloq xo'jalik aviatsiyasi kabilar atmosferaga chiqarib tashlaydigan og'ir suyuq qoldiq va chiqindilar ham tumanlar hosil qiladi.

Atmosferadagi qattiq va suyuq zarrachalarning disperslik darajasi juda katta bo'lib, o'nlab mikrondan yuzlab mikrongacha chegarada o'zgarib turadi.

Ikkinchi guruh gazsimon va bug'simon aralashmalar nihoyatda lurli-tuman bo'lib, ularga kislota, gologen va galoidli birikmalar gazsimon oksid, aldegid, keton, spirt, uglevodorod, amin, pirin, merkaptan, efir, vodorod sulfid va boshqalar ko'pgina gazsimon sanoat chiqindilari kiradi. Gazsimon sanoat chiqindilarini tozalash nafaqat odam hayvon yoki o'simlikka zararli ekanligi uchungina /arur, balki bunda juda ko'p miqdorda iqtisodiy zarar ham ko'riladi.

Masalan, ko'plab qimmatbaho mahsulotlar — organik erituvchilar, metallar, oltingugurt oksidlari va boshqa moddalar yo'qotiladi. Masalan, ko'mir shaxtalarida changning miqdori 470 — 500 mg/ m<sup>3</sup> ga etadi. Rotor tipidagi kombayin bilan ko'mir qazilganda changning miqdori 1300 mg/m<sup>3</sup>ga frezer tipidagi kombayin qo'llanilganda 3000 mg/m<sup>3</sup> ga yetadi. Agar ko'mir qazishdan awal sugorilsa havoda changning konsentratsiyasi 200—300 mg/m<sup>3</sup>ga qadar kamayadi.

Ko'mir shaxtalarida qo'llaniladigan ventilyatsiya qurilmalarining ishi natijasida bir daqiqada 1200 m<sup>3</sup> chang tashqariga — havoga chiqarib turiladi, buning natijasida shaxta ichidagi havoda changning miqdori 30—40 mg/m<sup>3</sup> chamasida saqlamb turadi. Bu tadbir tufayli juda ko'p mahsulot yo'qotiladi va atmosfera havosi ifloslanadi, agar changlar tutib qolinsa, qo'shimcha mahsulot hosil bo'ladi.

Kon havosidagi chang turli mamlakatlarda turlicha yo'llar bilan kamaytiriladi. Masalan, Angliyada bu maqsadda suv berish usulidan tashqari maxsus chang yutuvchi asboblar qo'llaniladi. Germaniyada kalsiy xloridli pastadan foydalaniladi. Chunki kalsiy xlorid gigroskopik modda bo'lganligi uchun havodagi namni tortib rudani ho'llab turadi. Bundan tashqari havoda ximikatni bo'lishi metallarni korroziyalab ishdan chiqaradi. Sanoat tumanlarida po'lat qishloq joylariga nisbatan 3—4 marta tezroq zanglaydi.

Atmosferani zararli qo'shimcha va tashlandiqlardan himoya qilishning nisbatan optimal varianti bu yangi ishlab chiqarish jarayonlari gazlarni atrof-muhitga chiqishini butunlay yo'qotish yoki maksimal kamaytirishga, awalo, ayrim jarayonlarni va butun ishlab chiqarishni yopiq aylana tizimga o'tkazish, chiqindi va xomashyodan kompleks foydalanish asosida chiqindisiz jarayonlarini joriy qilish apparat va uskunalarini qurilish va mexanizmlarni takomillashtirish energiyaning yangi manbalaridan foydalanishga o'tish orqali erishiladi.



Masalan, rangli metallurgiya hozirgi vaqtda sulfat kislotasi ishlab chiqarish uchun kerak bo'lgan  $\text{SO}_2$  ning 30 % ga yaqinini bermoqda. Qaysiki, ilgari atmosferaga chiqarib tashlanar edi. Bu kislotaning tannarxi an'anaviy usulda olingandagiga nisbatan 30 % ga arzon tushadi.

Metallurgiyada, atmosferaga zararli chiqindilarni chiqarib tashlashni rudalarni to'g'ridan-to'g'ri kislorodsiz qaytarish usuliga o'tish va po'latni elektr pechlarida suyuqlantirib olish orqali keskin kamaytirish mumkin. Shahar va turnanlarning atmosfera havosining markaziy isitish sistemalarida qattiq yoqilg'i o'rniga gazdan foydalanish orqali ancha tozalash mumkin.

Avtotransport bu ishni ikkinchi yonish dvigatellarning konstruksiyasini takomillashtirish avtomobil tutunlarini neytrallovchi qurilmalarni qo'llash, etillangan benzindan voz kechish, benzin yoqilg'isini siqilgan gaz, vodorod va elektr energiyasiga almashtirish orqali amalga oshirish mumkin. Ammo texnika va texnologiyaning hozirgi holati atmosferaga zararli moddalarning tushishini to'liq oldini olish imkonini bermaydi. Shuning uchun ham atmosferani himoya qilishning nisbatan oddiy vositasi bo'lib, turli gaz tozalash qurilmalari xizmat qiladi.

**Gazlarni tozalash usullari.** Gazlarni tozalash usullarini tanlash, aralashmalarning fizik-kimyoviy xossalari, konsentratsiyalari, agregat holatlari, dispersligi, harorati, namligi vaboshqa shu kabilar bilan aniqlanadi. Sanoatda gazlarni aerozollardan tozalash usullari: mexanik va elektrostatikga bo'linadi. Mexanik moddani tozalash quruq va ho'l holatda bo'lishi mumkin.

1. Mexanik tozalash quyidagi usullarda olib boriladi.

a) gravitatsion ushlab qolish kichik tezlikda changlatilgan gaz oqimidagi chang zarrachalarining og'irlik kuchi ta'sirida cho'kishiga asoslangan. Bu usul faqat gazni taxminiy dag'al tozalash uchunгина foydalaniladi. Buning uchun tindirgichli gaz mo'rilar va chang cho'ktirgich kameralari qo'llaniladi.

b) inersion usulda chang ushlab, boshlang'ich harakat yo'nalishini saqlab qolishga intiluvchi gaz oqimining yo'nalishi o'zgartirilganda, gazga aralashgan muallaq chang zarrachalarining inersiya kuchi ta'siriga asoslangan bo'ladi. Bu usul changlanish darajasi kichik ( $1,5 \text{ g/sm}^3$  gacha) bo'lgan gazni changdan taxminiy dag'al

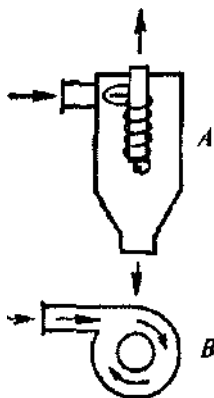
lozalashda qo'llaniladi. Bunda yog'och pardali va konus xalqali nasadkasi bo'lgan inersion chang ushlagichlardan foydalaniladi. Tozalash darajasi zarrachalarining dispersligiga bog'liq holda, 20—70 foizgacha bo'ladi. Bu ikki usul ko'pchilik hollarda alohida mustaqil loydanilmay, balki gaz chiqindilarini qattiq aralashmalaridan tozalanishning bosqichlaridan bin sifatida foydalaniladi.

d) markazdan qochma usulda chang ushlash, bu usul tozalovchi gazni siklon-apparatida qattiq aylantirish yoki apparatning o'zini aylantirish natijasida hosil bo'luvchi markazdan qochma kuch ta'siriga asoslangan bo'lib gazlarni dag'al va o'rtacha tozalashda keng qo'llaniladi. Siklon apparatining sxemasi 14-rasmda berilgan. U ikki silindrdan iborat bo'lib, biri ikkinchisining ichiga kiritilgan.

Tashqi silindrning osti konus-simon shaklda bo'lib, u yerda chang zarralari to'planadi va chiqarib olinadi. Changli zarralar katta tezlikda siklon apparatiga maxsus teshikdan kirib aylanib changdan tozalanib ikki silindr orqali apparatdan chiqadi.

Markazdan qochma kuch ta'sirida chang zarralari tashqi silindrning ichki devoriga urilib, so'ngra ostiga yig'iladi. Bunday siklonlar diametri 6 mkm dan katta bo'lgan chang zarralarini yaxshi ushlab qoladi.

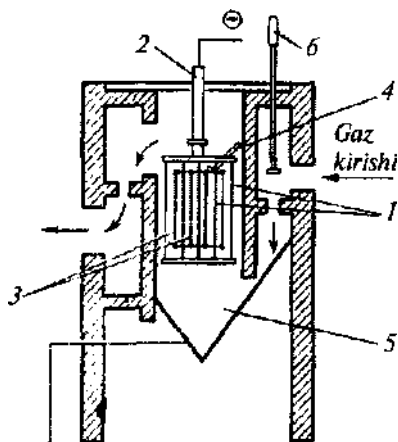
e) gazlarni filtrlash orqali chang ushlash usulida changlangan gazlar gazlama filtridan o'tkaziladi. Filtr materiali sifatida paxta, jun, sintetik, tola, shisha tola, asbest yoki ular asosida tayyorlangan gazlama hamda g'ovak keramik va metalokeramik buyumlar ishlatiladi. Bu usulda to'liq chuqur tozalash imkoniyati tug'iladi. Bu usulning ustunlik tomoni shundaki, qurilmalarni arzon yuqori darajada tozalaydi. Yuqori haroratli gazni ham agressiv gazlarni ham tozalash mumkin. Uning kamchiligi shundaki filtr gaz oqimiga katta gidravlik qarshilik ko'rsatadi va filtr yuzasi tez chang zarralari bilan bitib qoladi. Shuning uchun ham bu usul tozalashning so'nggi bosqichida qo'llaniladi.



14- rasm. Siklon apparati.  
A — yon tomondan ko'rinishi;  
B - tepasidan ko'rinishi.

f) ho'I holatda tozalash usuli katta yuzali fazalar kontaktiga gazni suv bilan yuvishga hamda tozalaniladigan gazni suv bilan intensiv aralastirishga asoslangandir. Bu usul chang, kul zarrachalarini hamda suyuqlikning har qanday kattalikdagi tomchilarini ushlab qolish uchun qo'llaniladi. Bu gazni tozalashning yakuniy bosqichida qo'llaniladigan mexanik tozalashning eng ishonchli usulidir. Ho'l holatda tozalash konstruksiyaning oddiyligi va ishlatish osonligi bilan ajralib turuvchi maxsus nasadkali minoralarda olib boriladi,

**2. Elektrostatik tozalash usuli.** Bu usul aerzollarning (gazga aralashgan chang zarralarini) elektrodlar hosil qiladigan yuqori kuchlanishli elektr magnit maydoni orqali o'tkazilganda, ionlanishi va zaryadlanishiga, ya'ni yemirilishiga asoslangan. Sanoatda keng



®±

15- rasm. Plastinkasimon elektrofiltr.

1 — toj elektrodlar; 2 — kvarts naycha; 3 — cho'ktiruvchi elektrodlar; 4 — changlarni qoquvchi mexanizm; 5 — bunker; gaz oqimini to'g'rilagichi; 6 — gaz oqimi regulyatosi.

qo'llaniladigan elektr filtrining (15- rasm) bir turida katod vazifasini bajaruvchi metall tayoqcha bir necha ming volt yuqori kuchlanish berilganda katod yaqinidagi havo kuchli ravishda ionlanadi. Bu apparat orqali aerzol o'tkazilganda, aerzol zarrachalari manfiy zaryadli zarrachalari quvurchalarining devorlariga urilib o'zining zaryadini yo'qotadi va neytral zaryadsiz kukun shaklida apparat devorlariga uriladi. Aerzolning yemirilishidan hosil bo'lgan gazlar aralashmasi esa gazlarning tozalashda qo'llaniladigan usullari bilan ayrim-ayrim komponentlarga ajraladi.

Elektrodda o'tirib qolgan changlarni qoqib yoki yuvib tozalash yo'li bilan yo'qotiladi. Elektrostatik tozalashning samaradorligi juda yuqori bo'lib, asosan qora va rangli metallurgiya, issiqlik energetikasi, qurilish materiallari, ishlab chiqarish korxonalari

VN hoshqalarda keng qo'llaniladi. Havoni zararli moddalardan — tUmnlardan va namlangan gazdagi begona aralashma zarrachalardan IOUilovchi ho'l elektrofiltrlar ham quruq elektrofiltrdek ishlaydi.

Sanoat chiqindi gazlarini gazsimon va bug'simon zararli iniliishmalardan tozalashni uch asosiy guruhga bo'lish mumkin: 1. Suyuqlik bilan absorbsiyalash. 2. Qattiq yuttiruvchilar bilan absorbsiyalash. 3. Katalitik tozalash.

Suyuqlik bilan absorbsiyalash, nisbatan ishonchli va keng tarqalgan. Bu zararli aralashmaning suyuqlikda tanlab erishishga (ftzik iibsorbsiya) yoki yuttiruvchining aktiv komponentlari bilan ular orasidagi reaksiyaga (xemosorbsiya) ya'ni tanlab ajratib olishga usoslangan.

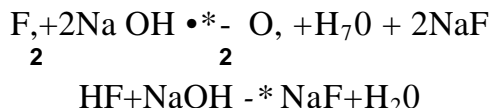
Fizik absorbsiya — to'xtovsiz aylanma jarayondir. Chunki zararli gazlarni yutilishi, yutuvchi suyuqliklarning regeneratsiyalash bilan birga olib boriladi. Sharoit (harorat va bosim) o'zgartirilganda adsorbent rgeneratsiyalanadi, bunda adsorbentga yutilgan gaz aralashmasining desorbsiyalanishi sodir bo'ladi.

Regeneratsiyalangan eritma tozalash uchun yuboriladi. Bu usul bilan murakkab gazlar aralashmasida atseton dimetilformamid va boshqa adsorbentlar yordamida atsetilenni ajratib oldilar. Xemosorbsiyada, masalan, oltingugurt (IV) oksidini tutib qolish uchun 60 dan ko'p turli xil usullar taklif etilgan, ular absorbsiyalash va kimyoviy ta'sirlanuviga asoslangan. Biroq ularning hammasi ham bir vaqtda samara bermaydi va iqtisodiy jihatdan qulay emas. Eng ko'p tarqalgan usullaridan biri oltingugurt (IV) oksidini ohak, mangniy sulfat eritmasi ammoniy gidrosulfid va natriy aluminiyning ishqoriy eritmasi orqali yutilishiga asoslangan.

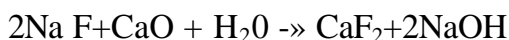
Tarkibida 0,1—0,5 %  $\text{SO}_2$  bo'lgan gazlarni tozalash uchun ohakli usuldan foydalanish iqtisodiy jihatdan qulay  $\text{SO}_2$  ning miqdori ko'p bo'lganda esa sulfat ammoniyni qo'llashga asoslangan ammiak avtoklavli va ammiaksiklik usullaridan foydalanish tavsiya etiladi. Azot oksidlarini tutib qolish uchun kalsiy yoki natriy gidroksidining eritmalari ishlatiladi. Gazlar suyuqlik yuborib turilgan to'lqinsimon nasadkadan o'tkazilganda samaraga erishiladi, ya'ni 95 % azot oksidi ushlab qolinadi.

Tarkibida ftor tutgan qo'shimchalardan gazlarni tozalash alohida ahamiyatga ega. Ularning juda ozgina miqdori ham (10 %) o'simliklarga

zararli ta'sir etadi. Agar ajralib chiqayotgan gazlarda vodorod florid yoki ftor bo'lsa, ularni natriy gidroksidning 5—10 % li eritmasi bilan nasadkali kolonnadan o'tkaziladi. Bunda bir daqiqa davomida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi.



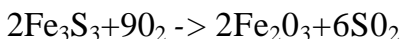
Hosil bo'lgan natriy florid yana natriy gidroksidini regeneratsiyalash uchun ohak bilan qayta ishlanadi.



Gazlarni vodorod sulfiddan tozalash uchun oksidlashga asoslangan bir qancha usullari taklif etilgan.  $\text{H}_2\text{S}$  ni yo'qotish uchun temir (III) oksididan foydalanilmoqda. Temir (III) oksidining suvdagi suspenziyasi va vodorod sulfid tutuvchi gazni nasadkali kolonnadan oqim qarshiligi prinsipi bo'yicha o'tkaziladi.

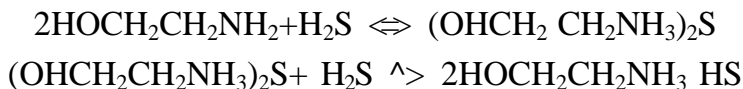


Atmosfera havoni shu eritma orqali o'tkazish yo'li bilan hosil bo'lgan sulfidni ajratib olinadi.



$\text{H}_2\text{S}$  ni ayniqsa, viskoza tolalari ishlab chiqarishda tutib qolish uchun ishqor gidroxinon usullaridan ko'proq foydalanilmoqda, bunda 11.  $\text{H}_2\text{S}$  ni tutib qolish uchun 120 — 250 kg natriy gidroksid; 260 va 420 kg soda va 5—8 kg gidroxinon sarflanadi.

$\text{H}_2\text{S}$  ni suyuq fazoda xemosorbsiyalashda asosan, qaytar kimyoviy reaksiya boradi. Masalan, 15 % li etanolaminning suvdagi eritmasi 25 — 40°C haroratda  $\text{H}_2\text{S}$  ni juda yaxshi yutadi.



Bu vertikal muvozanat o'ngga siljigan bo'ladi. Harorat 100°C ga ko'tarilsa, muozanat chapga siljiydi va  $\text{H}_2\text{S}$  ajralib chiqadi. Eritma esa regeneratsiyalanadi.

Sanoatda qo'llaniladigan adsorbentlar quyidagi ko'rsatkichlar bilan baholalanadi:

n) adsorbtsion sig'im, ya'ni harorat bosimiga bog'liq holda eritib **Olinuvchi** komponentning eruvchanligi. Bu ko'rsatkich tozalashning **Iqtisodiy** samaradorligini belgilaydi (aylantirish va desorbsiyalash **Uchun** ketadigan energiya va issiqlik), regeneratsiyalashning desorbtsion usulida eruvchanlik o'zgarishining harorat koeffitsienti  $Kt$  kalta bo'lgan erituvchilardan foydalanish rentabelli hisoblanadi.  $Kl + 10/Kt$ ;

b) selektivlik bu bir-biridan ajratiladigan gazlarning erituvchanligi nisbatlari bilan aniqlanadi. Bu ko'rsatkichlar qanchalik katta farq qilsa, yuttiruvchining selektivligi shunchalik yuqori bo'ladi;

d) yuttiruvchining bug' bosimi kam bo'lishi kerakki, u tozalovchi gazni o'z bug'i bilan kamroq ifloslantirsin;

e) adsorbentning tan narxi past bo'lishi kerak;

0 apparatlarni korroziyalash ta'siri bo'lmasligi kerak.

Gazlarni tozalash uchun ishlatiladigan asosiy adsorbentlar suv, ammiakli suv, ishqor, eritmalari, etanolaminlar, dimetilformamid, kaliy permanganat, metallarning turli kompleks birikmalari va boshqalardir.

Absorbtsion apparat sifatida: sug'orish minorasi, tarelkali va tokchali, ko'p tokchali, ko'pikli adsorber va boshqalardan foydalaniladi. Adsorbtsion tozalashning ustunligi aralashmalarning gazdan ajratib olish va yutgich eritmani regeneratsiyalash jarayonining to'xtovsizligi hamda tozalashning yuqori samaradorligi, tejamkorligidadir. Bu usulning kamchiligi esa, qurilmalarning beso'naqay kattaligi texnologik sixemasini murakkab va ko'p pog'onali yoki ko'p bosqichligidadir.

**Qattiq yutgichlar bilan absorbsiyalash**, gazlardan zararii aralashmalarni yuqori absorbsiyalash xossasiga ega bo'lgan qattiq adsorbent yordamida selektiv yuttirib ajratib olishga asoslangan. Bunda fizikaviy absorbsiya ham xemosorbsiya qo'llaniladi. Bunda adsorbentlarga quyidagi talablar qo'yiladi: a) yuqori darajada yutish xossasiga ega bo'lishi; b) tanlab yutishi kerakligi; d) termik barqaror bo'lishi; e) oson regeneratsiyalashi; f) uzoq muddat strukturasi buzilmay va yuzasining xossasi o'zgarmay xizmat qilishi; g) mexanik mustahkam bo'lishi kerak.

Gazlarni tozalash uchun adsorbent sifatida g'ovaklik darajasi yuqori bo'lgan materiallar: aktivlangan ko'mir, silikagel, sintetik seolitlar (alyumosilikatlar) ishlatiladi.

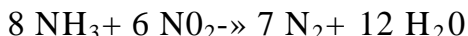
**Gazlar aralashmasini absorbsiyalash**, davriy ta'sir etuvchi tokchali reaktorlarda (adsorberlarda) olib boriladi. Tozalanadigan gaz tokchalarda joylashgan adsorbentlar qavatidan ketma-ket yuqoridan pastga tomon o'tkaziladi. Ma'lum vaqt o'tgach adsorbent yuzaga absorbsiyalanuvchi moddalar bilan to'yinishi yoki changlar, smolasimon moddalar bilan ifloslanishi natijasida o'z aktivligini yo'qotadi. So'ngra adsorbent qizdirish yoki u orqali bug', havo inert gazlar o'tkazish yo'li bilan regeneratsiyalanadi yoki yangisiga almashtiriladi. Gazni adsorbsion tozalashning istiqbolli usuli bu siklik (aylanma) usul bo'lib, unda adsorbent va regeneratör orasida aylanib yuradi.

Adsorbentning mexanik mustahkamligining kamligi bu usulni keng qo'llashga asosiy g'ov bo'lib turibdi. Adsorbsion usulda ozgina adsorbent bilan katta hajmdagi gazni tozalash mumkin. Shuning uchun ham bu usulni konsentratsiyasi kam bo'lgan aralashmalarni tozalashda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Masalan, oltingugurt birikmalari, simob bug'lari sianli birikmalar va boshqalarni ko'zda tutish mumkin.

Aktivlangan ko'mir sanoatda organik erituvchilarning bug'larini ushlab qolishda keng foydalaniladi. Gazni  $SO_2$  dan tozalash uchun adsorbent sifatida aluminiy oksid,  $NO_2$  dan tozalashda esa silikagel ishlatiladi. Adsorbsion usulning kamchiligi jarayonining davriyligi va adsorbentning regeneratsiyasi qimmatga tushishidir.

**Gazlarni katalitik tozalash usuli**, gazlarning zararU aralashmalarini kattalik reaksiyalar yordamida boshqa birikmalarga aylantirishga asoslangandir. Katalitik usulda zaharli gazlar ajratib olinmaydi. Balki bir muncha zaharsizroq birikmaga yoki aralashmadan oson ajralib chiquvchi moddaga aylantiriladi. Bunda suyuq yoki qattiq sorbentlar bilan qo'shimcha tozalash lozim bo'ladi. Gazlarni tozalashda ko'pincha qattiq katalizatoridan geterogen kataliz keng qo'llaniladi. Keng tarqalgan katalitik usul, bu zaharli organik aralashmalarni va uglerod (II) oksidning past haroratda katalitik oksidlash usulidir. Karbyuratorli dvigatellarning chiqaradigan gazlarini (tutunini)

Wlairsizlantirish uchun ham kattalik neytralizatorlardan foydalanilindi. Zararli aralashmalarni tozalash, ularni kattalik qaytarishga Woslangan bo'lishi ham mumkin. Masalan, kattalik gidrogenlash yo'li bilan uglerod (II) oksidini metan va suvga, azot oksidlari, »7,ot va suvga aylantiriladi. Masalan, gazni NO<sub>2</sub> dan tozalash UcJun aluminiy — vanadiyli katalizator ishtirokida NO<sub>2</sub> ning tmmiak bilan qaytarilish reaksiyasidan foydalaniladi.



Katalitik usulida oltingugurt (IV) - oksidni vanadiy (V) — oksidi orqali oksidlash keng ishlatiladigan usullardan biridir.

Katalitik tozalash usulining ustunligi shundaki, bu usul gazni yuqori darajada - 99,9 % gacha tozalash imkonini beradi. Bu usulning kamchiligi shundaki, reaksiya jarayonida yangi modallar hosil bo'ladiki, ba'zan ularni ham sorbsion usulda gazdan ajratib olishga to'g'ri keladi, bunday qilinganda iqtisodiy foyda ancha kamayadi. Gazni tozalashda ajratib tashlanadigan moddalardan foydalanish, iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Masalan, azot oksidlarini katalitik gidrogenlash orqali, gazni 0,001% gacha tozalash mumkin. Ammo bu usul qo'llanilganda yo'qotilganda foydali moddalarning (azot oksidlarini) yo'qotilishi natijasida ishlab chiqarilgan nitrat kislotaning tannarxi 10—12 % gacha ortadi. Nitroza gazlarini azot oksidlaridan tozalashda tozalashning persulfat usuli qo'llanilganda nitrat kislotasining tannarxi amaliy jihatdan olganda oshmaydi, chunki bu usulda ajratib tashlanadigan komponentlardan qo'shimcha mahsulot sifatida murakkab o'g'it (ammoniy nitrat va ammoniy sulfatning aralashmasi) olinadi.

Sanoat chiqindi gazlari hajmi katta, ammo ularning tarkibidagi tozalanishi zarur bo'lgan begona, zararli aralashmalarning konsentratsiyasi kam. Ko'p xarajatlar qilinib, katta hajmdagi tozalash qurilmalari quriladi. Bu hoi iqtisodiy xarajatni oshiradi. Gazni tozalash orqali uning konsentratsiyasini MDK ga yetkazib bo'lmasa, u holda zararli aralashmani havo bilan suyultiriladi yoki juda katta baland mo'rilar qurilib zararli aralashma gazlarni atmosferaning yuqori qatlamlariga chiqib aralashib, tarqalib ketishiga erishiladi.



## 2- §. Tabiiy suvlar muhofazasi

Tabiiy suv, tarkibida erigan holda har xil tuzlar, gazlar, organik moddalar saqlaydi. Tarkibida 1 g/1 gacha tuz saqlasa, *dhuchuk (shirin) suv*, 25 g/1 gacha o'rtacha sho'riangan va 25 g/1 dan ko'p tuz saqlasa, *sho'r suv* deyiladi. Eng toza suv qor va yomg'ir suvlari bo'lib, tarkibida 10—1000 mgO gacha tuz saqlaydi. Okean suvlari eng sho'r suv bo'lib, tarkibida 35 g/1 gacha tuz saqlaydi.

Tabiiy suvlarda  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  ionlari keng tarqalgan bo'ladi. Boshqa ionlar juda kam miqdorda bo'ladi, Organik moddalarning konsentratsiyasi o'rtacha, daiyolarda 20 mg/1., okeanlarda 4 mg/1 gacha bo'ladi. Gazlardan: azot, kislorod, uglerod (IV) oksidi, ba'zi manbalarda esa vodorod sulfid erigan holda bo'ladi.

Suvning toza bo'lmasligi awalo kishining sog'ligiga katta ziyon yetkazadi. Suv ta'minoti sharoitini yomonlashtiradi, baliq manbalarning kamayib ketishiga olib keladi, ko'pgina sanoat mahsulotlarning sifatini pasaytiradi va boshqa ko'ngilsiz hodisalarini kelib chiqishiga sababchi bo'ladi.

Oqar suvlarni ifloslantiruvchi aralashmalar, fizik holatiga qarab eramaydigan, eruvchi va kolloidga bo'linadi. Yana bu aralashmalar kelib chiqishi, tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari qarang anorganik, organik, bakterial va biologik aralashmalariga bo'linadi.

Anorganik aralashmalarga qum, tuproq zarrachalari, rudalar, shlak, mineral tuzlar, kislota va ishqor eritmalari, og'ir metallarning ionlari va boshqalar kiradi.

Organik aralashmalar kelib chiqishiga qarab: o'simlik, hayvon va sintetik aralashmalarga bo'linadi. O'simlik aralashmalariga — o'simlik qoldiqlari, mevalar, sabzavotlar, donlar, o'simlik moylari va boshqalar kiradi. Hayvon aralashmalariga hayvon va odamlarning fiziologik chiqitlari, hayvon to'qima hamda hujayra qoldiqlari kiradi. Sintetik aralashmalar — neft va neft mahsulotlari, sirt aktiv moddalar va **boshqalardir**.

**Bakterial** va biologik ifloslanish oziq-ovqat sanoatining, **mo'ynachilik** va ko'nchilik sanoatlarining, biofabrikalar va mikrobiologik sanoati korxonalarining oqova suvlarida uchraydi.

- Atmosferaga tushib qolgan suvda eruvchi ko'pgina zararli iHlqlndilar ham yog'in bilan yuvilib, suvlarga tushib, uni qisman ^flofflnydi. Ammo, ularning konsentratsiyasi juda kichik bo'lganligi UOhun suvning sifatiga va uni o'z-o'zini tozalash xossasiga katta ta'sir tmnydi.

Suv havzalarining suvlarini ifloslovchi asosiy manba bu unga Winoat korxonalarining, kommunal xo'jaliklari va qishloq xo'jaligini to/alanmagan oqova suvlarining tashlanishidir. Oqova suvlarining hajmi Juuli katta. Masalan, agar shahar bir sutkada  $600 \text{ ming/m}^3$  suv Niirlasa,  $500 \text{ ming m}^3$  oqova suv chiqaradi. Dunyo sanoat korxonalari bir sutkada  $100 \text{ million/m}^5$  oqova suvlarini chiqarib tashlaydi.

Oqova suvlarining tarkibida organik va anorganik aralashmalar miqdori taxminan teng bo'lib, keyingi o'n yilliklarda uning tarkibida sirt aktiv moddalar (SAM) miqdori keskin oshib ketdi. SAMlarni hozirgi zamon vodoprovod suvlarini tozalash qurilmalari yordamida lo'liq tozalab bo'lmaydi. SAMlar va sintetik yuvish vositalari (SYuV) bilan suv havzalarini ifloslovchi asosiy manbalar, bular tekistil, ko'nchilik sanoati korxonalari, tog'-kon boyitish fabrikalari, neft oluvchi korxonalari, rudalarni boyitishda SAMlardan foydalanuvchi korxonalaridir.

Suvni ifloslantiruvchi asosiy manbalardan biri pestitsidlar va mineral o'g'itlardir. Ular yomg'ir suvlari, qorning erigan suvlari, sug'orish sistemalarini suvlari orqali oqib suv havzalarga tushadi. Bunday tashqari sel yomg'irlari, ayniqsa, shahar maydonlarini yuvib ifloslangan suvlari bilan toza suvni ifloslaydi. Suv havzalarining ekologik holatiga, zavod va fabrikalarida ishlatilgan suv, elektr stansiyalarining ishlatilgan suvlari ham salbiy ta'sir etadi. Ular suv tarkibidagi kislorod miqdorini kamaytiradi. Bu holat suvda ko'k-yashil suv o'tlarining ko'payishiga, zararli aralashmalarning ortishiga olib keladi. Natijada suvning o'z-o'zini tozalash xossasi yo'qoladi. Tirik organizmlard o'ladi. Shuning uchun ham zararli aralashmalarning me'yoriy darajasiga konsentratsiyasidan tashqari yana boshqa bir ko'rsatkich — biokimyoviy ehtiyoj ham bor.

Suvdagi barcha oksidlanuvchi moddalarning parchalanishi uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori suvning kislorodgabo'lgan *biokimyoviy ehtiyoji* (BKE) deb ataladi.

Oksidlanish uchun kislorod iste'mol qiladigan moddalar jumlasiga turli kasalliklar tarqatuvchi bakteriya hamda viruslar, organik moddalar, hayvonot va o'simlik qoldiqlari, o'simliklar iste'mol qilishi mumkin bo'lgan ozuqa moddalar (nitritlar, fosfidlar, o'g'it sanoatining chiqindilari, detergentlar) yuvish vositalari, insektisidlar, gerbisidlar kiradi. BKE — bu oqova suvlari tarkibida uchraydigan beqaror organik moddalarning ma'lum vaqt oralig'ida suvdagi kislorodni yutgan mg/1 miqdorini ko'rsatadi. Ma'lum miqdordagi suvda bo'lgan kislorod miqdorini 20°C da dastlab va unga qo'shimcha modda solingan paytdan bir sutka o'tgandan keyin (BKE — 1), 5 sutka o'tgandan keyin (BKE — 5), va 20 sutka o'tgandan keyin (BKE — 20) aniqlash orqali BKE- topiladi.

Ko'pincha BKE — 5 dan foydalaniladi. Bunda 5 sutkada qancha kislorodning iste'mol qilinganligi aniqlanadi. Agar BKE — 5,2 mg/1 gacha kamaysa, organik moddalarning parchalanishi to'liq tugagan deb hisoblanadi. Masalan, toza ichimlik suvining BKE dastlabki kislorod miqdorining  $1,5/10^6$  qismiga teng. Kanalizatsiya suvining BKE dastlabki kislorod miqdorining  $400/10^6$  qismiga yaqin bo'ladi. Agar suvda tashlandiq moddalar ko'payib ketsa, tabiiy suvda bo'ladigan oksidlanish mahsulotlari ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ) o'rnida qaytarilish mahsulotlari ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ) bo'ladi. Chunki kislorod yetishmasligidan oksidlanish reaksiyalari sodir bo'lmayqoladi.

Shu sababli kemalar to'xtaydigan portlarning suvidan noxush hidlar kelib turadi. Iflos suvlarga xlor yuboriiganda kislorodga bo'lgan ehtiyoj kamayadi. Chunki xlor suv bilan reaksiyaga kirishib gipoxlorid ( $\text{HCIO}$ ) kislota hosil qiladi. Bu modda nihoyatda kuchli oksidlovchi modda bo'lganligi uchun tashlandiq moddalarning parchalanishini tezlashtiradi. Suvdagi organik moddalar aralashmalarning va ba'zi anorganik aralashmalarning umumiy miqdorini xarakterlash uchun kislorodning kimyoviy iste'moli (KKI) ko'rsatkichi qo'llaniladi.

Oqova suvlari uchun ham MDK va BKElar, balki vaqt birligidagi oqovaning miqdori, birligi ham sanitariya normasi sifatida qabul qilingan. Shirin (chuchuk) suvning katta hajmda, ko'p sohalarda ishlatilishi, ifloslanish darajasining ortib borayotganligini hamda ko'pgina tumanlarda uning tanqisligi keskin sezilmoqda.

Chuchuk suvlar tanqisligi (ularni kamayib ketishi)ning oldini **fU** va ularni ifloslanishidan himoya qilishning yagona to'g'ri yo'li, **fcu** Mvabo sanoatda suv sarfini keskin kamaytirish bo'lib, bunga **yop** aylanma (sikli) sistemani qo'llash orqali erishish mumkin (Korxonada ishlatilgan suv korxonadan chiqarib yuborilmaydi, balki **ywu** qayta ishlatiladi. Bujarayonuzoqmuddat va ko'p martalab (akrorlanadi). Bundan tashqari, yana oqova suvlarini tozalash orqali uni qayta ishlatish va toza suv sarfiyotini kamaytirish mumkin. Oqova llivkirinisuvhavzalariga(tozaoqarsuvga) tashlashdan awalsuvga lnhlov berib tozalanadi. Oqova suvlar aralashmalari turli xil bo'lib, illsperslik darajasi xossalari, miqdori bilan bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun ham kompleks tozalash usullarini qo'llash zarur bo'ladi. Oqova suvlarni tozalashning quyidagi: mexanik, fizik-kimyoviy, elektrokimyoviy, biokimyoviy va termik usullari mavjud.

Mexanik usuli oqova suvlarning tozalashni eng oddiy nisbatan arzon bo'lib, yirik despersli muallaq aralashmalarni, filtrlash va tindirish orqali tozalashga asoslangan. Mexanik usul tozalashning umumiy texnologik sxemasini birinchi bosqichi sifatida qo'llaniladi. Mexanik tozalash usuli bilan maishiy oqova suvlaridan 60 % gacha, sanoat oqova suvlaridan 95 % gacha, suvda erimaydigan aralashmalarni ajratib tozalab olish mumkin. Mexanik tozalanganda suvning BKE 35 % kamayadi. Mexanik tozalash usulida odatdagi qurilmalar: tindirgichlar, elak filtrlar va boshqalardan foydalaniladi. Agar suvni ikkinchi bosqichda yanada tozalash zarurati bo'lmasa, unga xlor qo'shib so'ngra oqar suvga yoki boshqa suv havzasiga oqizib yuboriladi.

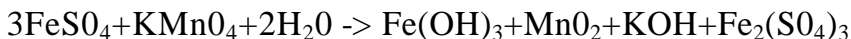
Fizik-kimyoviy tozalash usuliga: a) koagulyatsiya (aluminium sulfat yoki temir sulfat yordamida); b) flotatsiya (kichik dispersli aralashmalarni flotatsiyalash); d) absorbsiya (aktivlangan ko'mir, shlak va boshqa qattiq adsorbentlar bilan suvda erigan aralashmalarni absorbsiyalash orqali); e) ekstraksiya (erituvchilar yordamida aralashmalarni eritib ajratib olish); f) haydash (organik moddalarni suv bug'i bilan haydashga asoslangan); g) ion almashuv (metallarni ajratish uchun); h) distilyatsiya va boshqalar kiradi.

Aktivlangan ko'mirga yuttirish (absorbsiyalash) erigan va muallaq qo'shimchalarni yo'qotishning eng samarali usulidir. Bunda ko'mir suv bug'i atmosferasida 930°C gacha qizdirilib regeneratsiyalanadi va aktivlanadi. Ko'mir sirtiga absorbsiyalangan organik qo'shimchalar

bug' bilan birga haydaladi. Koagulyatsiya, ya'ni mayda zanchalarni aglomeratsiyalash, ularni katta zarrachalar bilan birga cho'kishi jarayoni sodir bo'ladi. Cho'ktiruvchi sifatida kalsiy gidrokarbonat bilan ta'sirlasha oladigan aluminiy sulfatdan foydalanish mumkin.



Bu reaksiyada aluminiy gidroksid kolloid zarrachalarni o'z ichiga qamrab oladi va ular bilan birga cho'kmaga tushadi. Aluminiy sulfat bilan bir qatorda koagulyant sifatida temir (III) sulfat, temir (II) sulfat, natriy metaaluminat ( $\text{NaAlO}_2$ ) va mis (II) sulfat yoki ular aralashmasidan foydalaniladi. Masalan,

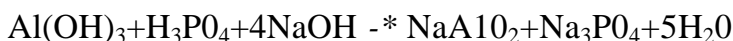
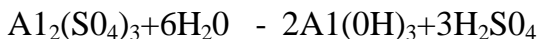


Mayda zarrachalar (diametri 2 mikrometrdan kam) manfiy zaryadga ega. Bu ularni aglomeratsiyadan saqlaydi. Musbat zaryadlangan  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ion tarkibli koagulyantlar shunday zarrachalarni o'ziga tortadi va agregatlar hosil qilib cho'kmaga tushadi.

Bu usullar tozalashning sifati va tannarxi bilan bir- biridan farq qiladi. Shuning uchun ham ularba'zi hollarda tozalashning oraliq bosqichi bo'lsa, ba'zisida esa oxirgi bosqich hisoblanadi. Foydalanish xarajatlari katta bo'lgan usullarni qimmatbaho metallarni ajratib olishda foydalanish maqsadga muvofiqdir. Masalan, aktivlangan ko'mirda absorbsiyalash yoki ion almashuv usullari, rangli metallurgiya korxonalarining oqova suvlaridan mis, rux, qo'rg'oshin, nikel va boshqa metallarni ajratib olishda foydalaniladi. Ekstraksiya usuli yordamida fenolu benzol yoki uglerod (*TV*) xloridi bilan ekstraksiya qilib ajratib olishda ishlatiladi, yoki suv bug'i bilan haydalib, ishqor ta'sirida fenolyat shaklida ajratib olinadi.

**Kimyoviy tozalash usullari** oqova suvlarning tarkibidagi toksik (zaharli) moddalarni neytrallashtirish, oksidlash, qaytarish, kondensatsiyalash, suvda erimaydigan holatga o'tkazib cho'ktirish orqali zahari kam moddalarga aylantirishga asoslangan.

Fosfatlarni yo'qotish uchun ishlov berishdan foydalaniladi: masalan, aluminiy sulfat bilan:



Kalsiy xlorid qo'shilganda:



Cho'kmaga tushgan kalsiy fosfatni filtrlash usuli bilan eritmadan yo'qotib turiladi. Azot birikmalari fosfatlar singari suvdagi qo'shimchalarni ko'paytirishga yordam beradi. Suvni niralardan lo/alab turish uchun temir birikmalaridan oxirgi filtrat qoldig'i koagulyatsiyaga uchratiladi yoki ionitlar yordamida adsorblanib lozalanadi.

**Oqova suvlarni elektrokimyoviy usulda** tozalash uchun ularni filcnigiz suvlari bilan 3:1 nisbatda aralashtiriladi va parallel joylashgan iinodli va cho'yan panjarali katod bilan jihozlangan yacheykalarga yuboriladi. Anod qismidan tok o'tganda xlor, katodda esa natriy gidroksid va vodorod hosil bo'ladi. Ajralib chiqqan aktiv xlor bakteriyalarni o'ldiradi. Sarflangan elektr energiya miqdori unchalik ko'p emas, ular oqova suvning 0,4 — kVt, s/m<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Oqova suvlarni uchlamli qayta ishlash, sterillash - bakteriyalarni xlrlash (xlor va gipoxloridlar), ozonlash, ultrabinafsha nur ta'sir ettirib yoki elektroliz (bunda kumushning bakteriyalarni o'ldirish xossasidan foydalaniladi) hisoblanadi.

Bu usul oqova suvlarni tozalash muammosini hal qilolmaydi, chunki bunda ko'plab kimyoviy reagentlarni sarflashga to'g'ri keladi hamda zaharsiz bo'lsa-da, yangi moddalarning hosil bo'lishi tufayli suv havzalarini ifloslaydi. Bu usulda, u ayniqsa, oqova suvlarni xlrlash va uni kislorodli birikmalari bilan ishlov berish, ozonlash kabilar keng qo'llaniladi. Bunda suv dezodoratsiyalanadi, kasallik tug'diruvchi mikroorganizmlar yo'qoladi, sianli birikmalar zaharsizlanadi va boshqa organik moddalar yo'qoladi. Kimyoviy tozalash usuli filtrlash bilan birgalikda suv tarkibidagi erigan moddalarni 25 % gacha, suvda erimaydigan birikmalarni esa 95 % gacha kamaytirish, tozalash imkonini beradi. Bu usulni biokimyoviy tozalash usulidan oldin qo'llash maqsadga muvofiqdir.

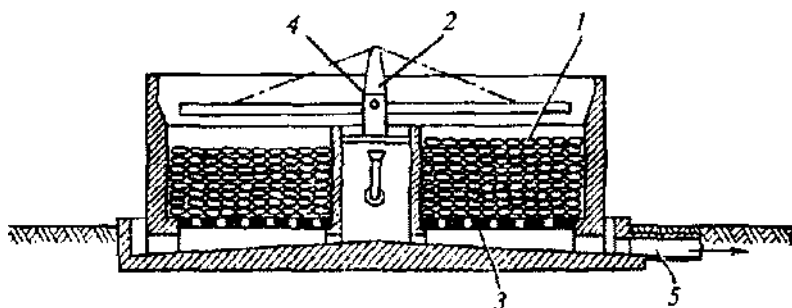
**Biokimyoviy tozalash**, sanoat va maishiy oqovalarini tozalashning keng tarqalgan va katta miqyosda qo'llaniladigan usulidir. Bu usul mustaqil o'zi yoki boshqa usullar bilan birgalikda kompleks qo'llaniladi. Biokimyoviy usulning mohiyati, organik va ba'zi bir anorganik moddalarni mikroorganizmlar yordamida parchalab yuborish orqali suvni tozalashdan iboratdir. Mikroorganizmlar u aralashmalarni o'z

hayoti faoliyati uchun ozuqa sifatida foydalanadilar. Natijada organik, moddalar — suv va uglerod (IV) oksidiga sulfidlar va ammoniyli tuzlar — *sulfat*, *nitrat*, ionlari va metall ionlariga aylanadilar hamda mikroorganizmlar biomassasi hosil bo'ladi.

Biologik tozalash usuli, texnologik rejimga qattiq rioya qilishni talab qiladi. Chunki mikroorganizmlarning aktiv hayot faoliyati uchun maxsus sharoitlar talab qilinadi. Masalan, harorat 30—40°C dan, muhit (pH-5,5—8,5) va mikroorganizmlarga zaharli ta'sir etuvchi *moddalar* ma'lum miqdordan ortiq bo'lmasligi kerak. Aks holda mikro organizmlarni halok bo'lishiga olib keladi va biologik tozalash jarayoni to'xtaydi. Biologik tozalashni boshlashdan ilgari oqova suvlar tarkibidagi ba'zi moddalarning MDK si quyidagicha: neft va neft mahsulotlari 25 g/sm<sup>3</sup>, fenol — 1000 g/sm<sup>3</sup>, moy va akril kislotalari — 100—500 g/sm<sup>3</sup>, sionidlar — 1,5 g/sm<sup>3</sup>, sulfidlar — 1 g/sm<sup>3</sup>, og'ir metallarning ionlari — run, nikel, xrom — 10 g/sm<sup>3</sup>, qo'rg'oshin — 0,005 g/sm<sup>3</sup>, mineral tuzlar 10 g/sm<sup>3</sup> gacha bo'ladi. Agar ayrim aralashmalarning konsentratsiyasi MDKdan yuqori bo'lsa, biokimyoviy tozalashdan ilgari oqova suvlar boshqa usullar bilan tozalanadi yoki toza suv qo'shib suyultiriladi.

Amaliyotda biokimyoviy tozalash ikki xil sharoitda: aerob (kislrod ishtirokida) va anaerob (kislrodsiz) muhitda olib boriladi. Keng tarqalgan aerob sharoitida olib borilishi bo'lib, unda tozalanish jarayoni katta tezlikda va yuqori darajada boradi. Anaerob usul oqova suvlar tarkibida organik moddalarni konsentratsiyasi yuqori bo'lganda tozalashning birinchi bosqichi sifatida qo'llaniladi. Natijada aralashmalar miqdori 10 — 20 martagacha kamayadi va tozalashning keyingi bosqichi anaerob tozalashga sharoit yaratadi.

Oqova suvlarni biokimyoviy tozalash maxsus tayyorlangan maydonchalarda, sug'orish maydonchalari yoki filtrlovchi maydonchalarda hamda biologik hovuzlarda (baiand, past qilib sun'iy tayyorlangan bir necha hovuzchalar bo'lib, suv balanddan pastkisiga sharshara hosil qilib o'zi oqib tushadi) bio filtrlarda va aerotenklarda olib boriladi. Bulardan keng tarqalgani va istiqbollisi biofiltrlar va aerotenklardir. Biofiltrlar (16- rasm) ostida teshiklari bo'lgan temir betonli aylanasiimon — hovuz (rezervuar) bo'lib, ichi nasadka bilan to'lg'azilgan. Hovuzning ichiga aerobmikroorganizmlar solinadi. Nasadka ostida biologik parda (plyonka) — qavat hosil bo'ladi.



**16- rasm.** Aylanuvchi sachratgichli biologik filtrning sxemasi,  
 1 — nasadka; 2 — sachratkich; 3 — teshikli tubi; 4 — tozalanadigan oqova  
 suvning kelib tushishi; 5 — tozalangan suvni chiqish joyi.

Mikroorganizmlar o'sib rivojlanib tirik biologik parda hosil qiladi. Illovuzga oqova suvlar nasadkani bir tekis sug'orib turish uchun taqsimlovchi qurilma (2 aylanib turuvchi sug'orgich) orqali tushib turadi va filtrlanadi. Filtrlanish jarayonida aralashmalarning biokimyoviy buzilishi sodir bo'ladi. Havo hovuzning ostidagi teshiklardan o'zi tabiiy holda yoki ventilyator (havo haydab turuvchi qurilma) yordamida kirib turadi. Ventilyator yordamida havo yuborish anchagina xarajat talab qiladi, shuning uchun ham agar nasadkaning balandligi 2 metrdan baland bo'lsa (hovuz chuqurbo'lsa) va  $\text{CO}_2$  ning miqdori ko'payib ketsa, uni desorbsiyalash zarurati tug'ilganda ventilyatordan foydalaniladi. Nasadka sifatida: shlaklar, shag'al, sheben, keramzit, plastmassadan tayyorlangan bloklardan foydalaniladi.

Biofiltrning diametri 6—30 m bo'lib, uning mahsuldorligi 1000 dan 40 000  $\text{m}^3$ /sutkaga teng (shuncha oqova suvni tozalaydi). Biofiltrning samaradorligi oqova suvi tarkibidagi aralashmalarning konsentratsiyasiga, nasadkaning balandligiga va uning yuzasiga, nasadka qavatida havo va suvning bir tekisda taqsimlanishiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi. Masalan, kislorodni iste'moli tozalashdan ilgari 150—1500  $\text{g}/\text{m}^3$  bo'lsa, biofiltrdan o'tgandan keyin (ya'ni tozalangach) 10—25  $\text{g}/\text{m}^3$  ga teng bo'ladi.

Biologik tozalash qurilmalardan foydalanish oson bo'lgani aerotenklardir. Aerotenk temir betondan yasalgan basseyn (sun'iy hovuz) bo'lib, balandligi 3—5 m, uzunligi 30—100 m, eni 3—10 m. Aerotenkga to'xtovsiz havo va «aktiv balchiq» yuborilib turiladi va

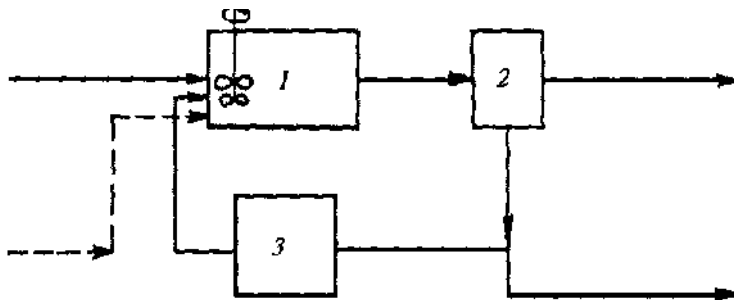


ular maxsus qurilmalar (teshikJari bo'lgan qovur, forsunka, aeratorlar va boshqalar) yordamida bir tekisda taqsimlanib, basseynga, beriladi. Tozalanadigan suyuqlik (oqova suvlar) mexanik yo'l bilan almashtirgich yordamida aralashtirilib turiladi. Aerotenkda biologik oksidlanish tarkibida aerob bakteriyalar saqlovchi «aktiv balchiq» tomonidan amalga oshiriladi. «Aktiv balchiq» tashqi ko'rinishidan iviq (qattiqsimon va paxtasimon) massa bo'lib, rangi och-qo'ng'irdan qoramtir-qo'ng'irgacha bo'ladi.

Iviq bu qat-qat bo'lib joylashgan juda ko'p bakteriyalar va rruvroorganizmlarning hujayralardan ya'ni biomassadan iborat. Bu iviqning 1 grammi 100 m<sup>2</sup> yuzaga teng, uning kattaligi 0,1 dan 3 mm gacha bo'ladi. Balchiqning kimyoviy tarkibi, oqova suvning tarkibi bakteriyaning turi va tozalash rejimiga bog'liqdir. Odatda u 70—90 % organik moddalardan va 10—30 % gacha mineral moddalardan iborat bo'ladi. Balchiq tarkibidagi mikroorganizmlar asosan bakteriyalar, oddiy suv o'tlari va shu kabilardan iborat.

Mikroorganizmlarning o'sishirujadallash maqsadida oqova suvlarga tarkibida azot va fosfor saqlovchi birikmalar qo'shiladi. Biokimyoviy tozalash qurilmasi odatda bir-biriga ulangan bir nechta aerotenklardan hamda reogentlarning aylanishini va «aktiv balchiq»ning regeneratsiyasini ta'minlovchi aralashtirgich—tintirgichlar va boshqa apparatlardan iborat bo'ladi.

Oqova suvlar basseynda tozalangach, toza suv, «aktiv balchiq» bilan birgalikda tindirgichga o'tadi (17- rasm). Balchiq tindirgichning ostiga cho'kadi, tozalangan va tinigan suv esa, qayta ishlatish uchun yuboriladi.

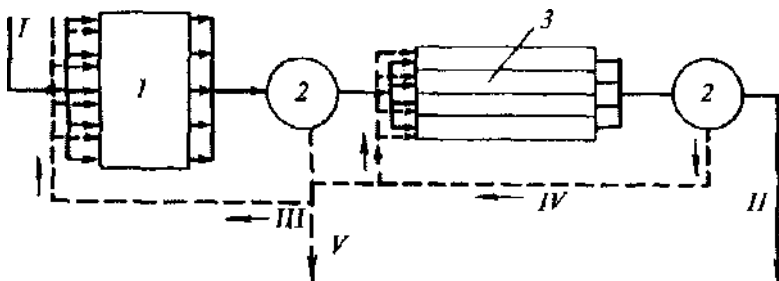


17- rasm. Oqova suvlarni biologik tozalash qurilmasining sxemasi.  
1 — aerotenk; 2 — ikkilamchi tindirgich; 3 — balchiq regeneratori.

Bioqurilmaning samaradorligini oshirish uchun, ya'ni balchiqning aktivligini oshirish maqsadida regeneratsiyalanadi, buning uchun unqakslorod beriladiva aerotenkga qaytariladi. Balchiqning ortiqchasi qayta ishlanadi va undan mikroelementlar: mis, magniy, rux, marganets, temir, molibden va boshqa o'nlab qimmatbaho inctallar ajratib olinadi. «Aktiv balchiq» mikroorganizmlari u yoki bu metall ionini o'ziga selektiv to'plagani uchun ham ko'pgina qimmatli va nodir metallarni olish imkoniyatini beradi.

Hozirgi kunda shu usul yordamida vanadiy, molebden, uran va boshqa ko'pgina elementlar ajratib olinmoqda. Biologik tozalash jarayonida biologik massa — «aktiv balchiq» ko'payadi. Uning ortiqchasi tarkibida qimmatbaho metallar ushlanmasa yoki ularning miqdori juda kam bo'lganda u quritiladi va kimyoviy, termik yoki radiotsion usullar yordamida zararsizlantiriladi. So'ngra u organomineral o'g'it sifatida va qishloq xo'jalik hayvonlarni ozuqa konsentrati sifatida ishlatiladi.

Aerotenklarda oqova suvlarni biokimyoviy tozalashning hozirgi zamon ikki pag'onali sxemasi 18- rasmda berilgan. Qurilmaning oqova suvlarning tozalash bo'yicha mahsuldorUgi bir necha yuzlab metr kub/sutkaga teng hamda BKE bo'yicha suvni tozalash darajasi juda yuqoridir. Masalan, sintetik spirt ishlab chiqarish korxonasining oqova suvlari ikki pog'anali sxema bo'yicha aerotenklarda tozalanganda, BKE 800 dan 15 g/m<sup>3</sup> gacha, fenol va atseton ishlab chiqarishda 1100 dan 10 g/m<sup>3</sup> gacha, sintetik kauchukda 430 dan 20 g/m<sup>3</sup> gacha, neftni qayta ishlash zavodlarda esa 600 dan 20 g/m<sup>3</sup> gacha kamayadi.



**18- rasm.** Aerotenklarda oqava suvlarning ikki bosqichli tozalash sxemasi. 1 — aerotenk — aralashtirgich; 2 — tindirgich; 3 — aerotenk reaktorlar; I — oqava suvlari tozalashga; II — oqava suvining tozalangam; III — birinchi bosqich aktiv balchig'i; IV — ikkinchi bosqich aktiv balchig'i; V — ortiqcha aktiv balchiq.

Oqova suvlarni biokimyoviy usul bilan tozalash ancha keng tarqalgan. Chunki bu usulda organik va anorganik aralashmalarni to'liq tozalash mumkin (jumladan, toksik birikmalarni ham tozalaydi). Qurilma va apparatlari nisbatan arzon hamda uni ishlatish ancha oson. Uning kamchiligi biologik oksidlash jarayonining ancha sekin borishidir hamda qurilmalarning kattahajmi egallashidir. Masalan, aerotlenklarning oksidlash quvati  $1 \text{ kg/m}^3$  sutka. Keyingi paytlarda uning quvati ancha oshirildi. Buning uchun oqova suvlarni kislorod bilan aralastirish (aerosiyalash) germetik yopiq aerotlenklarda olib borilmoqda. Bu usulda aerotlenklarning quvati  $5 \text{ kg/m}^3$  sutka.

Sanoat oqovalari termik usul bilan ham tozalanadi. Bunda zararli aralashmalaryuqori haroratda yoqiladi. Natijada ikkilamchi xomashyo sifatida ishlatiladigan zararsiz gazsimon mahsulotlar va qattiq qoldiq olinadi. Bu usulning ustunligi uning universalligidir, bunda har qanday oqovani ham to'liq zararsizlantirish mumkin. Ayniqsa, bu usuni tarkibida kam uchuvchan organik moddalar saqlagan oqovalarni tozalashda qo'llash maqsadda muvofiqdir. Qaysiki, u organik moddalar qo'shimchayoqilg'ibo'libxizmatqiladi. Masalan, sulfid usulida selluloza ishlab chiqarish korxonasi oqova suvi tarkibida 6—8 % organik moddalar bo'ladi. Bundan tashqari kuchli ifloslangan va zaharlilikdarajasijudayuqoribo'igan suvlarni tozalashda qo'llash kerak bo'ladi.

Sanoat uchun ishlatiladigan oqova suvlarda yuqorida aytilganlardan tashqari boshqa qo'shimchalar ham bo'ladi. Shuning uchun ularni qayta ishlash uchun qo'shimcha jarayonlardan foydalaniladi. Zararli metallarni (qo'rg'oshin, mis, rux, simob, xrom, nikel, mishyak) yo'qotish uchun cho'ktirish, ion almashinish va ekstraksiya jarayonlardan foydalaniladi. Sanoatdagi oqova suvlar tarkibida bo'ladigan tuzlarni yo'qotish uchun esa ion almashinish va elektrodializ usullardan foydalaniladi. Yog' yoki bo'yoq suzpenziyasi elektr toki orqali buziladi. Hozirgi paytda sanoatda yopiq suv aylanish sistemasiningo'shayerningozida suvnitozalab yana qayta ishlatishga yaroqli qilib beruvchi sxemasi ishlab chiqilgan va qisman amaliyotga tatbiq etilgan. Bu sxema suv sarfini ancha kamaytirish bilan bir qatorda oqova suvlarni suv havzalarga tashlashga butunlay chek qo'yadi.

### 3- §. Tuproq muhofazasi

Tuproq (yer) tabiatning muhim boyliklaridan biribo'lib, (Yer **ihiri** yuzasining 1/3 qismini, ya'ni 15 mlrd gamaydonni, quriqlik Ushkil etadi) quriqlikning faqat 10 % ekiladigan (haydaladigan) **yer**, 17 % yaylov va o'tloqlar, 28 % o'rmonlar va 45 % ekishga yitiroqsiz maydonlar (cho'l va sahrolar, yarim sahrolar, muzliklar, shaharlar, korxonalar, turli qurilishlar bilan band bo'lgan maydonlar va boshqalar) dan iboratdir. Insoniyat oziqa resurslarning 80 % ni ishlov beriladigan yerlar beradi (u taxminan 1450 mln ga teng). Shuning uchun yer fondiga ehtiyotkorlik bilan munosabatda bo'lish insoniyatning hayotiy zaruriyatidir.

Kishilarning xo'jalik faoliyati tufayli yerfondi qisqarib bormoqda. Yer fondini saqlashdan yerni rekultivatsiya qilish muhim rol o'ynaydi (rekultivatsiya — foydali qazilmalarni qazib olishda yerning yuza unumdor qismi olib saqlab qo'yiladi, qazilma olib bo'lingach, u tuproq o'z o'rniga qaytariladi va u yerda yana turli xo'jalik ishlarini olib borish mumkin bo'ladi).

Ayniqsa, yerlarni kimyoviy moddalar bilan ifloslanishi katta zarar keltirmoqda. Tuproqni ifloslovchi asosiy manbalar bular: sanoat korxonalarining atmosferaga chiqarib tashlagan chiqindilari, oqova suvlar, tog', kon va uni qayta ishlash korxonalarining chiqindilari, maishiy chiqindilar, qishloq xo'jaligini kimyolashtirish natijasida chiqadigan turli zaharli birikmalar, pestitsidlar va boshqalardir. Tup-roqqa tushgan moddalar bilan aloqada bo'ladigan turli muhitlar yoki vositalar (suv, havo, o'simlik va boshqalar) biologik zanjir, tuproq-o'simlik-odam orqah odam organizmiga tushadi, uni zaharlaydi.

Sayyoramizning ekiladigan maydonlariga har yili 4 mln tonna pestitsidlar, 400 mln tonna mineral o'g'itlar solinmoqda. Xalq xo'jaligini kimyolashtirish boshlanmasidan ilgari davrdagi tuproqqa qaraganda hozirgi paytda tuproqda kadmiy miqdori 70 marta, qo'rg'oshin 17, simob 19, tellur 40 marta ko'paygan. Oziq-ovqatlar tarkibida kadmiyning ko'payishi yurak kasalliklarni kelib chiqishini asosiy sababchisidir. Qo'rg'oshinning ko'pligi ateroskleroz va buyrak kasalligini, simob esa asab va nasliy kasalliklarini keltirib chiqaradi. Masalan, Yaponiyada aluminiy ishlab chiqarish korxonalarining

chiqindi suvida sug'orilgan gurch orqali kadmiy bilan ko'plab kishilarning zaharlanganligi ma'lum.

Tuproqni ifloslanishidan himoya qilishning asosiy chora tadbirlariga quyidagilarkiradi: awalo atmosferaga va oqova suvlarga chiqarib tashlanadigan zararli chiqindilar miqdorini kamaytirish, sanoat va maishiy tashlandiqlarni xo'jalik ahamiyatiga ega bo'lmagan yerlarga (karerlar, jarlik va chuqurliklar) chiqarib tashlash zaharli moddalarni yerning maxsus chuqur qatlamlariga ko'mish, yerlarga o'g'itlar, pestisitlar vaturli zaharli kimyoviy birikmalarni solishda ilmiy asoslangan usullarga qattiy rioya qilish.

Atmosfera suv va tuproqni ifloslanishidan himoya qilish masalalari bilan qisqacha tanishib chiqish shuni ko'rsatdiki, tabiatni qo'riqlashda yutuqlarga erishmoqning asosiy yo'li sanoat korxonalarini, birinchi navbatda kimyo sanoati tarmoqlarini yopiq siklik sxema bo'yicha olingan barcha xomashyoni kompleks asosida chiqindisiz ishlab chiqarishga o'tkazishdir. Bunda iqtisodiy samaradorlikning yuqori bo'lishi, korxonalarni kombinatsiyalash hududiy-sanoat komplekslarini tashkil etishni taqozo etadi.

# *IKKINCHI QISM*

## KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING NAZARIY ASOSLARI

### ***I BOB. KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING ASOSIY QONUNIYATLARI***

Kimyo sanoatining o'sib, rivojlanib borishi bilan asosiy ishlab chiqarish jarayonlarining qonuniyatlarini umumlashtiruvchi va apparatlarning texnologik hisoblash usullarini ishlab chiquvchi, injenerlik faniga ehtiyoj tug'ildi. Jarayonlar va apparatlar haqidagi fan paydo bo'ldi va rivojlanib bordi. Bu fanning kimyoviy ishlab chiqarishning yangi-yangi apparatlarini, texnologiyasini ilmiy asoslab chiqishda roli juda katta.

Kimyoviy ishlab chiqarishda turli tuman jarayonlar amalga oshiriladi. Olingan xomashyoning turli kimyoviy ta'sirotlar natijasida agregat holati, ichki tuzilishi va tarkibining o'zgarishlari bilan boruvchi, yangi moddalarga aylanishi sodir bo'ladi. Bu o'zgarish kimyoviy texnologik jarayonlarning asosi hisoblanmish, kimyoviy reaksiyalar bilan bir qatorda, ko'pgina fizik (shu jumladan, mexanik), fizik-kimyoviy jarayonlarni ham o'z ichiga *oladi*. Shunday jarayonlarga: suyuqlik va qattiq materiallarning aralashuvi bir-birining ichiga tarqalishi, maydalash va uni sinflarga bo'linishi, gazlarni bir joydan boshqa joyga o'tkazilishi va siqish, moddalarni isitish va sovitish, ularni aralastirish bir jinsli bo'lmagan gaz va suyuqliklar aralashmalarini ajratish, eritmalarni bug'lantirish, materiallarni quritish va boshqalar kiradi. Ko'rsatilgan jarayonlarni bajarish usullari ko'pincha ularni amalga oshirish mumkinligini, samaradorligini va ishlab chiqarish jarayonining rentabeligini aniqlab beradi.

Shunday qilib, turli kimyoviy mahsulot va materiallarning ishlab chiqarish texnologiyasi (masalan, ishqorlar, tuzlar, mineral o'g'itlar, bo'yoqlar polimer va sintetik materiallar, plastmassalar va hokazolar), umumiy qonuniyatlar bilan xarakterlanuvchi bir tipdagi fizikaviy — fizik — kimyoviy jarayonlarni o'z ichiga *oladi*. Kimyoviy texnologiyaning nazariyasiga asos solgan amerikalik olimlardan

V. Bedjer, V. Mak-Keba, rus olimlaridan I. A. Tishenko va A. K. Krupskiy, D. P. Konavalov, L. F. Fokin, K. F. Pavlov va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

## **1- §. Kimyoviy texnologik jarayonlar haqida tushuncha. Asosiy jarayonlarning turlari**

Kimyoviy texnologiyada fizik va kimyoviy hodisalar birgalikda olib qaraJadi. Shu hodisalarning yig'indisidan texnologik jarayonlar tashkil topadi. Kimyoviy texnologik jarayon quyidagi oddiy bosqichlardan iboratdir: 1) reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning reaksiya zonasiga kiritilishi; 2) kimyoviy reaksiyalar; 3) hosil bo'lgan mahsulotlarni reaksiya zonasidan chiqarib olinishi.

Reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning reaksiya zonasiga kiritilishi molekular difruziya yoki konveksiya (konveksiya — biror moddaning issiqliq, elektr zaryadi kabilarning muhit oqimi tufayli ko'chishi — tarqalishidir) orqali amalga oshadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar qattiq aralashtirilganda konvektiv ko'chishi girdobsimon difruziya ham deyiladi. Ikki yoki ko'p fazali sistemalarda (sistema — o'zaro fizikaviy yoki kimyoviy taassurotda boigan moddalar guruhi ya'ni bir necha moddalarga aytiladi).

*Faza* deb sistemadagi individual moddaga aytiladi (yoki tarkibi, fizik-kimyoviy xossalari bir xil bo'lgan, o'zining tashqi sirti — yuzasi bilan sistemaning boshqa qismlaridan ajralib turuvchi sistemaning bir xil qismiga aytiladi) reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning reaksiya zonasiga kiritilishi: gazlarning absorbsiyasi yoki desorbsiyasi, bug'larning kondensatsiyalanishi, qattiq moddalarni suyuqlantirish yoki ularni suyuqliklarda eritish, suyuqliklarni bug'lantirish yoki qattiq moddalarni haydash orqali amalga oshirilishi mumkin. Fazalar orasidagi o'tishlar murakkab diffuzion jarayondir.

Kimyoviy reaksiyalar — kimyoviy texnologik jarayonning ikkinchi bosqichidir. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar orasida, ya'ni sistemada, odatda, asosiy mahsulotning hosil bo'lishiga olib keluvchi bir necha ketma-ket (ba'zida parallel) kimyoviy reaksiyalar, hamda olingan xomashyo bilan uning tarkibidagi

hegona aralashmalar orasida ham bir qator reaksiyalar boradi. Natijada asosiy mahsulot bilan bir qatorda qo'shimcha mahsulot (xalq xo'jaligi ahamiyatiga ega bo'lgan mahsulotlar) yoki chiqindi, sanoat tashlandiqlari (xalq xo'jaligida yetarli darajada ishlatilish sohasini topmagan, yetarli qimmatga ega bo'lmagan reaksiya mahsulotlari) ham hosil bo'ladi. Odatda, ishlab chiqarish jarayonlari analizida barcha reaksiyalar hisobga olinmaydi, balki laqatgina olinishi kerak bo'lgan asosiy mahsulotning miqdori va sifatiga katta ta'sir ko'rsatiladigan reaksiyalargina hisobga olinadi.

Reaksiya zonasidan mahsulotning chiqarib olinishi ham reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning zonaga kiritilishi kabi diffuziya, konveksiya moddalarining bir fazadan boshqa fazaga (gaz, suyuq va qattiq) o'tishi orqali amalga oshadi. Texnologik jarayonning umumiy tezligini mana shu uch bosqich yoki jarayonning bittasi, ya'ni sekin boradigan jarayon belgilaydi. Agar kimyoviy reaksiya juda sekin borsa va u umumiy tezlikni belgilasa, bunday vaqtda jarayon kinetik sohada kechadi. Bunday hollarda texnologlar kimyoviy reaksiyani tezlashtiradigan omillarni (olingan xomashyo konsentratsiyasi, katalizatorlarni qo'llash va boshqalar) kuchaytiradilar.

Agar jarayonning umumiy tezligi reaksiya zonasiga reagentlarning kiritilishi yoki mahsulotlarni zonadan chiqarilishi belgilasa, demak, jarayon difuzion sohada kechadi. Diffuziya tezligini awalo aralastirish, harorat va konsentratsiyani oshirish hamda sistemani ko'p fazalidan bir fazaliga o'tkazish va hakoza orqali oshiriladi. Agar texnologik jarayonni tashkil etuvchi barcha elementlarni (uchala jarayonning ham) tezligi taxminan teng bo'lsa, u vaqtda jarayon o'tish sohasida boradi. Shuning uchun ham awalo, ham diffuziyani, ham reaksiyani tezligini oshiradigan omillarga ta'sir ko'rsatish kerak bo'ladi, ya'ni dastlabki moddalarning konsentratsiyasi va haroratini oshirish zarur.

## **2- §. Kimyoviy texnologik jarayonlarning klassifikatsiyasi**

Texnologiyajarayonlar ularning harakatlantiruvchi kuchiga ko'ra quyidagi 5 guruhgabo'linadi:

1. Mexanik jarayonlar.
2. Gidromexanikjarayonlari.



3. Issiqlik almashinish jarayonlari.
4. Modda almashinish jarayonlari.
5. Kimyoviy jarayonlar.

Mexanik jarayonlar *qattiq* materiallarni *mexanik* kuch ta'sirida qayta ishlash bilan bog'liq. Bunday jarayonlarga saralash, uzatish, aralashtirish, maydalash kabilar kiradi. Bu jarayonlarning tezligi qattiq jismlarning mexanik qormniyatlari bilan ifodalanadi. Bunda harakatlantiruvchi kuch vazifasini mexanik bosim kuchi yoki markazdan *qochma kuch* bajaradi.

Gidromexanik kuchlarga suyuq va gazsimon sistemalardagi harakat (aralashtirish, filtrlash, cho'ktirish) bilan bog'liq jarayonlar kiradi. Bunday jarayonlarning tezligi gidromexanika qonunlari bilan aniqlanadi. Hidromexanik jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi gidrostatik va gidrodinamik bosimdir.

Issiqlik almashinish jarayoni — haroratlar farqi mavjud bo'lganda bir (harorati yuqori) jismdan ikkinchi (harorati past) jismga issiqlikning o'tishidir. Bu guruhga sovitish, isitish, bug'latish, kondensatlash va sun'iy sovuq hosil qilish jarayonlari kiradi. Jarayonning tezligi gidrodinamik rejimga bog'liq holda issiqlik uzatish qonunlari bilan ifodalanadi, issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi sifatida issiq va sovuq muhitlar o'rtasidagi haroratlar farqi ishlatiladi.

Modda almashinish bir yoki bir necha komponentlarning bir fazadan fazalarni ajratuvchi yuza orqali ikkinchi fazaga o'tishidir. Komponentlar bir fazadan ikkinchi fazaga molekular va turbulent diffuziyalar yordamida o'tadi. Shu sababli bu jarayonlar diffuzion jarayonlar ham deyiladi. Bu guruhga adsorbilash, adsorbtlash, suyuqliklarni haydash, ekstraksiyalash, quritish jarayonlari kiradi. Jarayonlarning tezligi fazalarning gidrodinamik harakatiga bog'liq bo'lib, modda o'tkazish qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Modda almashinish jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi fazadagi konsentratsiyalarning farqi bilan belgilanadi.

Kimyoviy jarayonlar moddalarning o'zaro ta'siri natijasida yangi birikmalarning hosil bo'lishidir. Kimyoviy reaksiyalarda issiqlik va modda almashinish jarayonlari ham sodirbo'ladi, Bu jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetika qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Reaksiyalar tezligi, ayniqsa, sanoat miqyosida moddalarning gidromexanik

hvvakatiga, kimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi esa reaktiviyatga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Mexanik, gidromexanik, issiqlik almashinish, modda almashinish kabi jarayonlar kimyoviy texnologik jarayonlarning elementlaribolib, ular «Kimyoviy texnologiya jarayonlari va apparatlari» kursida, kimyoviy jarayonlar esa «Kimyoviy texnologiya» kursida o'rganiladi.

Kimyoviy texnologiyaning barcha jarayonlari ikkita: kimyoviy va fizik jarayonlarga bo'linadi. Kimyoviy reaksiyalar, kimyoviy texnologik jarayonlarning eng muhim bosqichidir. Kimyoviy texnologik jarayonlarni klassifikatsiyalashda kimyoviy reaksiyalarning oddiy, murakkab-parallel va murakkab ketma-ketlikka bo'linishi hisobga olinadi.

Kimyoviy-texnologik jarayonlarning ayrim sinflarini tavsiflashda reaksiyalar, reagentlarning o'zaro ta'sirlashuvini tipiga qarab ikkiga: oksidlanish-qaytarilish (gomolitik) va kislota — asosliga (geterolitik) bo'linadi. Kimyoviy reaksiyalar va massa o'tkazish jarayonlari qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin, shunga qarab texnologik jarayon ham farq qiladi.

Texnologik jarayonlarning klassifikatsiyasida ularni optimallashtirish uchun zarur bo'lgan texnologik rejim katta ahamiyat kasb etadi.

**Texnologik rejim** deb jarayonning tezligi, mahsulotni unumi va sifatiga ta'sir etuvchi asosiy omillar (parametrlar) yig'indisiga aytiladi. Ko'pchilik kimyoviy-texnologik jarayonlar uchun rejimning asosiy parametrlari harorat, bosim, katalizatorlarni qo'llash va ularning aktivligi, o'zaro reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari, reagentlarning aralashtirish usullari kabilari hisoblanadi.

Kimyoviy texnologik jarayonlarning ba'zi tiplari uchun rejimning boshqa, ko'pchilik kimyoviy-texnologik jarayonlarga xos bo'lmagan ko'rsatkichlari birinchi darajali ahamiyat kasb etadi. Masalan, elektrokimyoviy jarayonlar, tok kuchi va kuchlanish bilan, radiatsion kimyoviy jarayonlar esa qo'llaniladigan radiatsiya darajasi bilan tavsiflanadi.

Texnologik rejim parametrlari tegishli reaktorlarni konstruksiyalash prinsiplarini aniqlab beradi. Texnologik rejim parametrlarining optimal qiymati, apparatlarning eng yuqori mahsuldorligi va

jarayonlarda xizmat qiluvchi kishilarning mehnat unumdorligiga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham texnologik rejim parametrlarining qiymatlari va tabiati, kimyoviy-texnologik jarayonlar klassifikatsiyasida asos qilib olingan. Ammo texnologik rejim parametrlarining barchasi bir-biriga bog'liq bo'ladi. Parametrlardan birining o'zgarishi rejimning boshqa parametrlarini maqbul qiymatlarini o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun ham texnologik jarayonlarni, rejimning barcha parametrlari bo'yicha kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida aniq sinflarga bo'lish maqsadga muvofiq emas.

Jarayonning tezligi va reaktorlarning konstruksiyasiga reagentlarni aralashtirish darajasi va usuli kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'z navbatida reaksiyaga kirishuvchi massani aralashtirish usuli va darajasi moddalarning agregat holatiga bog'liq. Qayta ishlanadigan moddalarning agregat holatlari ularni texnologik qayta ishlash usullarini hamda apparatlarni konstruksiyalash prinsiplarini aniqlab beradi. Shuning uchun ham kimyoviy texnologiyaning umumiy qonuniyatlarini o'rganishda jarayonlar va unga mos holda reaktorlarni awalo reaksiyaga kirishuvchi moddalarning agregat holatiga qarab bo'lish qabul qilingan. Shu sababli, barcha o'zaro ta'sirashuvchi moddalar sistemasi va unga mos keluvchi texnologik jarayonlar ushbu belgilariga qarab gomogen yoki bir jinsli va geterogen yoki ko'p jinsli bo'linadi.

*Gomogen* deb shunday jarayonlarga aytiladiki, bunda reaksiyaga kirishayotgan barcha modda bir xil: gaz (G), suyuq (S) yoki qattiq (Q) fazada bo'ladilar. Gomogen sistemada o'zaro ta'sirlashayotgan moddalarning reaksiyasi geterogen sistemadagiga nisbatan, odatda, tez ketadi, barcha texnologik jarayonlarning mexanizmi sodda, jarayonni boshqarish oson, shuning uchun ham texnologiyada, amaliyotda ko'pincha gomogen jarayonga intilinadi, ya'ni, qattiq reaksiyaga kirishuvchi moddalarni hech bo'lmaganda ulardan birini eritish yoki suyuqlantirish yo'li bilan suyuq holatga o'tkaziladi. Shu maqsadda gazlar kondensatsiyalanadi yoki absorbsiyalanadi.

Geterogen sistema ikki yoki undan ortiq fazali bo'ladi. Quyidagi ikki fazali sistemalar mavjud: gaz-suyuq, gaz-qattiq, suyuq-suyuq (bir-biriga aralashmaydigan suyuqliklar), suyuq-qattiq, qattiq-qattiq. Ishlab chiqarish amaliyotida quyidagi sistemalar ko'p uchraydi. G-S, G-Q, S-Q. Ba'zi ishlab chiqarish jarayonlari ko'p fazali geterogen

ilstemalarda kechadi, masalan, G-S-Q, G-Q-Q, S-Q-Q, G-S-Q-Q va hokazo.

Ishlab chiqarish amaliyotida gomogenga qaraganda geterogen jarayonlar keng tarqalgan. Bunda odatda jarayonning geterogen bosqichi diffuzion xarakter kasb etadi, kimyoviy reaksiya esa gaz yoki suyuq muhitda gomogen jarayonda boradi. Ammo bir qator ishlab chiqarishlarda G-Q, G-S, S-Q chegarasida geterogen reaksiyalari boradi va ular odatda, jarayonning umumiy tezligini belgilaydi. Geterogen reaksiyalar, jumladan, suyuq va qattiq moddalarning yonishida (oksidlanganda), metall va minerallar kislota va ishqorlarda eriganida sodirbo'ladi.

Kimyoviy jarayonlarkatalitikva nokatalitikbo'ladi. Texnologik rejim parametrlarining ahamiyatiga qarab, jarayonlar past va yuqori haroratli, vakuumda, o'rta va yuqori bosimda boruvchi, dastlabki moddalari yuqori va past konsentratsiyali va boshqalarga bo'linadi. Ammo ayrim kimyoviy ishlab chiqarishlar bo'yicha ba'zi qo'llanmalarda yoritilganidek batafsil klassifikatsiya, kimyoviy texnologiyaning umumiy kursi uchun murakkab va ortiqchadir.

Tegishli apparatlar va ularda amalga oshiriladigan jarayonlar vaqt birligida jarayonning borish tabiatiga qarab davriy va uzluksiz jarayonlarga bo'linadi. Uzluksiz ishlovchi reaktorlar *oqimli reaktorlar* deyiladi, chunki ular orqali reaksiyaga kirishuvchi massa katta oqim bilan o'tib turadi.

Gidrodinamik rejim reaksiyaga kirishayotgan komponentlar reaksiya mahsulotlari bilan birgalikda aralashtirishni ikki turga ajratadi: 1) to'liq aralashtirish; 2) ideal siqib chiqarish.

To'liq aralashtirish — bu shunday rejimki, unda girdob shu qadar kuchli bo'ladiki, reagentlar konsentratsiyasi oqimli reaktorlarda (oqimli reaktorda reagentlar reaktorning bir tomonidan kirib ikkinchi tomonidan chiqib ketadi) apparatning butun hajmida, ya'ni, xomashyo kiritiladigan joydan, to mahsulotlar aralashmasi chiqarib olinadigan qismigacha bir xil bo'ladi (20- rasm, 2- egri chiziq).

Ideal siqib chiqarish, dastlabki modda bilan hosil bo'lgan mahsulotlar bir-biri bilan aralashmaydigan hollarda kuzatiladi. Bunday reaktorlarda konsentratsiya reagentlar oqimi yo'nalishiga tomon bir me'yorda o'zgaradi. To'liq aralashtirish rejimida reaksiya hajmida konsentratsiyaning bunday o'zgarishi kuzatilmaydi. Sanoat oqimli

reaktorlarida, to'liq aralashtirish apparatlariga qaraganda aralashtiri darajasi har doim kam, ideal siqib chiqarish apparatiga nisbatan esa ko'p bo'ladi.

Harorat rejimiga qarab oqimli reaktorlarva unda kechayotgan jarayonJar izotermik, adiabatik va politermik bo'ladi. Izotermik: reaktorlarda harorat butun reaksiyon hajmda doimiy bo'ladi. Ideal izotermik rejim yetarli darajada kuchli aralashtiriladigan, to'liq aralashtirish rejimiga yaqinlashgan reaktorlarda bo'lishi mumkin. Kichik issiqlik effekti bilan boradigan reaksiyalar (masalan, izomerlanish reaksiyalari) yoki reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi kichik bo'lganda (masalan, gazlarni zararli aralashmalardan tozalash jarayonida) jarayonJar izotermikka yaqinlashadi.

Adiabatik reaktorlarda issiqlik tashqaridan ichkariga kirmaydi va ichkaridan tashqariga ham chiqmaydi, reaksiyaning barcha issiqligi, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning oqimi bilan akkumlatsiyalanadi (to'planadi). Ideal adiabatik rejim faqat tashqi muhitdan to'liq izolyatsiyalangan ideal siqib chiqarish reaktorlaridagina bo'lishi mumkin. Bunday reaktorlarda reaktor o'qi bo'yicha oqim harorati dastlabki moddaning tayyor mahsulotga aylanish darajasiga to'g'ri yoki teskari proporsionaldir.

Politermik reaktorlarda reaksiya issiqligi reaksiya zonasidan faqat qisman tashqariga chiqariladi yoki endotermik jarayonlar uchun apparatga hisoblangan holda (ya'ni apparatning loyahasiga mos holda) issiqlik berish bilan kompensatsiyalanadi. Natijada harorat reaksiya hajmini uzunligi (yoki balandligi) bo'yicha turli xilda o'zgaradi va harorat rejimi ham grafikda turli egri chiziqlarda ifodalanadi, uning ko'rinishi taxminan hisobga (dastuiga) mos holda bo'ladi va texnologik rejim parametrlarini o'zgartirish orqali to'g'rilanadi. Sanoat reaktorlari ko'pincha politermik harorat rejimiga ega, ba'zan izotermik yoki adiobatik rejimga yaqinlashadi.

Moddalarning kimyoviy o'zgarishlari u yoki bu darajada issiqlik jarayonlari bilan boradi. Issiqlik samarasiga (effekti) qarab, reaksiyalar ekzotermik (issiqlik chiqishi bilan boradigan) va endotermik (issiqlik yutilishi bilan boradigan) reaksiyalarga bo'linadi. Bunday bo'lish reaksiyaning issiqlik effektini muvozanatga va qaytar reaksiyalar tezligiga ta'sirini aniqlashda juda katta ahamiyatga egadir. Ko'pgina ishlab

Chiqarishlarda reaksiyaning issiqlik effekti ishlab chiqarishning texnologik sxemasini va reaktor koristruksiyasini belgilab — aniqlab beradi.

Geterogen sistemalarda to'g'ri oqimli, qarama-qarshi oqimli, chorraha (bir-birini kesib o'tuvchi) oqimli jarayonlarni ajratadilar. Bunday klassifikatsiyalash reaktorning balandligi (uzunligi) bo'yicha Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi o'zgarishining xarakterini uniqlash uchun zarur hisoblanadi. Shunday qilib, hatto kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida qabul qilingan jarayonlarning qisqa, soddalashtirilgan klassifikatsiyasi ham anchagina murakkabroqdir, chunki u ishlab chiqarishda mavjud bo'lgan turli xil kimyoviy-texnologik jarayonlarni o'rganishda har tomonlama yondashuvga asoslangandir.

Kimyoviy texnologiyada o'rganiladigan asosiy obyektlar — muvozanat va kimyoviy texnologik jarayonlarning tezligidir. Jarayonning tezligi va muvozanatni boshqaruvchi qonuniyatlar gomogen va geterogen jarayonlarda keskin farq qiladi.

### 3-§. Texnologik jarayonlarda muvozanat

Kimyoviy jarayonlar qaytar va qaytmas jarayonlarga bo'linadi. Qaytmas jarayonlar faqat bir tomonga boradi. Ishlab chiqarish sharoitida ko'pgina kimyoviy reaksiyalar amalda qaytmas bo'ladi. Masalan, gazlar aralashmasidan  $\text{CO}_2$  ni tozalashda, gazlar ohakli suvdan o'tkaziladi (yuviladi) bu reaksiya qaytmas reaksiyadir.



Yoki kolchedanni kuydirish reaksiyasini ko'rsatish mumkin, bu ham qaytmas reaksiyadir.



Qaytar reaksiyalarda hosil bo'lgan mahsulot o'z-o'zidan yana dastlabki mahsulotga aylanadi.

Geterogen sistemalarda *qaytar* deb modda yoki issiqlikning bir fazadan boshqa fazaga o'tishi va aksincha, boruvchi jarayonlarga aytiladi.

Barcha qaytar kimyoviy-texnologik jarayonlar muvozanat intiladi. Bunda to'g'ri va teskari tomonga boruvchi jarayonlarni tezligi tenglashadi, natijada o'zaro ta'sirlashuvchi sistemada<sup>1</sup> komponentlar nisbati tashqi muhit o'zgarmaguncha o'zgarmaydi. Komponentlardan bining harorati, bosimi yoki konsentratsiyasi o'zgarsa, muvozanat buziladi va sistemada o'z-o'zidan yangi sharoitda muvozonatni qayta tiklovchi kimyoviy hamda diffuzion jarayonlar boshlanadi. Kimyoviy muvozonatda termodinamikaning ikkinchi qonunini qo'llash mumkin. Bu qonunga binoan izotsiyalangan (ajratilgan) sistemada kimyoviy muvozonatning shartlaridan biri bu entropiyaning (S) maksimum qiymatga ega bo'lishidir. Muvozonat holatdagi har qanday o'z-o'zidan boruvchi sistemalar uchun shart bo'lgan entropiyaning yanada ortishi sodir bo'lmaydi, ya'ni:  $ds=0$ .

Gomogen va geterogen sistemalarda muvozanatda, texnologik rejim asosiy parametrlarning ta'siri Le-Shatele prinsipi bilan aniqlanadi. Le-Shatele prinsipiga muvofiq muvozanatda bo'lgan sistemaning tashqi ta'sir tufayli muvozonati buzilsa, sistemani muvozonatdan chiqaruvchi ta'sirni kamaytiradigan tomonga yo'nalgan o'zgarish sodir bo'ladi. Misol tariqasida ekzotermik sintez reaksiyasiga Le-Shatele prinsipi qo'llanilishini ko'rib o'tamiz.



(bu asosiy model reaksiya hisoblanadi, chunki bu reaksiya ko'pchilik ishlab chiqarish jarayonlari uchun masalan,  $SO_2$  ni  $SO_3$  gacha oksidlash,  $SO_3$ ni adsorblanishi,  $NH_3$ ,  $HCl$ , spirtlar, yuqori molekular birikmalar sintezi va boshqalar asosiy reaksiyadir).

Bu tenglama m, n va p lar A, B va D moddalarning molar miqdori, AH — entalpiya o'zgarishi, ya'ni reaksiyaning issiqlik effekti. Ko'pchilik kimyoviy texnologiya qo'llanmalarida reaksiyaning issiqlik effekti  $dp$  Joul/mol bilan belgilangan:

$$dp = -AH$$

Modda hajmini V bilan belgilasak, u vaqtda  $V_A+V_B > V_D$  bo'ladi, ya'ni, hajm kamayishi bilan reaksiya boradi. Olinadagan modda miqdoriga ta'sir etuvchi asosiy sharoitlar: harorat-t, bosim R va

flttksiyaga kirishayotgan moddalarning modda konsentratsiyasi —  $|_A, S_v$  va  $S_D$  Muvozonatni o'ngga siljishi uchun ya'ni, reaksiya Itiuhsulotini ko'paytirish uchun Le-Shatele prinsipiga muvofiq haroratni va mahsulot ( $S_D$ ) konsentratsiyasini kamaytirish kerak, ya'ni reaksiya mahsulotini reaksiya zonasidan chiqarib olib turish hiimda bosimni va reaksiya zonasida dastlabki moddalar  $S_A$  va  $S_v$  konsentratsiyasini oshirish kerak.  $S_A$  ni oshirish  $V$  moddani to'liq reaksiyaga kirishishiga va o'z navbatida  $S_v$  ni oshirish esa,  $A$  moddani lo'liq reaksiyaga kirishishiga olib keladi. Bunday amallar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi, masalan, vodorod xlorid sintezida reaksiyaning umumiy tenglamasiga binoan:



Reaksiya mahsuloti ( $HCl$ ) tarkibida xlor gazining bo'lishi, maqsadga muvofiq emas (chunki u xlorid kislotani ifloslaydi), vodorod gazi esa zararsiz. Shuning uchun ham sanoatda, gazlar aralashmasida vodorod miqdorini ortiqcha olish yo'li bilan toza (tarkibida  $Cl_2$  saqlamagan) vodorod xlorid gazini olish mumkin bo'ladi. Geterogen ekzotermik jarayonlarda Le-Shatele prinsipini qo'llaganda masalan, gazlar aralashmasini suyuqlikka yutilishida, gazlarni suyuqlikdagi muvozonat konsentratsiyasi yoki gazlarning absorbsiya muvozanat darajasi (ya'ni mahsulot unumi) haroratni pasaytirish va bosimni oshirish hamda yutilgan komponentlarning suyuqlik ustidagi parsial bosimini kamaytirish orqali oshiriladi.

Parsial bosimni kamaytirish absorbsiya zonasidan mahsulotni chiqarib turish orqali amalga oshirilishi mumkin. Masalan, mahsulotni, kristallab chiqarib olish orqali ( $CO_2$  ni absorbsiyalashda yuttiruvchi sifatida ohakli sutdan foydalanib,  $CaCO_3$  shaklida cho'ktirish orqali ajratib olinadi). Gazlar aralashmasida suyuqlikka yutiladigan komponentning konsentratsiyasini (ya'ni parsial bosimni) oshirish gazlarni suyuqlikdagi muvozonatni oshiradi. Ammo bunda absorbsiya darajasi o'zgarishligi mumkin.

Le-Shatele prinsipiga muvofiq qattiq kristall moddalarning suyuqlikda erishi, agar bu jarayon endotermik bo'lsa, haroratning ko'tarilishi bilan ortadi, chunki kristallik panjaraning yemirilishi uchun sarflanadigan energiya miqdori, odatda, molekulaning solvatlanish



issiqligidan ko'p, ya'ni, ortiq bo'ladi. Bunda bosim amalda ta's' etmaydi, chunki hajm juda kam o'zgaradi.

Muvozonat konstantasi. Muvozonat konstantasi dinamik muvozonatni miqdoriy o'lchash uchun xizmat qiladi. Fizik- kimyoda muvozonat konstantasi termodinamik kattalik sifatida aniqlanadi,, ammo uni massalar ta'siri qonunidan keltirib chiqarishi ham mumkin. Bu qonunga binoan *kimyoviy reaksiya tezligi* ayni vaqtdai reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molar konsentratsiyalarning; ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir (1864- yilda Kato Maksimilian Gulberg va Piter Vaagelar massalar ta'siri qonunini kashf etdilar, bu qonun muvozonatdagi sistemaning reaksiya mahsuloti va dastlabki reagentlarning nisbiy konsentratsiyalarini muvozonat konstantasi deb ataluvchi kattalik orqali ifodalaydi).

(1.6) reaksiya uchun to'g'ri reaksiya tezligi

$$u_1 = K_1 [A]^m [B]^n \quad (1.7)$$

teskari reaksiya tezligi esa,

$$u_2 = K_2 [D]^p \quad (1.8)$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Bu yerda,  $K_1$  va  $K_2$  — to'g'ri va teskari reaksiyaning tezlik konstantasi, A, B va D — reaksiyaga kirishayotgan moddalarning ayni paytdagi molar konsentratsiyalari (yoki parsial bosimi) ya'ni vaqt o'zgarishi bilan *o'zgaruvchi* kattalik. Muvozonat konstantasi —  $K$ , muvozonat paytida to'g'ri reaksiya tezlik konstantasini teskari reaksiya konstantasiga bo'lgan nisbatidan keltirib chiqariladi, ya'ni  $u_1 = u_2$  muvozonatda bo'lganda

$$K_1 [A]^m [B]^n = K_2 [D]^p \quad \text{bo'ladi.} \quad (1.9)$$

$$\text{Bundan;} \quad K = \frac{K_1}{K_2} = \frac{[A]^m [B]^n}{[D]^p} \quad (1.10)$$

Bu tenglamadagi  $[A]^m$ ,  $[B]^n$  va  $[D]^p$  lar sistema muvozonat holatida bo'lganda reaksiyaga kirishayotgan komponentlarning parsial

bosimi. Gazlar uchun  $K$  ni reaksiyaga kirishayotgan komponentlar-  
**flng** parsial bosimi  $P$  bilan, komponentlar konsentratsiyasi —  $S$  va  
 nihoyat ularning molar qismi  $N$  bilan ifodalash mumkin. Bunda,  
 $K_M$   $K_S$  va  $K_N$  lar bilan belgilanuvchi tegishli muvozonat konsfantalari  
 hosil bo'ladi. Ular bir-biri bilan quyidagi tenglamalar orqali bog'liq  
 bo'ladi:

$$K \wedge F y p r r \quad (i.i i)$$

$$K, = K_N P \wedge \quad (1.11a).$$

Bu yerda,  $P$  — gazlar aralashmasining umumiy bosimi;  $AN$ -  
 reaksiya natijasida gazlar mollari, sonining ortishi. Yuqoridagi model  
 teaksiya (1.6) uchun

$$z1N=P - (m+n) \quad (1.12) \text{ bo'ladi.}$$

(1.5) tenglama, texnik hisoblarda muvozonat konstantasi  $K$  ni  
 hisoblashda foydalanilmaydi, chunki muvozonat konsentratsiyasi,  
 odatda ma'lum bo'ladi va u  $K$  ning kattaligiga asoslanib dastlabki  
 ma'lum va aniq bo'lgan konsentratsiyasi bo'yicha aniqlanadi. Turii  
 reaksiyalarning tajriba yo'li bilan yoki harorat va bosimga bog'liq  
 holda analitik yo'l bilan aniqlangan muvozonat konstantalarining  
 qiymatlari maxsus qo'llanmalar va ma'lumotlarda tegishli jadval yoki  
 nomogrammalar shaklida berilgan.  $K$  ni tajriba ma'lumotlariga asosla-  
 nib aniqlash uni mahsulot unumi orqali ifodalaydilar.

**Mahsulot unumi**, aylanish darajasini (xomashyoni tayyor  
 mahsulotga aylanishi nazarda tutilmoqda) sharoitga bog'liq holda,  
 muvozonat unumi va faktik unum bilan ifodalash mumkin. Aylanish  
 darajasi dastlabki olingan asosiy modda- (xomashyo)ning tayyor  
 mahsulotga aylangan qismini dastlabki moddaning umumiy miqdoriga  
 bo'lgan nisbati bilan ifodalanadi.

$$x = (G_d \sim GJ / G_d) \quad (1.13)$$

Bunda,  $x$  — aylanish darajasi;  $G_g$  — dastlabki modda (xom-  
 ashyo);  $G_o$  — hosil bo'lgan tayyor mahsulot (ya'ni oxirgi modda)  
 tarkibidagi reaksiyaga kirishmay qolgan dastlabki modda. (1.13)  
 formuladagi modda miqdori o'rniga, moddalarni dastlabki( $G_d$ ) va  
 oxirgi ( $G_o$ ) konsentratsiyasini qo'yish mumkin. Boshqa sharoitida  
 aylanish darajasi mahsulotning umumiy unumi sifatida hisoblanadi:

$$X = G_F / G_M \quad (1.14)'$$

Bunda,  $X$  — mahsulot unumi;  $G_F$  — amalda olingan (faktik) mahsulot;  $G_M$  — asosiy dastlabki moddadan olinishi mumkin bo'lgan maksimal mahsulot miqdori.  $X$  - ning (1.13) va (1.14) tenglamalarda aniqlangan qiymatlari son jihatdan tengdir. Asosiy dastlabki modda sifatida odatda, reaksiyon aralashmaning asosiy qiymatbaho komponenti hisobga olinadi, qaysiki, u stexiometrik hisobdan kam bo'ladi. Masalan, sanoatda  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$  reaksiyasida asosiy reagent  $SO_2$  hisoblanadi, kislorod esa havo tarkibida bo'lib qiymatbaho reagent hisoblanmaydi. Shuningdek, barcha havo kislorodi ishtirokida boradigan oksidlanish reaksiyalarida, kislorod doim ortiqcha olinadi va qiymatbaho reagent hisoblanmaydi. Yoki etilenni gidratlanish reaksiyasida  $H_2C=CH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$  asosiy qiymatbaho reagent etilen hisoblanadi.

Suv esa qiymatbaho reagent hisoblanmaydi va ko'pchilik gidratlanish reaksiyalarida (masalan, gidroliz reaksiyalarida, suv bug'i bilan konversiyalashda va boshqalarda) suv bug'i ortiqcha olinadi. Fazalararo massalar o'tishida (biror reagentning boshqa reagent ichiga o'tishida) masalan, absorbsiya, desorbsiya, bug'lanish va boshqalaridan asosiy yoki qiymatbaho reagent deganda absorbsiyalanuvchi moddaning barchasi tushuniladi. Kimyoviy reaksiyada qo'llash mumkin bo'lgan bunday unum, *aylanish darajasi* deb ataladi. Masalan, o'tishi jarayonida bunday unum ( $X$ ) *fazalar aro o'tish darajasi* deyiladi. Masalan, absorbsiyalanish darajasi, desorbsiyalanish darajasi va boshqalar.

Agar (1.14) formulada, suratga sistema muvozonat holatda bo'lganda  $G_{MZ}$  olingan mahsulot miqdori qo'yilsa, u vaqtda unum *muvozonat unumi* yoki *nazariy unum* deyiladi.

$$X_{MY} = (G_M^{\wedge} / G_M) \quad (1.15)$$

Faktik unum (nazariyga nisbatan olinganda)  $X_F$  jarayonning muvozonatga yaqinlanish darajasini aniqlab beradi va u ko'pincha foizlarda ifodalanadi.

$$X_F = (G_F / G_{MZ}) \cdot 100 = (G_F / G_M) \cdot X^{\wedge} \cdot 100 \quad (1.16)$$

\* *Jarayonning selektivligi* murakkab (parallel, ketma-ket) ikftlyalar uchun muhim ko'rsatkichdir.  $A \xrightarrow{*} B \rightarrow D$  reaksiyada **nlihi** kerak bo'lgan mahsulot — B, qo'shimcha (ehtimol ishlab ~nirish chiqindisi) mahsulot — D bo'lgandajarayonning selektiv-  
» S quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$S = X_3 A_B + X_D \quad (1.17)$$

yoki

Bunda, B — modda (mahsulot)ning miqdori —  $G_B$ ; A — modda-  
nlug mahsulotga aylangan qismining miqdori —  $G_A$ dir.

Mahsulot unumi moddalar konsentratsiyasi, vaqt va haro-  
mlga to'g'ri chiziqli emas, balki aksincha, bog'liq bo'ladi. Shuning  
uchun ham uni, jarayonning tezligini baholashda har doim ham  
(| Ilash qulay bo'lavermaydi.

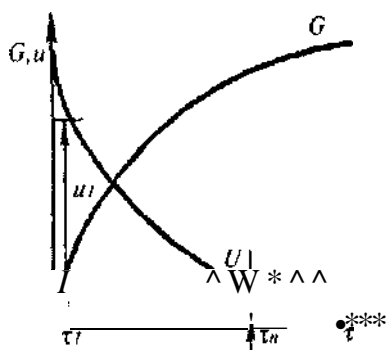
Kinetikasi hali to'g'ri o'rganilmagan qator jarayonlar uchun  
mahsulot unumi, jarayonning to'liq borganligi va tezligining yagona  
o'lchamidir. Agar jarayonning kinetik tenglamasi (reaksiya tezligining  
asosiy formulasi) ma'lum bo'lsa, u vaqtda reaktor ishining jadalligini  
miqdoriy baholash uchun va ishlab chiqarish jarayonlari texnologik  
hisobi uchun jarayonning tezlik konstantasi — K dan foydalanish  
maqsadgammuvofiqdir. Qaysiki, geterogen jarayonlarda *Kmassauzatish  
koeffitsienti deyiladi*. Massa uzatish koeffitsienti, odatda reaksiyaga  
kirishayotgan fazalarning haqiqiy va muvozonat konsentratsiyalari  
har xil bo'lganda, 0,1 MPa bosimda (ya'ni 1 m<sup>3</sup> gaz yoki suyuq  
fazada 1 kg bosimda) 1 m<sup>2</sup> yuzada bir fazadan boshqa fazaga 1 soat da  
o'tgan moddaning kg miqdori bilan o'lchanadi. Jarayonning tezlik  
konstantasi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasi va  
vaqtga bog'liq emas. Bu faqat haroratning funksiyasidir.

#### 4- §. Texnologik jarayonlarning tezligi

Olinishi kerak boigan tayyor mahsulotga nisbatan texnologik  
jarayonning tezligi bu to'g'ri, teskari va qo'shimcha reaksiyalarning  
natijaviy tezliklari hamda dastlabki moddalarning reaksiya zonasiga va  
tayyor mahsulotning reaksiya zonasidan diffuziyalanishidir. Yuqorida

ko'rib o'tgan muvozanat qonuniyati faqatgina olinishi mumkin bo'lgan yuqori nazariy mahsulot unumini aniqlash imkonini beradi Ammo ishlab chiqarish jarayonlarida nazariy unumga odatda dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kamayib borishi bilan reaksiyaning umumiy tezligi sekinlashuvi sababli  $u = \hat{u}_1 - \hat{u}_2$  erishib bo'lmaydi.

Qaytmas jarayonlarda esa, ya'ni  $U_2=0$  bo'lganda dastlabki reagentlardan biri to'liq sarflanib bo'lgach, reaksiya tezligi nolga intiladi ( $u \rightarrow 0$ ). Qaytar reaksiyalarda esa muvozonatga erishilganda,



19- rasm. Massalar ta'siri qonuni bo'yicha qaytmas jarayon kinetikasi  $p, t = \text{const}$ .

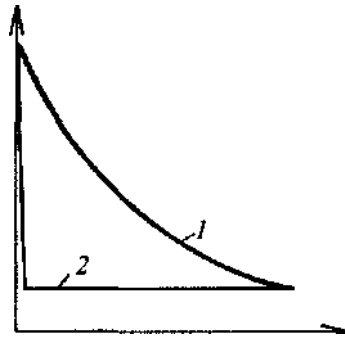
ya'ni  $U_1 = u_2$  bo'lganda reaksiya tezligi ( $u \rightarrow 0$ ) bo'ladi. Massalar ta'siri qonuniga binoan ajratilgan izolyatsiyalangan sistemalarda (1.6) tenglamadagi oddiy reaksiyalar uchun hosil qilingan mahsulot miqdori vaqt o'tishi bilan yuqoriga ko'tariluvchi logarifmik egri chizig'i bo'yicha o'zgaradi (19- rasm).

Mahsulot unumi  $X$  ham xuddi shunday egri chiziq bo'yicha (pastga tushuvchi chiziq) o'zgaradi.

Vaqt birligida olingan mahsulot miqdori bilan ifodalangan (pastga tushuvchi chiziq) reaksiya tezligi jarayonining boshlanishida ordinata o'qining katta qismini  $u_1$  tashkil etadi. Ma'lum —  $r$  vaqtdan keyin esa faqatgina  $u_n$  qismigina tashkil etadi xolos. Qaytmas jarayonlarda reaksiya tezligi muvozonatga yaqinlashganda yoki dastlabki olingan moddalar konsentratsiyasi kamayganda nolga intiladi. Bunday sust tezlikda ishlab chiqarish jarayonini olib borish maqsadga muvofiq emas, shuning uchun ham uni muvozonatgacha olib borilmaydi. Vaqti-vaqti bilan, ya'ni davriy ishlovchi (izolyatsiyalangan sistemalarni) yoki ideal siqib chiqarish apparati rejimiga yaqin bo'lgan oqimiy apparatlarda boruvchi har qanday fazolararo massa o'tkazishda va kimyoviy reaksiyalar uchun, vaqtga nisbatan jarayonning tezligi (kinetikasi)ni ifodalaydi.

*Jarayon tezligining asosiy formulasi.* Texnologik jarayonning olinishi kerak bo'lgan tayyor mahsulotning miqdori yoki konsentratsiyasining vaqt o'tishi bilan ortib borishi yoki dastlabki

klulnrdan birining miqdorini wyislii bilan tavsiflash mumkin nisin). Bunda modda miqdori lit yoki hajm birligida, konsen- lliHyi esa massa ulushlarida yoki fcl/.lnid.i va hajm birligida mol yoki Dor\*il bosimda massa birliklarida Ifodalanadi. Ko'pchilik hollarda (e/likni matematik ifodalash uchun VMl birligida tayyor mahsulotga nybnish darajasi (mahsulot ununu) ishlatiladi. Agar vaqt birligida (yii'ni, ma'lum vaqt o'tishi bilan) lnyyor mahsulot yoki uning konsulratsiyasi to'g'ri chiziqli o'zgarsa (loliq aralashtirish sharoitida bu holat kuzatiladi) u vaqtda  $x_x$  dan  $x_2$  gacha o'tgan vaqt oralig'ida tayyor mahsulot miqdori va uning konsentratsiyasi  $G$ , dan  $G_2$  gacha va  $C$ , dan  $C_2$  gacha tegishlicha ortadi. U paytda jarayon tezligi quydagicha yoziladi.



20- rasm. To'liq aralashtirishga yaqinlashganda (2- chiziq) va to'liq aralashtirilmaganda (1- egri chiziq) yoki ideal siqib chiqarish rejimida jarayonda vaqt o'tishi bilan dastlabki modda konsentratsiyasi o'zgarishi ( $C_d$  — dastlabki modda konsentratsiyasi;  $G$ , — boshlang'ich va  $C_{ox} \sim$  oxirgi konsentratsiya)

$$V_G \quad \frac{AG}{AT} \quad \text{yoki} \quad U = \frac{C_2 - C_1}{T_2 - T_1} \quad \frac{AC}{AT} \quad (1.18)$$

Agar vaqt o'lchovi  $z = 0$  dan mahsulot miqdori  $G = 0$  dan mahsulot konsentratsiyasi  $S = 0$  dan boshlansa, u paytda:

$$U_G = \frac{G}{T} \quad u = C \quad V_x = \frac{C}{T} \quad \text{bo'ladi.} \quad (1.19)$$

Ideal siqib chiqarish va chala aralashtirish vaqt birligida mahsulot miqdorining va konsentratsiyaning o'zgarishi to'g'ri chiziqli bo'lmay, balki kamayib borish tartibida bo'ladi (20- rasm) va bunda jarayon tezligi quydagicha aniqlanadi:

$$\frac{dG}{dx} = T, \quad \frac{dc}{dt}$$

Yoki tayyor mahsulotga aylanish darajasi bo'yicha aniqlanadi:

$$rr \quad \&$$

(1.19) va (1.21) ifodalar jarayon turini va reaktor tipini tavsiflaydi, ammo ular hisoblash uchun yaroqsizdir. Shuning uchun ham jarayon tezligini hisoblash uchun quyidagi tenglama tiplaridan foydalaniladi:

1. Gomogen va geterogen jarayonlar to'qnashuv yuzasi  $F$  ning kattaligi noma'lum bo'lganda, massalar ta'siri qonuniga binoan

$$U = K \cdot V \cdot AC \text{ yoki } U = KAC \quad (1.22)$$

2. Geterogen jarayonlar uchun (ya'ni  $F$  qiymati malum bo'lganda moddalarning fazolar o'tishida) jarayonning tezligi, issiqlik o'tishida qo'llaniladigan Nyuton tenglamasiga o'xshash tenglama bilan ifodalanadi:

$$(MC-FAC) \quad (1.23)$$

Bu tenglamada,  $K$  — jarayonning tezlik konstantasi;  $AC$  — jarayonning harakatlantiruvchi kuchi;  $F$  — geterogen sistemalarda reaksiyaga kirishuvchi fazolarning bir-biriga tegib turuvchi yuzasi.

**Jarayon tezligining konstantasi yoki koeffitsenti** murakkab kattalik hisoblanadi. Ular nafaqat reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kimyoviy xossalriga, balki ularning fizik tavsiflari, apparat konstruksiyasi, jarayon olib boriladigan gidrodinamik sharoitlari (oqim tezliklari, aralashtirish darajasi), reaksiya kirishuvchi moddalar va reaksiya mahsulotining diffuziyalanishiga bog'liq bo'ladi.  $K$ - ning qiymati odatda tajriba yo'l bilan aniqlanadi. Bir qancha jarayonlar uchun esa turli sharoitlarda  $K$ - ning kattaliklari jadvallari turli qo'llanmalarda berilgan.

**Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi**  $AC$  gomogen reaksiyalar uchun massalar ta'siri qonuniga binoan ayni paytda reaksiyaga

kirxlivchi moddalar konsratsiyalarining ko'paytmasi sifatida inlqlanadi. Model reaksiya (1.6) uchun, agar u qaytmas bo'lsa yoki muvozonat holatidan ancha uzoqda borsa,

$$AC = O_A j C_E^b \quad \text{bo'ladi.} \quad (1.24)$$

Bu yerda,  $C_A^a$  va  $C_B^b$  — joriy (reaksiya borayotgan paytdagi) konsratsiya. Masalan, HCl sintezi reaksiyasida  $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$  to'g'ri reaksiya tezligini quyidagi formula bo'yicha ifodaiash mumkin.

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

Bunda,  $Cl_a$  bilan  $CH_2$ ,  $Cl_2$  va  $H_2$  ning gazlar aralashmasidagi joriy konsratsiyasi. Qaytar reaksiyalar uchun:

$$AC = \{C_A - C_y - (C_B - C'_B)\}^h \quad (1.26)$$

Bunda,  $C_A^*$  va  $C_B^*$  muvozonat konsratsiya bo'lib, (1,10) tenglama asosida hisoblab chiqariladi. Agar muvozonat konsratsiyasini hisoblash qiyin bo'lsa, u paytda model reaksiyasining umumiy tezligini quyidagi tenglamadan foydalanib aniqlash mumkin:

$$u = u_1 - u_2 = \frac{ft \cdot C_A \cdot C_g \sim K_2 \cdot C_D}{AC, \quad \&C_2} \quad ,j27\backslash$$

Bu yerda,  $C_A$ ,  $C_B$ ,  $C_D$  — haqiqiy joriy konsratsiyalar;  $K_1, K_2$  — to'g'ri va teskari reaksilarning tezlik konstantalari;  $AC^1$  va  $AC_2$  — to'g'ri va teskari reaksiyalarning harakatlantiruvchi kuchi.

(1.22) va (1.25) kinetik tenglamalarda harakatlantiruvchi kuchni gaz komponentlarning parsial bosimi  $R$  orqali fodalash mumkin. Masalan, (1.6) model reaksiya uchun  $u = \frac{K}{AP} = K_1 P_A^j P_V^V$  (1.22a) hisoblash uchun harakatlantiruvchi kuch reaksiyaga kirishayotgan moddalarnig boshlang'ich konsratsiyasi va ularni boshqa moddaga aylanish darajasi orqali ifodalanadi. Massa uzatish uchun, vaqtning ayni paytida harakatlantiruvchi kuch —  $AC$  quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$AOC - C^* \quad (1.28)$$



Bunda,  $C$  — uzatuvchi faza komponentlarining haqiqiy konsentratsiyasi;  $C^*$  — uzatuvchi fazada muvozanat konsentratsiya (masalan, eritmaga yutilayotgan komponentning eritma ustidagi parsial bosimi);  $AC$  ni aniqlash uchun formulaning ko'rinishi aralashtirish darajasiga bog'liq bo'ladi. To'liq aralashtirishda  $AC$  doimiy bo'ladi, ya'ni (1.22) va (1.23) formulalar bo'yicha hisoblanganda o'rtacha qiymat qo'yiladi.  $AC_{o,n}=AC_{ax}$  ideal siqib chiqarish va qisman aralashtirishda  $AC$  logorifmik egri chizig'i bo'yicha o'zgaradi (21- rasm) va (1.22) hamda (1.23) formuladan foydalanilganda quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$AC_{o,n} = \frac{AC^*}{1 + \frac{AC^*}{AC_{ax}}} \quad (1.29)$$

Bunda,  $AC_b$  va  $AC^*$  — boshlang'ich (reaktorga kirishadi) va oxirgi (reaktordan chiqishdagi) harakatlantiruvchi kuch.

*Reaksiyaga kirishadigan moddalarning bir-biriga tegib turgan sirti* geterogen sistemalarda gidrodinamik jarayonlar bilan aniqlanadi. Kuchli aralashtirilganda  $g-q$  va  $s-q$  sistemalarda sirt gaz va suyuqlik bilan yuvilib turiladigan barcha qattiq zarrachalarning sirtiga teng bo'ladi. Ammo  $g-s$  va bir-biri bilan aralashmaydigan  $s-s$  sistemalarda kuchli aralashtirilganda zarrachalarning bir-biriga haqiqiy tegib turgan sirtini aniqlash qiyin. Shuning uchun hisoblashda (1.23) formulaga, apparatdagi barcha tokchalarning maydon kesimi suyuqlik bilan yuviladigan nasadkalar yuzasi va boshqa shu kabilarga son jihatdan teng bo'lgan *shartli kattaliklar* qo'yiladi. Bu jarayonning tezlik konstantasi ham shartli kattalik bo'ladi.

Agar o'zaro ta'sir etuvchi fazalarning bir-biriga tegib turuvchi yuzalarini aniqlash qiyin bo'lsa, hisoblashni reaksiyon hajm —  $V$  biriligida o'tkaziladi, ya'ni geterogen jarayonlarni hisoblash uchun

$$u = dG/dr = K \nu AC \quad (1.30)$$

formuladan foydalaniladi.

Bunda,  $u$  — jarayon tezligi (vaqt birligida mahsulot ortib borgandagi jarayon tezligi);  $dG$  — vaqt birligidagi mahsulot unumi;

\*\* vaql birligi (oz vaqt davri); K—jarayonning tezlik konstantasi; '—jarayonning harakatlantiruvchi kuchi;  $\nu$  — reaksiya hajmi.

Shunday qilib jarayon tezligini aniqlovchi kattaliklar  $K_z$ . F o'zaro 'lir etuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq emas va shuning Hehun ham turli doimiy sharoitlarda, butunjarayon davomida o'zgar-Hmy qolishi mumkin.

Jarayon tezligini oshirish va shunga mos holda apparatning ffluliKuldorligini oshirish — texnologiyaning asosiy vazifalaridan bliridir. Jarayonning tezlik tenglamalarini (1.22) (1.23) analiz qilib AC K va F ( $\nu$ ) kattaliklarni aniqlovchi usullar topiladi.

*Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi AC oshirishga, (1.24) — (1.28) tenglamalardan ma'lumki, dastlabki moddalar kon-Kentratsiyasini oshirish yo'li orqali erishilishi mumkin. Bunga xomashyoni boyitishi orqali erishiladi. Gaz fazada sintez jarayoni va ga/ komponentlarining sorbsiyalanishi jarayonlari uchun bosimni oshirish xuddi konsentratsiyani oshirgandek ta'sir etadi (Chunki bosim ortganda gaz konsentratsiyasi ortadi).*

Ko'pgina muhim ishlab chiqarish jarayonlari, masalan, ammiak va metanol sintezi, og'ir yoqilg'ilarni gidrogenlab benzin olish kabi bir qancha gaz komponentlari reaksiyalari (reaksiya hajmining kamayishi bilan boradi) yuqori bosim (10 MPa dan yuqori) qo'llash tufayligina amalga oshiriladi. Qattiq fazali jarayonlarda o'ta yuqori bosimni qo'llash foyda keltiriladi, chunki u elektron qobiqlarning qayta taqsimlanishiga (qayta qurilishiga) kristallarni deformatsiyalanishiga, fazaviy muvozanatni siljitishga olib kelishi lozim. Masalan, metall suyuqlanmasida erigan uglerod (grafit) o'ta yuqori bosimda (10 000 MPa gacha bosimda) va yuqori haroratda (2400°C gacha) sanoatda sun'iy olmosga aylantiriladi.

Gazlarda sorbsiyalanishning harakatlantiruvchi kuchi haroratning pasayishi bilan ortadi, chunki bunda muvozanat konsentratsiyasi  $C^*$  kamayadi. Desorbsiya va bug'lanish jarayonlari uchun:

$$AC=C^*-C \quad (1.31)$$

Demak,  $C^*$  ni ortishiga olib keluvchi haroratni oshirish foydalidir.

Reaksiya zonasidan mahsulotni kondensatsiyalash, gaz muhitda sorbsiyalash yoki suyuqlikdan kristall shaklida cho'ktirib olish yoki bilan chiqarib olish va shu kabilar, muvozanat konsentratsiyasi  $C^*$  kamayishiga va jarayonning harakatlantiruvchi kuchini  $\Delta C$  ortishiga olib keladi, (1.26—1.28) tenglamalarga qarang. Amaliyotda jarayonning tezlik konstantasiga ta'sir etishini hisobga olgan holda harakatlantiruvchi kuchini oshiradigan barcha omillarni kompleks qo'llashga intiladi.

*Jarayonning tezlik konstantasini oshirishga* o'zaro reaksiyaga kirishayotgan moddalarning haroratini oshirish, aralashtirishni kuchaytirish, katalizator qo'llash orqali erishish mumkin. Umumiy holda olinganda jarayonning tezlik konstantasi, to'g'ri  $K_1$  va teskari  $K_2$  reaksiyalar konstantalari va qo'shimcha  $K_q$  reaksiyalar hamda dastlabki moddalarning diffuziyalanish koeffitsienti  $D_1, D_1',$  va reaksiya mahsulotlari  $D_2, D_2', \dots$  ga bog'liq bo'ladi.

$$K = f(K_1 \cdot K_2, K_q \dots D_1 \dots, D_2 \dots) \quad (1.32)$$

Haroratni oshirish reaksiyaning tezlik konstantasini va biroz diffuziya koeffitsientini oshiradi. Natijada har qanday jarayonning umumiy tezligi haroratning ortishi bilan ma'lum qiymatgacha ortadi, bunda teskari va qo'shimcha reaksiya tezliklarining ortishi to'g'ri reaksiya tezligiga nisbatan kuchayadi, ya'ni  $K_2$  va  $K_q$  tezlik konstantalari ortadi (1.33).

Kinetik sohada boruvchi ko'pchilik jarayonlar uchun reaksiyaning tezlik konstantasiga haroratning ta'siri Arrenius tenglamasidan foydalanib topiladi.

$$K = K_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} \quad (1.33)$$

Hisoblashda bu formula logarifmlanadi va qayta o'zgartiriladi.

$$2,3 \lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (1.34)$$

Bu formulada,  $K_1, K_2$  — tegishli absolut harorat  $T_1, T_2$  larda reaksiyaning tezlik konstantasi;  $e$  — natural logarifmning asosi;  $E$  — reaksiyaga kirishayotgan moddalarning aktivlanish energiyasi,

R — gaz doimiysi 8,3 j/ mol-grad. (1.34) tenglamadan  
 lltmib agar E,  $K_f$  va  $T_j$  laming qiymatlari ma'lum bo'lsa,  $K_2$   
 ir tpmday haroratda ham aniqlash mumkin va so'ngra reaksiya  
 lining harorat koeffitsienti ( $\beta$  ni hisoblab chiqarish mumkin.

Viint-Goff qoidasigabinoan odatda harorat koeffitsienti 2 — 4 ga  
 Ung, ya'ni harorat ham 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2—4  
 Ittu ortadi. Ammobuqovdataxminiy bo'lib, o'rtacha harorat hududda  
 (10 400°C) aktivlanish energiyasi 60000 - 120000 j/mol bo'lganda  
 qo'llash mumkin bo'lgan qoidadir.

OiffirzionsohadaharoratTungta'sirikinetiksohaga nisbatan kichik.  
 (iu/iar uchun

$$D_g = B \sim \quad (1.36)$$

Bunda,  $D$  — gazlarning diffuziyalanish koeffitsienti;  $B$  —  
 dif Tuziyalanuvchi moddaning molekular massasiga bog'liq bo'lgan  
 koeffitsienti;  $P$  — gazning umumiy bosimi;  $a$  odatda 1,5—2,0  
 chegarasida o'zgaradi. Suyuqliklar uchun esa

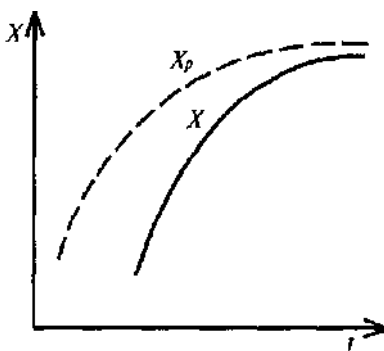
$$D = * \sim \quad (137)$$

Bunda,  $B'$  — diffuziyalanuvchi moddaning molekular massasiga  
 bog'liq bo'lgan koeffitsienti (suyuqliklarda),  $f_i$  — erituvchi  
 qovushqoqligining dinamik koeffitsienti.

Suyuqliklarda qovushqoqlik yuqori bo'lganligi uchun dif-  
 fuziyalanish gazlarda nisbatan ancha sekin boradi. Eritmalarda  
 diffuziyalanish koeffitsienti gazlarga nisbatan  $10^4$  —  $10^5$  marta kichik  
 va  $10^4$  —  $10^5$  sm<sup>2</sup>/s ga teng (gazlarning diffuziyalanish koeffitsienti  
 0,1—1 cm<sup>2</sup>/s. ga teng).

(1.33), (1.36) tenglamalardan malumki, haroratning ortishibilan  
 to'g'ri jarayonning tezligi to'xtovsiz ortib borishi kerak. Ammo ishlab  
 chiqarish amaliyotida haroratning ortishi bilan jarayonning jadallashuvini  
 chegaralovchi, ya'ni unga to'sqinlik qiluvchi sabablar ko'p.

$\Delta B^{11}$ , Ammo haroratni cheksiz  
 $\Delta H$ tru ho'ish ham maqsadga muvofiq  
 $\Delta H$ fM, chunki X s nib (pasayib)  
 $\Delta H$ ftvchi egri chiziq b yicha ortadi  
 $\Delta \cdot 8$  - rasm). K pchilik ishlab  
 Hplqnrishlarda haroratni oshirish  
 Hfeksiyaga kirishayotgan modda-  
 •prnlng reaksiya zonasidan chiqib  
 Hlllshiga olib keladi. Masalan,  
 fIUyuqlik reaksiyani aralashma-  
 f lifdan desorbsiyalanib ketishi yoki  
 f qnttiq reagentlar yuzasi kamayishi  
 i i . • /1 J 111. •  
 Iftbabb (donador shakldagi qattiq  
 miioineratlar, reagentlar suyuqlanib  
 bir-biriga yopishib qolishi tufayli)  
 ularning ta'sir yuzasi kamayadi.



$22 \sim rasi \gg$  " Endotermikqator  
 reaksiyalar uchun mahsulot  
 unuminingharoratgabog'liqligi.  
 ( $T_r$ ,  $C_{ab}$ ,  $C^{const}$ )

K pgina jarayonlarda qayta ishlanadigan moddalarning yoki  
 apparatlarning issiqqa chidamliligi u qadar katta b lmaydi, ma'lum  
 tlarajada bo'ladi. Shunday qilib haroratni to'g'rilash jarayonning tezlik  
 konstantasini K k paytirish va harakatlantiruvchi kuchini oshirish  
 uchun zarar. Jarayonning maqbul harorati reagentlar tabiatiga va  
 konsentratsiyasiga dastlabki moddalarning reaksiya mahsulotiga  
 iylanish darajasiga bosimga, reaksiyaga kirishayotgan fazalarning  
 zaro tasirda b luvchi sirtiga ularning aralashtirish jadalligiga va  
 nihoyat k pchilikjarayonlaruchun q llaniladigan katalizatorning  
 aktivligiga bo liq b ladi.

Katalizatorni q llashjuda foydali b lib u jarayonning harakat-  
 lantiruvchi kuchini AC o'zgartmay reaksiyaning tezlik konstantasini  
 keskin oshiradi. Ammo katalizatorlarni issiqlikka chidamliligi yuqori  
 bo'lmasligi va kontakt zaharlari bilan zaharlanib o'z ta'sir kuchini  
 yo'qotishi, ularni qo'llash doirasini chegaralab kuyadi. Ular diffuzion  
 jarayonlarni tezlashtirmaydi, shuning uchun ham faqat kinetik  
 hudud uchungina samaradorlidir.

Aralashtirishni birinchi navbatda sekin molekular diffuziyani tez  
 beruvchi girdobsimon difruziyaga aylantirish maqsadida diffuzion  
 sohada boruvchi geterogen jarayonlarni tezlashtirish uchun qo'llash  
 maqsadga muvofiqdir. Ammo shuni unutmaslik kerakki, to'xtovsiz

*ta'sir* etuvchi oqimli apparatlarda, aralashtirishni kuchayti reaksiyaga kirishayotgan moddalarning o'rtacha konsentratsiyas<sup>1</sup> ya'ni jarayonning harakatlantiruvchi kuchini kamaytiradi.

Geterogen sistemalarda, fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini k paytirish ham, texnologik jarayonlar tezligini oshirishning ke tarqalgan usulidir. Reterogen sistemalarning turiga qarab (g g—q, s—q, s—s, q—q) fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini har usuJlar bilan ko'paytirish mumkin va bu usullar asosan appa tipi va kontruksiyasini aniqlayd/.

Har qanday sistemalarda ham buning uchun birinchi navbat — qattiq va suyuq (g—q, s—q sistemalarda), ya'ni og'irfazalarni yuzasi ko'paytiriladi. Qattiq fazaning sirtini xomashyoni maydala yoki qattiq jism bo'laklarning g'ovakligini oshirish yo'li bila ko'paytirish mumkin. G'ovaklikni oshirganda vchki yuz kengaytiriladi, qaysiki, u tashqi yuzadan yuzlab marta katta bo'lis mumkin.

Suyuq fazaning yuzasini kengaytirish uchun g-s, s-s sistemalarda nasadkalar qo'llaniladi va suyuqlik bilan sug'orilganda yuza ancha kengayadi. Bundan tashqari gaz oqimi yordamida suyuqlik sachratiladi.

Fazalar kontakti yuzasini kengaytirish reaktor tipi va konstruksiyasi bilan aniqlanadi.

## **5- §. Kimyoviy reaktorlar va ishlab chiqarishning kimyoviy texnologik sistemalari**

Har qanday kimyoviy texnologik sistemalarning (KTS) asosiy elementlaridan biri kimyoviy reaktor hisoblanadi. *Kimyoviy reaktor* deb, kimyoviy reaksiyalarni, massa va issiqlik ko'chirish (uzatish) bilan qo'shib olib boruvchi jarayonlar amalga oshiriladigan apparatga aytiladi.

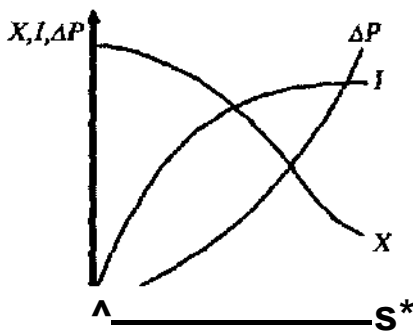
Reaktorgacha o'rnatilgan barcha apparatlar xomashyoni kimyoviy qayta ishlashga tayyorlash uchun mo'ljallangan, reaktordan keyingi apparatlar esa hosil bo'lgan tayyor mahsulotni ajratib olish uchun xizmat qiladi. Tipik reaktorlarga: sanoat pechlari, kontakt apparatlari, mexanik pnevmatik, oqimli aralashtiriladigan reaktorlar, pishirish qozonlari, gidratatorlar, sintez kolonnalari, adsorberlar va boshqalar misol bo'la oladi. Barcha texnologik jarayonlarning

iWklorigi reaktomi to'g'ri lanlay bilish va uning takomillash-  
Ik darajasiga bog'liq bo'ladi.

*Sunoat reaktoriga bo'lgan asosiy talablar*, kimyoviy ishlab  
qarishning xarakteriga bog'liq bo'lib, quyidagilardan iborat: 1.  
ori mahsuldorlikvajadalliknita'minlashi. 2. Ekzotermik reaksiya  
qligidan va endotermik jarayonlarni borishi uchun tashqaridan  
riltfdigan issiqliklardan to'liqroq foydalanish imkoniyatini berishi.

J, Reagentlarni aralashtirishvabirjoydanboshqajoygako'chirish,  
tanhish kabilar uchun sarflanadigan energiyadan ratsional foydalanib  
lirliyoetni kamaytirishni ta'minlashi lozim. 4. Tuzilishi juda oddiy,  
niton boshqariladigan va xavfsiz, shu bilan bir qatorda arzon  
materiallardan (qora metallar, silikatli materiallar, arzon  
plastmassalar va hokazolar) yasalgan bo'lishi. 5. Imkoni boricha  
to'liqroq mexanizatsiyalashgan bo'lishi va jarayonlarni boshqarishni  
nvtomatlashtirishnita'minlash. 6. Rejimning asosiy parametrlari (C,  
T, R) katta qiymatlarda o'zgarganda ham reaktor barqaror ishlab  
luradigan bo'lishi kerak.

Bu ko'rsatilgan talablar ko'pincha bir-biriga teskari, ya'ni qarama-  
qarshi xarakterga ega. 23- rasmda gazning tezligini oshirish reaktor  
ishining intensivligini kamaytirishi (X — egri chizig'iga qarang)  
yaqqol ko'rinib turibdi. Shu bilan bir qatorda dastlabki moddalarning  
layyor mahsulotga aylanish darajasi ham kamayadi va apparatda  
bosimning o'zgarishi (gidravlik qarshilik) ortadi, ya'ni gazni tashish  
uchun (reaktordan jadal o'tkazish uchun) sarflanadigan energiya  
miqdori ham ortadi.



23- rasm. Apparatda gaz tezligi to'rtganda mahsulotga aylanish darajasining  
ish intensivligitung / va gidravlik qarshilikning AP o'zgarishi.

Demak, umumiy mahsuldorlikni istagancha emas, faqat ma'l bir chegaragacha oshirish mumkin. Ushbu qarama-qarshilikni bosh misolda ham ko'rish mumkin. Masalan, issiqlikdan foydalanis" yaxshilash, issiq almashtirish qurilmalarini murakkablashuviga o keladi, bu holat esa reaktorning tannarxini oshirib yuboradi. Shuni uchun ham yuqorida aytilgan talablarni hisobga olgan holda, chu kompleks iqtisodiy hisob-kitoblar qilingandan keyingina reaktor ti tanlanadi.

**Kimyoviy reaktorlarning klassifikatsiyasi.** Kimyoviy reaktorlari klassifikatsiyasi asosan kimyoviy texnologik jarayonlarning yuqori ko'rsatilgan klassifikatsiyasiga asoslanadi.

Ko'pincha kimyoviy reaktorlarni harorat rejimiga va aralashtiris darajasiga qarab sinilarga bo'linadi. Bundan tashqari reaktorlarxuddi kimyoviy jarayonlar singari past va yuqori haroratli, qo'llaniladigan bosimga qarab yuqori, o'rtacha, normal va past (vakuumda ishlovchi) bosimda ishlovchi apparatlarga bo'linadi. Reaktorlar yana reagentlarning fazoviy hoilatiga qarab gomogen va geterogen jarayonlarni amalga oshiradigan apparatlariga, ishning davomiyligiga qarab davriy ishlovchi va uzluksiz ishlovchi apparatlarga bo'linadi,

Harorat rejimiga qarab kimyoviy reaktorlar va unda boruvchi jarayonlar adiabatik, izometrik va politermikka bo'linadi.

Adiabatik reaktorlarda reagenlar oqimi tinch holda borib (aralashtirilmasa) uni o'rab turgan atrof-muhit bilan issiqlik almashinuv jarayoni bormaydi. Yani issiqlik reaktordan reaktor devori orqali yoki issiq almashtirgichlar orqali tashqariga chiqmaydi va tashqaridan ichkariga ham kirmaydi, yaxshi izolyatsiyalangan (ajratilgan) bo'ladi. Reaksiyaning barcha issiqligi reaksiyaga kiruvchi moddalar oqimida (reaksion aralashmada) to'planadi (akkumulyatsiyalanadi).

Reaktor balandligining xohlagan nuqtasiga harorat rejimi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$t_a - t^{\wedge} = \frac{Q_p}{h \cdot F} \quad (U8)$$

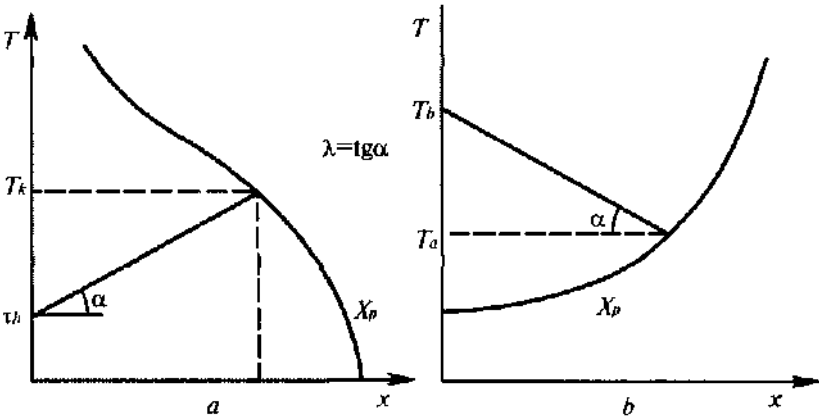
Bunda,  $t_a$ ,  $t^{\wedge}$  — sistemaning oxiri va boshlang'ich harorati;  $Q_p$  — geterogen jarayonlarda, asosiy komponentlar bir fazadan boshqa fazaga to'liq o'tganda reaksiya (jarayon)ning issiqlik effekti;



( $J$  — reaksiya aralashmaning massasi;  $C^{\wedge}$  —  $t_a$  harorat oralig'ida uralashmaning o'rtacha issiqlik sig'imi;  $x$  — aylanish (dastlabki moddaning tayyor mahsulotga aylanish) darajasi.

Bu formula to'g'ri chiziq (24- rasmga qarang) tenglamasi bo'lib, uni  $X$  ga almashtirish mumkin chunki  $Q_p/G C = X$ , u holda yuqoridagi tenglamani bunday yozish mumkin:

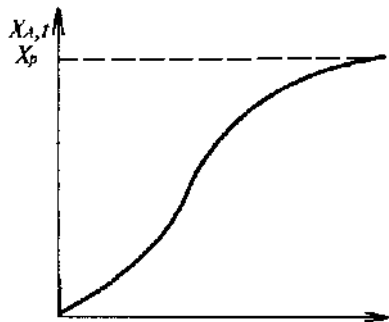
$$t_a = t_b \pm X - x \tag{1.39}$$



**24- rasm.** Ideal siqib chiqarish adiabatik reaktoriarida(mahsulotga) aylanish darajasining ortishi bilan haroratning o'zgarishi: a — ekzotermik, b — endotermik jarayon.

Tenglamadagi « + » belgisi ekzotermik, « — » belgisi endotermik jarayonning borishiga talluqlidir.  $x$  — mahsulot unumi 1 ning qiyamatini (kattaligini) to'g'ri chiziqdan og'ish burchagi tangensi sifatida aniqlash mumkin (24- rasm).

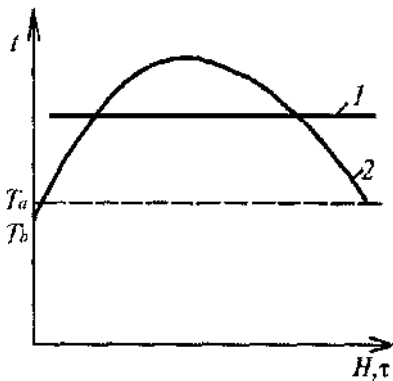
Vaqt bo'Hmi ( $T$ ) reagentning kelishi (reaksiya tezligi) adiabatik reaktorlarda apparatning balandligiga  $H(T = HW)$ , aylanish darajasi va haroratiga proporsional bo'lib, murakkab, egri chiziqlarda o'zgaradi.



**25- rasm.** Adiabatik reaktorlarning  $H$  bo'yicha mahsulotga aylanish darajasining  $X$  va haroratning  $t$  o'zgarishi.

$t_0$  — reagenlarning to'g'ri chiziqli tezligi (25- rasm). Bunda haroratning past bo'lganligidan reaksiya tezligi ham kichik bo'iadi, rasmda egri chiziqning ostki qismiga to'g'ri keladi. Egri chiziqning yuqori qismi nolga intiladi, chunki dastlabki olingan moddaning tayyor mahsulotga aylanish darajasi birga yaqinlashadi.

**Izotermik reaktorlar** reaksiyon hajmning barcha nuktalarida bir xil o'zgarmas haroratga ega bo'iadi, ya'ni 26-rasmdagi I egri chiziqqa asosan bunday reaktorlarning butun reaksiyon hajmi — fazasi vaqt birligida  $t_a = t_{Qin}$  bo'iadi. ( $t_{0,rt}$  — o'rtachaharorat). Ishlab chiqarish uchun izotermik rejimga nisbatan samaradorli bo'lib, u jarayonni



26- rasm. Izotermik va politermik reaktorlarning harorat tavsifi.

1 - izotermik rejim; 2-ekzotermik jarayonlarda politermik rejim.

maqbul haroratga yaqinlashish imkoniyatini beradi va reaktorni avtomatizatsiyalash imkoniyatini yaratadi.

Izotermik rejim apparatdagi reagentlarni qattiq aralashtirish va muallaq turuvchi qatlam (qaynovchi yoki ko'pik qatlam) hosil qilish yo'li bilan yaratiladi.

Dastlabki moddalarning reaksiyon bo'shliqqa tushishi darhol, ekzotermik reaktorlarda harorat ortadi, endotermik reaktorlarda esa pasayadi.

Bunday hollarda endotermik samarani, issiqlik berish, ekzotermik jarayonlarni esa undan issiqlikni olish (chiqarish) yo'li bilan qoplash orqali izotermik rejimga yaqinlashtirish mumkin. Bunda reaktor balandligining butun hajmida issiqlik berish va olish jadalligi 25- rasmdagi egri chiziq bo'yicha o'zgaradi. Ekzotermik rejim, dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kam bo'lganda, masalan, gazlarni chuqur tozalashda hamda kichik issiqlik effektiga ega bo'lgan reaksiyalarda amal qiladi.

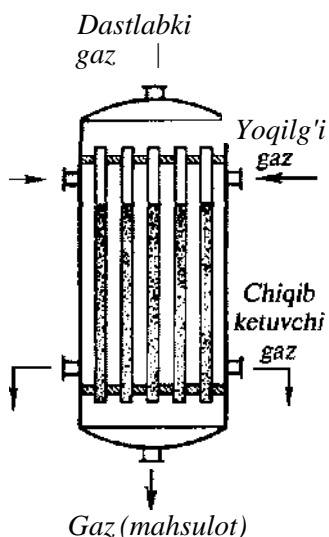
*Politermik reaktor* deb, reaksiya issiqligijarayondan issiqlikning olinishi yoki berilishi bilan yoki asosiy jarayon issiqlik effektiga teskari ishorali bo'lgan qo'shimcha jarayonning issiqlik effekti bilan

qisman qoplanadigan reaktorlarga uyliladi. Politermik reaktorlarga, rcaksion aralashmani aralashtirish darajasi kam bo'lgan va reaksiyon hajm ichida issiqlik almashtirgichlari kam bo'lgan apparatlar misol bo'ladi. Masalan, quvursimon kontakt apparatlar (27- rasm). Bunday apparatlarda ekzotermik jarayonlarni amalga oshiriganda harorat apparatning balandligi  $H$  bo'yicha 2-xarakterli egri chiziq hosil qilib o'zgaradi.

*Reaksiyaga kirishayotgan massa-ning gidrodinamik rejimi* bo'yicha (reagentlarning aralashtirish darajasi bo'yicha) uzluksiz ishlovchi (oqimli) reaktorlar ikki tipga bo'linadi: ideal siqib chiqarish va to'liq (ideal) aralashtirish reaktorlari.

*Ideal siqib chiqarish reaktor-/arning* xarakterli tomoni shundaki, reagentlar ohistalik bilan aralashtirilib, ya'ni tinch oqim bilan apparatning butun uzun bo'yidan o'tadi.

Shaxta tipidagi ideal siqib chiqarish reaktorining ishlash prinsipi 28-rasmdaberilgan. Bu apparat ichi bo'sh, uzun quvursimon bo'lib, ichida chambara o'rnatilgan va ularning ustida qattiq donador modda to'lg'azilgan bo'ladi. Odatda qattiq moddaning balandiga apparat diametridan katta bo'ladi. Qattiq modda qavatidan gaz o'tib u bilan reaksiyaga kirishadi. Bunday reaktorlarda dastlabki



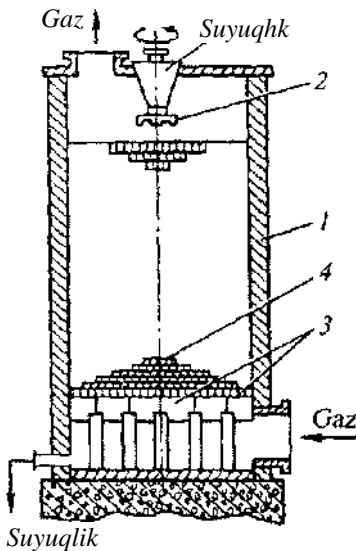
**27- rasm.** Endotermik jarayonlar uchun quvurchalarida katalizatori bo'lgan politermik rejimni ideal siqib chiqarish reaktori.

Dastlabki gaz I



**28- rasm.** Ekzotermik jarayonlar uchun shaxta tipidagi ideal siqib chiqarish reaktori.

moddalarning konsentratsiyasi apparat balandligiga tomon logarifmik egri chiziq bo'yicha kamayib boradi.



**29- rasm.** Nasadkali minora.  
 - korpus; 2 — suyuqlik sachratgich;  
 3 - boshhoqsimon panjara;  
 4 — nasadka(halqachalar).

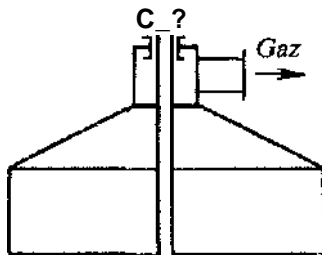
Ko'pchilik katalitik reaksiyalar: gazogeneratorlar, ohak va boshqa moddalarni kuydirish pechlari, domnalar va boshqalar shunday prinsipda ishlaydi. Ekzotermik jarayonlarda reaktorning harorat rejimi adiabatik bo'ladi. Nasadkali mineralarning ishlash prinsipi ham suyuqliklarga gazlarni suyuqliklardan desorbsiyalanishda yuqoridagiga yaqin bo'ladi (29- rasm).

Ideal siqib chiqarish quvur-simon apparati politermik rejimda ishlaydi. Bunday apparatlar endotermik katalitik jarayonlar uchun masalan, metanni suv bug'i bilan konversiyalab, sintez gaz ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) ishlab chiqarishda ishlatiladi. Bunda konversiya

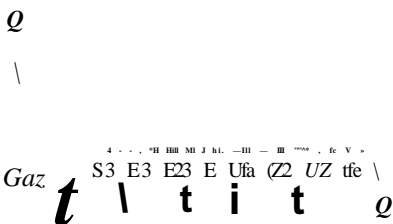
quvurchalar ichidagi katalizator yuzasida boradi, quvurlar orasidagi bo'shliqda esa reaksiyaning endotermik effektini qoplash uchun tabiiy gaz yoqiladi.

*To'liq aralashtirish reaktorida* apparatga tushgan gaz yoki suyuqlikning har qanday elementar hajmi darhol reaktor hajmining hamma joyidagi moddalar bilan aralashadi. Oqimning girdobliligi (turbulentligi) tufayli *turbulentlik* deb, shunday harakatga aytiladiki, unda gaz yoki suyuqlikning barcha massasi bir tomonga girdobsimon harakat qilgan holda aralashadi) apparat balandligi va ko'ndalang kesimiga tomon to'g'ri chiziqli harakat tezligiga nisbatan, bir necha marta kattadir. Bunday apparatlarda reaktoring butun hajmida barcha moddalarning konsentratsiya va boshqa moddaga aylanish darajasi, reaksiya tezligi, harorati va boshqa parametrlari bir xil va oxirgi holatiga teng bo'ladi.

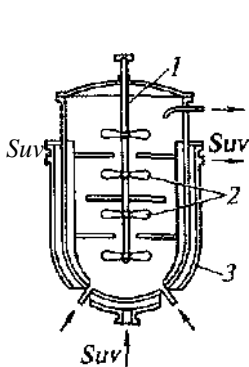
Icliida aralastirgichi bo'lgan qaynovchi qavatli katalitik reaktorlarda (30- rasm) gaz va mayda jmrachali katalizator, varrakli uralastirgichning ta'siri bilan birgalikda, qaynovchi qavatning girdobli harakati tufayli jadal aralashadi.



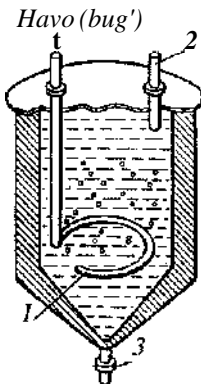
Suyuq fazada aralastiruvchi qurilmasi bo'lgan reaktorlarda, lo'liq aralastirish rejimiga yetarli darajada yaqinlashishga erishiladi (31,32- rasmlar). Qattiq moddalarni suyuqliklarda suspenziyasini hosil qiluvchi reaktorlarda (33- rasm) ham yuqoridagidek natijaga erishish mumkin. Bunday reaktorlar ishlab chiqarishning ko'pgina tarmoqlarida keng qo'llaniladi.



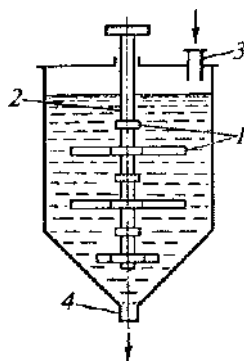
30- rasm. Izotermik rejimli to'liq aralastiruvchi reaktor-aralastirgichli qaynovchi qavatli katalitik apparat.



31- rasm. Parrakli aralastirgichi bo'lgan reaktor.  
1 — o'q(val);  
2 — aralastirgich;  
3 — suv ko'ylagi (g'ilofi).

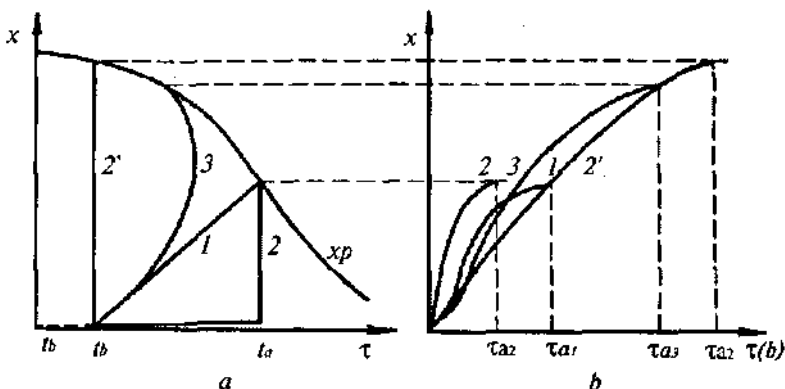


32- rasm. Pnevmatik aralastiruvchi reaktor.  
] — barbatyor;  
2 — havo chiqadigan va suyuqlik solinadigan teshigi; 3 — mahsulotning chiqishi.



33- rasm. Varrakli aralastirgichi bo'lgan reaktor.  
— varragi; 2 — o'q(val);  
3 — dastlabki modda solinadigan joyi;  
4 — mahsulot chiqariladigan joyi.

Masalan, kimyoviy, neftikimyoviy, oziq-ovqat sanoatlarida hamda rangli metallar, qurilish materiallari va boshqalarni ishlab chiqarishda. 34,a- rasmda aralashtirish va siqib chiqarish reaktorlarining harorat rejimlari taqqoslangan, 34,b- rasmda esa turli tipdagi reaktorlarda dastlabki moddalarning tayyor mahsulotga aylanish darajasining vaqtga bog'liqligi ko'rsatilgan.



34- rasm. Adiabatik va politermik siqib chiqarish reaktorlarining harorat tartiblarini izotermik to'liq aralashtirish reaktorlari harorat tartiblari bilan taqqoslash(a). Turli reaktor tiplarida dastlabki moddaning mahsulotga aylanish darajasining vaqtga bog'liqligi(b).

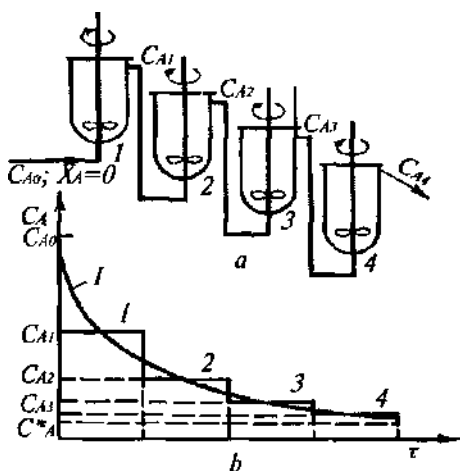
1 — siqib chiqarish adiabatik reaktori; 2 — izotermik aralashtirish reaktorlari; 3 — politermik siqib chiqarish reaktori; Reaksiya vaqtining oxiri b- rasmda ta, xa2, ta3 lar bilan belgilangan.

Izotermik aralashtirish reaktorlarida (2- chiziq) adiabatik ideal siqib chiqarish reaktorlariga qaraganda (1- chiziq) boshlangich harorat  $t_b$  har ikkalasida ham bir xil bo'ladi, jarayonning o'rtacha ta harorati ancha yuqori bo'ladi. Reaksiyaning tezlik konstantasi aralashtirish reaktorlarida esa issiqlik effekti katta bo'lganda, siqib chiqarish reaktorlariga qaraganda ko'p marta (5—6 marta) katta bo'lishi mumkin. Reagentlarni to'liq aralashtirish rejimiga yaqin bo'lgan sanoat reaktorlarida to'plangan sovitish manbalari bo'lmasligi sabab (odatda siqib chiqarish reaktorlarida ayniqsa, devorida sovitish manba'lari to'plangan bo'ladi) tezlik konstantasi qo'shimcha ravishda ortadi.

Bundan tashqari aralashtirganda diffuzion qarshilikni yo'qotganligi sababli ham tezlik konstantasi anchagina ortadi. Natijada

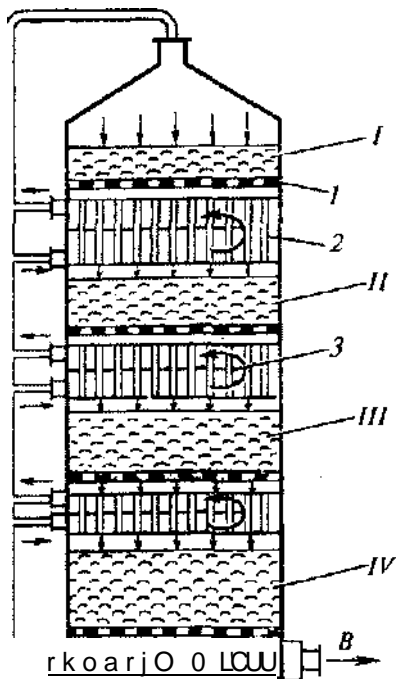
imilashtirish reaktorida talab qilingan tayyor mahsulotga aylanish darajasiga erishish uchun, kerak bo'ladigan reaksiya vaqti  $f$ , siqib chiqarish rejimida ishlovchi reaktorga nisbatan kam bo'lishi mumkin (34, a- rasm).

Ammo aralashtirish reaktorlarida reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi oxirgi holatga  $C_g$ , a teng, ya'ni minimal bo'ladi ( $C_g$  — dastlabki konsentratsiya). Demak, tayyor mahsulotga aylanish darajasi yuqori bo'lgan bitta reaktorda reaksiyaning harakatlantiruvchi kuchi  $AC_a$  siqib chiqarish reaktoriga nisbatan ko'p marta kichik bo'lishi mumkin. Shuning uchun bitta katta reaktor o'rniga odatda bir necha ketma-ket reaktoriar o'rnatiladi (35, a- rasm), yoki bir korpusga bir necha pag'onalar (tokchalar) o'rnatiladi (36- rasm). Bunda har bir reaktorda dastlabki moddalarning konsentratsiyasini o'zgarishi va tayyor mahsulotga aylanish darajasi unchalik katta bo'lmaydi (35- b rasm), ammo tayyor mahsulotga aylanish darajasi jami (ketma-ket ulangan reaktorlarning hammasini birgalikda, qo'shib hisoblaganda) 1—4 siniq chiziqlarda ko'rsatilganidek, siqib chiqarish rejimidagidan (1- egri chiziq) kam bo'lmaydi. Chunki ketma-ket ulangan reaktorlarda reaksiyon aralashmalarining tarkibi bir reaktorda ikkinchisiga o'tgan sayin o'zgarib boradi (35- a rasm).



**35 a, b- rasm.** Ketma-ket ulangan to'liq aralashtirish reaktorlari.

a — ketma-ket ulanish sxemasi; b — dastlabki asosiy modda konsentratsiyasining o'zgarishi; A — ketma-ketlik pog'onasi (1—4 pog'ona).



VA

**36- rasm.** Qavatlari orasida issiqlik almashtirgichi bo'lgan tokchali kontakt apparati.

1 — panjara; 2 — ichki issiqlik almashtirgich; 3 — to'siq; I, II, III, IV — katalizator qavatlari.

nazardan maqsadga muvofiq bo'ladi, ya'ni jarayonning umumiy tezligini olganda, siqib chiqarish reaktorlariga nisbatan ancha yuqoridir.

Ko'pchilik ishlab chiqarish reaktorlari, reaksiya mahsulotini reagentlar bilan qisman yoki lokal (ma'lum bir joyini) aralashtirish rejimida ishlaydi, real, ya'ni amalda ishlatiladigan reaktorlar to'liq aralashtirish va ideal siqib chiqarish reaktorlarining o'rtasidagi oraliq bir holatni egallaydi. Bunga misol qilib, barbotajli (qattiq aralash-tiruvchi) apparatlar (37- rasm), suyuqlikni sachratuvchi apparatlar (38- rasm) turli xildagi pechlar, (39—40- rasmlar) katalitik reaktorlarni (36- rasm) ko'rsatish mumkin. Ushbu reaktorlarning

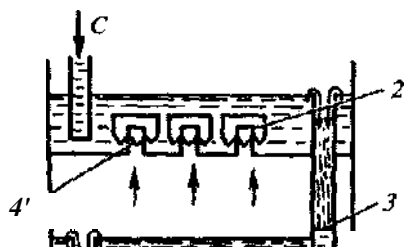
Agar bitta aralashtirish reaktorining o'zida tayyor mahsulotga aylanish darajasini maksimumga ko'tarish zaruriyati tug'ilsa, u paytda jarayon t da (34- rasm 2<sup>1</sup>-chizig'i) yoki 2 va 2<sup>1</sup> chiziq-lari oralig'ida qandaydir izotermada o'tkaziladi, ammobundavaqt<sup>1</sup> ^ ortadi va reaktor hajmi V katta bo'ladi.

Politermik rejimda ishlovchi siqib chiqarish reaktorlarning (27- rasmga qarang) issiq almashtirgich-lari apparat ichida bo'lib (qurilishi ancha murakkab) u tayyor mahsulotga aylanish darajasini oshirish imkoniyatini yaratadi (3- chiziq), ammo baribir izotermadagidan past (34 rasm 2<sup>1</sup>- chizig'i) bo'ladi.

Aralashtirish reaktorlarida reaksiyaga kirishuvchi massani aralashtirish uchun qo'shimcha energiyada sarflanadi, shuning uchun ham ular AC ning kamayishidan ko'ra K ning ortishi katta bo'lgandagina iqtisodiy nuqtai



liplari ideal siqib chiqarishning murakkab matematik va kinetik modellash hamda diffuzion modellash (jarayonning tezligiga diffuzion lormozlanishning ta'sirini hisobga oluvchi modellash usuli) lenglamalariga asoslanib hisoblanadi.



it

i

lc

T i m i n i 1 m i i

m t t H t t

b

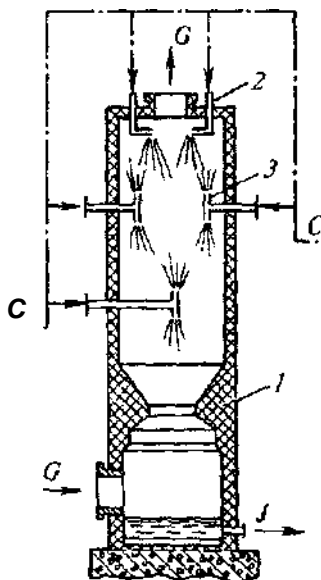
37- rasni. Barbatayli apparat tokchalarining(tarelka) sxemasi.

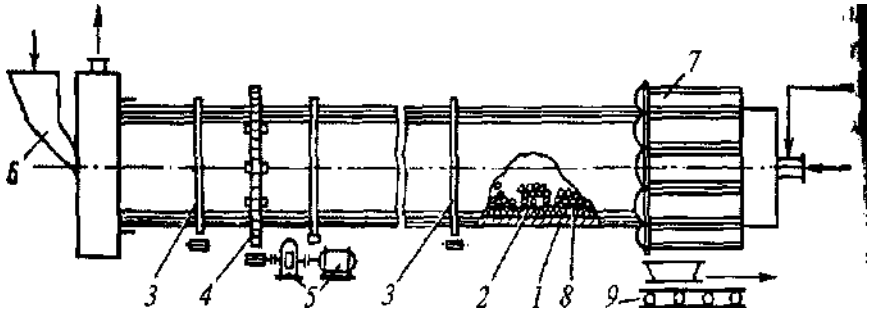
a — gazni qalpoqchalar orqali taqsimlovchi apparat; b — panjarali(to'rsimon tarelkali) apparat; 1 — qalpoqchali tarelka; 2 — qalpoqcha; 3 — suyuqlik oshib tushuvchi quvurcha; 4 — gaz o'tuvchi quvurcha; 5 — to'rsimon tarelka; 6 — quyuvchi ostonasi.

Turli kimyoviy-texnologik jarayonlarga ta'sir etuvchi har xil omillarni tavsiflab tushuntirib beruvchi matematik tenglamalarni chiqarish va ulardan hisoblashlarda hamda jarayonlarni va reaktorlarni optimallashtirishda (eng maqbul yoki eng yaxshi natija beradigan holatga keltirish) foydalanishga *matematik modellash* deyiladi.

38- rasm. Suyuqlikni sachratuvchi minora.

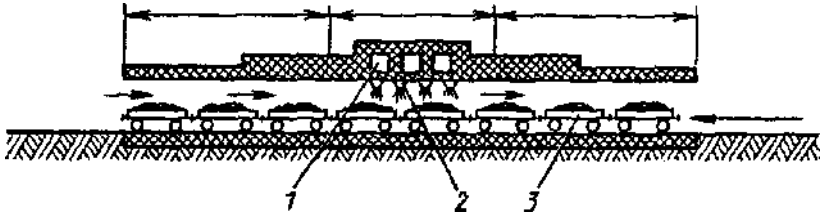
1 — minora korpusi; 2 — suyuqlikni bir tomonga sachratuvchi; 3 — suyuqlikni ikki tomonga sachratuvchi sachratgich.





**39- rasm.** Sement klinkeri ishlab chiqarish uchun aylanuvchi barabanli pech.

- 1 — pechning po'lat korpusi; 2 — futerovkasi(o'tga chidamli qoplamasi);
- 3 — tayanch kamari; 4 — tishli g'ildirak; 5 — uzatma; 6 — ta'minlagich;
- 7 — sovutkich-rekuperatorlar; 8 — pech ichidagi klinker; 9 — klinkerni chiqarib turuvchi konveyer.



**40- rasm.** Tunnel pechi (ko'ndalang kesimi).

- 1 — havo kiradigan kanallar; 2 — gorelkalar; 3 — kuydiriladigan material orilgan vagonchalar.

Ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish uchun nafaqat reaktorlarni balki barcha kimyoviy-texnologik sistemalarni hisoblash va modellashtirish zarur.

*Kimyoviy-texnologik sistema (KTS).* Xomashyoni (dastlabki materiallarni) qayta ishlab tayyor mahsulotga aylantirish uchun fizik va kimyoviy jarayonlar amalga oshiriladigan, o'zaro ta'sirotda, ya'ni bir-biriga bog'liq bo'lgan apparatlarning birgalikda hammasiga KTS deb atayadi.

Bu bo'limgacha kimyoviy texnologik aylanishlar amalga oshadigan tlohada apparatlar vajarayonlarni ko'rib o'tdik va ularni jadallashtirish yo'lini ko'rsatib o'tildi. Amaliyotda real kimyoviy ishlab chiqarishlar, xomashyoni qayta ishlab iste'mol mahsulotlariga va ishlab chiqarish vositalariga aylantirishga mo'ljallangan, bir-biri bilan o'zaro uzviy bog'liq bo'lgan bir qancha texnologik apparatlarning umumiyligi, ya'ni birgaligidan iborat bo'ladi. Bu murakkab kompleks bo'lib, ko'pchilik hollarda apparatlar ishining optimal parametrlari bir-biri bilan mos kelmaydi. Masalan, sulfat kislotasi ishlab chiqarish jarayoni bir necha ketma-ket bosqichlardan iborat bo'lib, ularning harorat va gidrodinamika sharoitlari turlicha bo'ladi:

1. Kolchedanni kuydirish qaynovchi qavatli pechlarda (to'liq aralashtirishga yaqin rejimda)  $700^{\circ}\text{C}$  haroratda olib boriladi.

2. Kuyindi gazlarni tozalash  $30^{\circ}\text{C}$  haroratda nasadkali minoralarda (ideal siqib chiqarishga yaqin rejimda) va elektrofiltrlarda amalga oshiriladi.

3. Oltinugurt (IV) oksidini, (VI) oksidgacha oksidlash  $440\text{--}600^{\circ}\text{C}$  haroratda kontakt apparatlarida (masalan, tokchali kontakt apparati, qaysiki, uni yacheykali model deb qarash mumkin) olib boriladi.

4.  $\text{SO}_3$  ni suvda absorbsiyalash  $50^{\circ}\text{C}$  haroratda nasadkali minoralarda amalga oshiriladi.

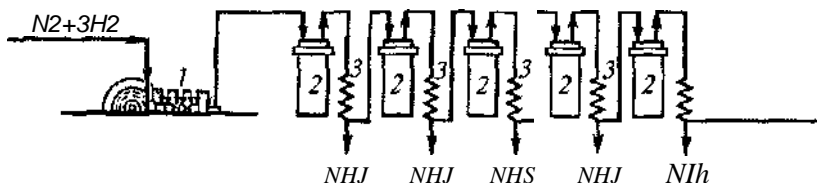
Demak, butun bir ishlab chiqarish korxonasi unumli faoliyat ko'rsatishi faqat bitta yoki ikkita apparatning to'liq ishlashi bilangina tavsiflanmaydi. Shuning uchun ham texnologik jarayorning ayrim elementlarini tekshirish bilangina cheklanib qolmay, shu bilan bir qatorda kimyoviy-texnologik sistemani yaxlit (butunligicha) tekshirish zarur.

KTS tarkibiga kiruvchi jarayonlar va ularga taalluqli apparatlarni tartib bilan birin-ketin xarakterlab berishga *texnologik sxema* deyiladi.

Ishlab chiqarishning kimyoviy texnologik sistemasi va sxemasini ikki: ochiq zanjirli va siklik (aylanma) tipga bo'lish qabul qilingan.

Ochiq zanjirli sxemadagi apparatlardan reaksiyaga kirishayotgan barcha komponentlar yoki o'zaro ta'sirotda bo'lgan fazolardan biri faqat bir marta o'tadi. Agar bitta apparatning tayyor mahsulotga aylantirish darajasi kichik bo'lsa, u vaqtda bir necha bir xil tuzilishga

ega bo'lgan apparatlar ketma-ket ishga tushiriladi, masalan, reaktorlar batareyasini ko'rsatish mumkin (41- rasmda KTS ochiq zanjirli sxemasi gaz fazali jarayonda ko'rsatilgan).



**41 - rasm.** Ochiq zanjirli(batareyali) apparatlarda to'g'ri oqimli sistemada ammiak sintezi. 1 — yuqori bosimli kompressor; 2 — katalizatorli ammiak sintez ustuni(kolonnasi); 3 — ammiak kondensatori, sovitgichi.

Ochiq zanjirli sxema munozarat shartlariga muvofiq reaksiya aralashmadan tayyor mahsulotni ajratib olmasdan tayyor mahsulotga aylanish darajasi yuqori bo'lishiga erishish mumkin bo'lganda ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Muvozarat unumi katta bo'lmagan jarayonlar siklik sxema bo'yicha amalga oshiriladi. Bunda reaksiya aralashma reaksiya zona orqali har gal o'tganda tayyor mahsulot aralashmadan ajratib olinadi. Jarayonning tezligi shuning uchun ham katta bo'ladi.

Siklik sistema reaksiya aralashmani yoki geterogen jarayonda fazalardan birini toki tayyor mahsulotga aylanishning mo'ljallangan darajasiga erishmaguncha bir apparatning o'ziga ko'p marta qayta-qayta kiritilishini ta'minlovchi sistemadir. Siklik sxemaga misol qilib ammiak sintezini, spirtlar sintezini, motor yoqilg'isi sintezini va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Bunda bir sikl mobaynida (xomashyo reaktor ichidan bir marta o'tganda) dastlabki moddaning ma'lum bir qismi tayyor mahsulotga aylanadi, ammo aralashmadan tayyor mahsulot ajratib olingach, reaksiya aralashma yana reaktorga qaytarib kiritiladi (chiqarib yuborilmaydi), bu jarayon dastlabki moddaning amalda hammasi tayyor mahsulotga ayianguncha davom etadi. Sirkulyatsiyalanuvchi (ayianib keluvchi) aralashmaga bir sikl mobaynida tayyor mahsulotga aylanish uchun sarf bo'lgan xomashyoga teng miqdorda toza xomashyo qo'shiladi.

Qurama texnologik sistema ham qo'llaniladi. Bunda reaksiyaga kirishayotgan fazalardan biri navbat bilan apparatlardan bir marta o'tadi, boshqalari esa sistemaning ba'zi apparatlari orqali sirkulyatsiyalanadi, ya'ni qayta-qayta o'tkaziladi. Sanoat ishlab chiqarishi taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri, siklik KTS ni ishlab chiqishdir, qaysiki, bu sistema ochiq zanjirli sistemaga nisbatan ancha ixcham, kam mabla talab qiladi va chiqindsiz ishlab chiqarishga yaqinlashishga imkon beradi. Ammo asosiy dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kam bo'lganda iqtisodiy nuqtai nazardan ochiq zanjirli sistema afzal hisoblanadi.

## **6- §. Gomogen va geterogen jarayonlar. Apparatlar**

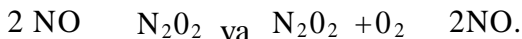
*Gomogen kimyoviy jarayonlarning tavsifi.* Gomogen jarayonlar (bir jinsli, ya'ni bir-birida aralashib erib ketadigan suyuqliklar, masalan, suv bilan spirt aralashmasi yoki gazlar aralashmasida boradigan jarayonlar) sanoatda nisbatan kam uchraydi. Toza gomogen sistema hosil qilish qiyin. Har qanday modda tarkibida juda kam miqdorda bo'lsa-da, boshqa fazada turuvchi turli aralashmalar saqlaydi. Masalan, 1 ml. distillangan suvda 20 000 dan to 30 000 gacha chang zarrachalari bo'ladi.

Ko'pgina sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida (oksidlash, yonish vaboshqalar) havo gomogen muhit hisoblanadi, ammiakni platina katalizatori ustida oksidlash jarayonida esa havo tarkibida chang zarrachalari, suv tomchilari va boshqalar saqlaganligi uchun geterogen muhit hisoblanadi. Sanoatda foydalaniladigan xomashyo har doim tarkibida begona aralashmalar saqlaydi. Mana shu tabiiy begona aralashmalar ko'pchilik hollarda jarayonning borishiga xuddi katalizator va ingibitor kabi ta'sir etadi. Shuning uchun ham suyuq va gaz fazada boruvchi jarayonlarni faqatgina shartli ravishda gomogen deb hisoblash mumkin.

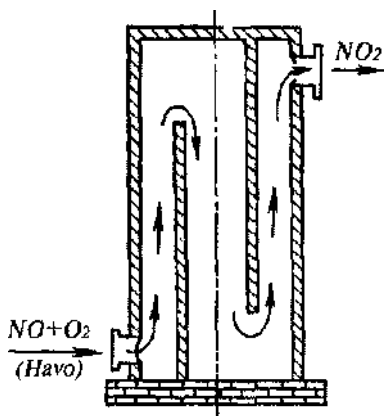
Gomogen sistemalarda reaksiya odatda geterogen sistemalaridagiga qaraganda tez boradi. Hatto, bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikni har qancha to'liq va kuchli aralashmaylik, o'zaro ta'sir etuvchi moddalar molekularning to'qnashuvlar soni gomogen sistemalaridagiga nisbatan taqqoslab bo'lmas darajada kam bo'ladi. Gomogen jarayonlarni amalga oshirish va boshqarish ancha yengil.

Shu sababli ko'pgina sanoat ishlab chiqarish jarayonlari gaz yo suyuq fazalarda, gomogen kimyoviy jarayonlarda olib boriladi.

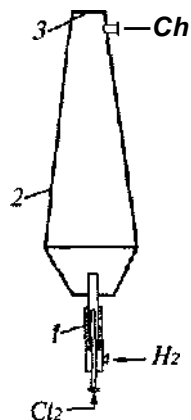
**Gaz yoki suyuq muhitda gomogen jarayonlar.** Gaz fazada gomogen sanoat ishlab chiqarish jarayonlari, reagentlar oqimini yeta darajada girdob holatiga o'tkazilganda oddiy konstruksiyali reaktorl kinetik sohada boradi. Nitrat kislota ishlab chiqarishda NO ni  $\text{NO}_2$  oksidlash gaz fazada amalga oshiriladi:



Oksidlash uchun ichida to'siqlari bo'lgan minora ishlatiladi (42-rasm). Xlorid va xlorosulfon kislotalari sanoatida vodorod xloridning sintezi ham gomogen jarayonga kiradi. Jarayon maxsus pechda  $1400^\circ\text{C}$  gacha haroratda boradi (43-rasm). Reagentlarni aralashtirish va oqim girdobini hosil qilish ejektorli (bug' kuchi bilan ishlaydigan mexanizm) gorelkada (1) amalga oshiriladi, qaysiki, unda vodorod xlorning tizillab otilib turgan oqimi bilan so'rib olinadi. HCl sintezi reaksiyasi zanjirli reaksiya bo'lgani sababli, apparatni ehtimol tutilgan portlashdan himoya qilish uchun tepa qismi asbestdan yasaladi (portlash sodir bo'lsa asbest osongina buziladi).



42- rasm. Ichi to'siqli oksidlash minorasi.



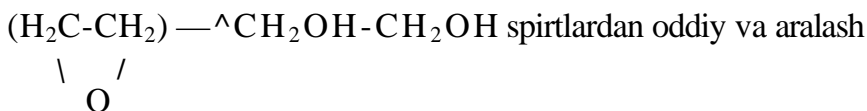
43- rasm. Vodorod xloridni sintezlash pechi.  
1 — gorelka; 2 — pech korpusi;  
3 — asbestli qopqoq.

Ba'zi erituvchilarni, insektisidlarni, yuvish vositalarini ishlab hiqarish, jarayonlari gazzimon uglevodorodlarni yuqori haroratli rchalashda (pirolizda) endotermik jarayonlar, atsetilendan benzolni **lniezlash** va boshqalar gaz fazoda amalga oshiriladi.

**Suyuqliklarda gomogen jarayonlar** gaz fazaga nisbatan sanoatda kcng qo'llaniladi. Suyuq fazada reaksiya tezligi gaz fazaga nisbatan odatda ming marta katta, ammo diffuziya tezligi esa yuzlab, minglab marta kichikbo'ladi. Gazlarda diffuziya koeffitsienti 0,1—1 sm<sup>2</sup>/s bo'lsa, suyuqliklarda esa bu ko'rsatkich 1,0 sm<sup>2</sup>/s sutkaga yaqin bo'Madi. Unchalik katta bo'lmagan haroratda boruvchi jarayonlarni lczlashtirish maqsadida, ularni suyuq fazada, diffuzion tormozlashni yo'qotish uchun qattiq aralashtirish orqali amalga oshiradilar. Buning uchun gaz suyuq sistemalarda reaksiyaga kirishuvchi gazlar, suyuqlikka absorbsiyalanadi, natijada gomogen reaksiya suyuq fazada boradi. Masalan, atsetaldegidni sirka kislotagacha oksidlash xuddi shunday yo'l bilan amalga oshiriladi.

Suyuq fazada boruvchi ko'p sonli jarayonlardan gomogen jara-yonlarga quyidagilarni ko'rsatish mumkin. Kislotalarning suvdagi eritmalarini, ishqorlarning suvli eritmaları bilan neytrallanish reaksiyalari, tuzlarni olinishi, masalan, ammiakli suvning sulfat kislota bilan o'zaro ta'siridan ammoniy sulfat tuzining olinishi, ba'zi bir eritmalarda boruvchi (masalan,  $KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3$ ), almashinuv reaksiyalari, murakkab efirlaming hosil bo'lish reaksiyalari, etilsulfat kislotasining izopropilsulfat, xorpentanlar, va boshqalarning gidrolizlanish reaksiyalari va boshqalar.

Benzol sulfokislotani ishqorda suyuqlantirish (bu reaksiya fenol hosil bo'lishi bilan boradi), etilen oksidini gidratlab etilenglikol ishlab chiqarish

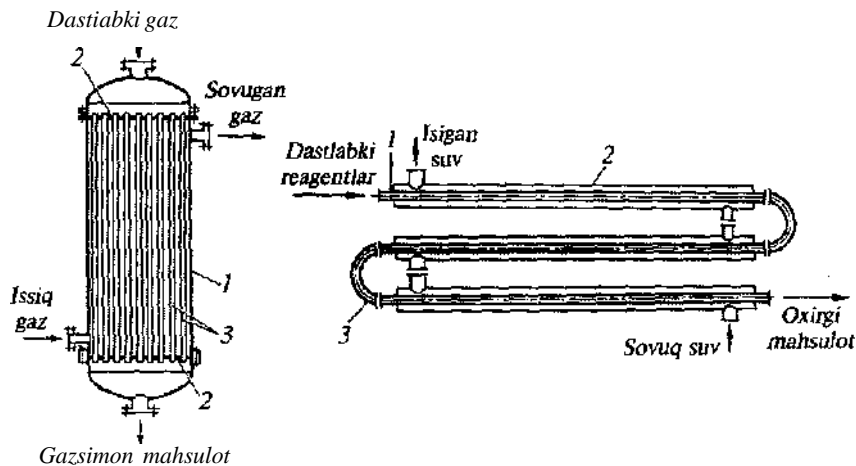


efirlarni olish (masalan,  $C_2H_5OS0_2OH + CH_3OH \overset{\wedge}{C}H_2H_5OCH_3 + H_2S0_4$ ) kabilar ham suyuq fazada amalga oshiriladi. Gomogen muhitda yana adipin kislotasini olish ( $3C_6H_uOH + 8HN0_3 \overset{\wedge}{=} > 3C_6H_{10}O_4 + 7H_2O + 8NO$ ) atsetonsiangidrin va metil spirtidan, sulfat

kislota ishtirokida metakril kislotasining metil efini sintezlash muhim jarayonlar ham gomogen muhitda boradi. So'ngra hosil bo' efini polimerlab organik shisha olinadi. Sellulozaning, etilsellyul'. triasetatselyuloza kabi efillari ham ba'zi zavodlarda gomogen usu olinadi. Eritmada suyuq fazali polimeriash, laklar va ba'zi smol ishlab chiqarishida, virilstearat  $[\text{CN}_2(\text{CH}_2)_{16}\text{COOC}_2\text{H}_3]$ , persulfat  $\text{K}^{\wedge}\text{Og}$  olishda va boshqalarda keng qo'llaniladi.

Suyuqliklarni (suspenziyalarni ham) to'liq aralashtirish uch turli tipdagi aralashtirgichlar: parrakli (31- rasm), varrakli (3 rasm), langarli va boshqalardan foydalaniladi. Agressiv suyuqlikl korroziyaga chidamli aralashtirgichlar yordamida yoki pnevmat" (siqilgan havo yordamida ishlaydigan) usulda aralashtiriladi (32 rasm). Bunda aralashtiruvchi agent sifatida ko'pincha havo ishlatiladi. Agar havo reagentni oksidlasa, qo'shimcha reaksiyalarni borishiga olib keladigan bo'lsa, u holda ayni sistema uchun inert gazlar, masalan, azot yoki uglerod (IV) oksidi kabilardan foydalaniladi.

Aralashtiruvchi reaktorlarning davriy yoki uzluksiz ishlashini ta'minlash uchun ular batareya qilib jamlanishi (35- rasm) mumkin. Agar reaksiyaga kirishuvchi massa bilan suv bug'ini aralashtirishning iloji bo'lmasa, u holda quvurg'illofli tipdagi apparatlarda (44- rasm) devori orqali qizdirilgan suv yoki bug'dan foydalanib qizdiriladi. Kuchli ekzotermik jarayonlarda sovuq suv bilan sovutiladi.



44- rasm. Quvurg'illofli issiqlik almashtirgich apparati.  
I — ikki tubli g'ilof; 2 — quvur panjara; 3 — quvurlar.



Gaz va suyuq fazalardagi gomogen jarayonlarni tezlatish uchun barcha usullar, ya'ni dastlabki moddalar konsentratsiyasini oshirish, haroratni ko'tarish, katalizatoridan foydalanish kabilar qo'llaniladi. Gaz fazada sintezlash uchun bosimni oshirish suyuq jarayonlar uchun esa aralashtirish samaralidir. Suyuq jarayonlar uchun haroratni oshirish, aralashtirish-reaktorlarida erituvchining bug'lanib ketishi mumkinligini va eritmadan gaz komponentlarining desorbsiyalanishi mumkinligidan, chegaralangan, ya'ni qattiq qizdirib bo'lmaydi. Agar yuqori harorat zarur bo'lsa, u holda avtoklav deb ataluvchi devorlari qalin germetik apparatdan foydalaniladi. U apparat suyuq arashma komponentlarining bug'lanishi natijasida hosil bo'luvchi katta bosim ostida ishlaydi.

**Geterogen jarayonlar.** Geterogen kimyoviy-texnologik jarayonlar lix fazalarda bo'lgan reaktorlar orasida boradigan reaksiyalarga asoslangan. Shuning uchun ham ular (reaksiyalar) fazalar chegarasidan moddani sirti orqali bo'lib o'tishi tufayli boradi. Bunda fazalararo massa ko'chib o'tishi, mustaqil jarayon bo'lishi yoki o'zaro ta'sirlashayotgan komponentlarning o'zgarish (ya'ni boshqa moddalarga aylanishi) bilan bo'lishi mumkin.

Birinchi holatda absorbsiya, absorbsiya, desorbsiya, kristallizatsiya, bug'lanishi, suyuqlanish va boshqa shu kabi sof fizik yoki fizik-kimyoviy o'zgarishlar boradi. Ikkinchi holatda esa massa almashuv bo'lganligi sababli murakkablashgan kimyoviy reaksiya kechadi. Kimyoviy jarayonlar o'z-o'zidan gomogen muhitda borishi, ya'ni fazalardan birining ichida yoki fazalarni bir-biridan ajratib turgan chegarada borishi mumkin. Fazalarni bir-biridan ajratib turgan chegarada komponentlardan birisi qattiq, boshqasi esa gaz, suyuq yoki alohida qattiq fazada bo'lgan moddalar orasida reaksiya boradi.

Kimyoviy texnologik jarayonlar reaksiya zonasiga reagentlarni kiritish va mahsulotni chiqarishning diffuzion aktlari hamda reaksiyon (kinetik) aktlardan tarkib topadi. Massa ko'chishining umumiy tezligi ko'pchilik hollarda diffuziya tezligi bilan aniqlanadi. Diffuziya ikki xil, erkin (molekular) diffuziya va girdobli difruziyaga bo'linadi.

*Molekular* yoki *erkin diffuziya* deb, molekulalarning o'zaro to'qnashuvi oqibatida hosil bo'ladigan ichki ishqalanish kuchi ta'sirida saqlanib turuvchi modda molekulalarining tinch holatda bo'lganda

k chishiga aytiladi. *Girdobli diffuziya* deganda aralashtirilganda **yoki** qizdirish natijasida konveksiya tufayli (muhit oqimi tufayli issiqlikning k chishi) molekullarning harakati tushuniladi.

Molekulalar difruziya jarayoni yuqori konsentratsiyadan **past** konsentratsiya tomonga y nalgan holda boradi. Harakatlantiruvchi

kuch konsentratsiyaning (C), Z y nalishdagi  $\frac{dc}{dz}$  ga teng gradiyenti

(biror kattalikning, misolimizda konsentratsiyaning masofa birligiga siljish mobaynida zgarishlari birligi) hisoblanadi. Diftuziya tezligi quyidagi tenglamalar bilan aniqlanadi:

$$dG = n \cdot F \cdot dC$$

Bunda: G — ma'lum i vaqt ichida diffuziyalangan modda miqdori; De — diffiiziyaning samarali koeffitsienti (molekular D va girdobli D<sub>z</sub> diffuziya koeffitsientining yakuniy kattaligi, D ni maxsus q llanma va ma'lumotnomalardagi formuladan foydalanib, D<sub>2</sub> esa tajriba y li bilan aniqlanadi); F — yuza (sirt), qaysiki, u orqali konsentratsiya gradiyenti dc/dz ta'sirida diffuziya o'tadi.

Ko'pincha geterogen jarayonlar diffiizion sohada boradi. Ularning tezligi (1.40) tenglama b yicha hisoblanadi. Agar jarayon kinetik sohada borsa, u paytda uni tezligi (1.22), (1.23) tenglamalar asosida hisoblab chiqiladi. Masalan:

$$u = K \cdot FAC$$

tenglamaga asosan hisoblanishi mumkin. Bunda, K — kimyoviy reaksiya tezligining umumiy konstantasi; AC — jarayonning gidrodinamikasiga (aralashtirish darajasiga) bo liq b ladi.

Ba'zi hollarda jarayonlar o'tuvchi sohada boradi. Bunda (1.23) tenglamadagi jarayonning tezlik konstantasi to'g'ri va teskari reaksiyalarining konstantalari hamda dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlarining diffuziyalanishi koeffitsientiga bo liq b ladi. Uni modelli laboratoriyalarda yoki zavod sharoitida aniqlaydilar. K pchilik sanoat kimyoviy-texnologik jarayonlari geterogenjarayonlarga kiradi.

**Gaz** — **suyuq (g — s) sistemasidagi jarayonlar.** Gazsimon va suyuq reagentlarning zaro ta'siriga asoslangan jarayonlar kimyo sanoatida va u bilan bo liq hamkor korxonalarda keng foydalaniladi.

Bunga: gazlarni absorbsiyalash va desorbsiyalash, suyuqliklarni **bug'** lanishi va kondensatsiyalanishi, suyuq aralashmalarni haydash, **yn'ni** distillyatsiya va rektifikatsiya, suyuqliklarni pirolizi, gazlarni duyuq polimer hosil bo'lishi bilan boradigan polimerlanishi va boshqalarkiradi.

*Absorbsiya* — bu suyuqliklarning gazlarni yutib eritma hosil qilish Jnrayonidir. Agar absorbsiya kimyoviy reaksiya bilan borsa, u *sorbsiya* ileyiladi.

*Desorbsiya* bu, absorbsiyaga teskari jarayon bo'lib, bunda suyuqlikda erigan gazlar undan ajralib chiqadi. «Desorbsiya» lushunchasi qattiq moddalar sirtiga absorbsiyalangan gaz va suyuqliklarning undan ajralib chiqishini ham bildiradi.

*Distillyatsiya* — bu qaynash harorati harxil bo'lgan uchuvchan suyuqliklar aralashmasini oddiy bug'lantirish va so'ngra bug'larini kondensatlab ajratib olish jarayonidir.

*Rektifikatsiya* — suyuq aralashmalarni ajratishning ancha lakomillashgan usulidir. Bu usul suyuqlikning ko'p marta bug'lanib, bug'laming kondensatsiyalanishiga asoslangan. Rektifikatsiya minora-sida yuqoriga ko'tarilgan suyuqlik bug'lari unga qarama-qarshi oqimda minoraning tepasidan pastga tomon oquvchi suyuqlik (rlegma) bilan ta'sirlangach kondensatsiyalanadi.

*Piroliz* — bu yonuvchi materiallarni havosiz muhitda termik qayta ishlashdir. Pirolizda yuqori harorat ta'sirida yuqori molekular birikmalar destruksiyalanib (parchalarib) kichik molekular to'yingan va to'yinmagan ulevodorodlar hosil qiladi. Bunda izomerlanish, polimerlanish va boshqa reaksiyalar borishi ham mumkin. Piroliz jarayonlari olingan mahsulotlarni rektifikatsiyalash bilan qo'shima olib boriladi. Suyuq va gazzimon moddalarning piroliziga *kreking* deyiladi.

*Kreking* — organik moddalar makromolekulalarining yuqori harorati yoki katalizatorlar ta'sirida ancha kichik molekulalarga va radikallarga parchalanishidir. Hosil bo'lgan molekula va radikallar keyinchalik bir-biri bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, yangi birikma hosil qiladi.

Polimerlanish qandaydir biror monomerning bir xil molekulalari kimyoviy birikib makromolekula, ya'ni polimer hosil qilishidir.

**Gaz — suyuq (g — s) sistemalarida jarayoillarni o'tkazish uchun apparatlar.** G — S sistemalarda jarayonlarni olib boruvchi apparatlar turli xil bo'lib, bir xil tipdagi apparatlar kimyoviy reaktor sifatida ishlatilishi yoki fizik jarayonlarni: suyuqliklarni gaz bilan isitish, distillyatsiya, rektifikatsiya va boshqalarni amalga oshirishda qo'llanilishi mumkin.

Reaktorlar, xomashyoni mumkin qadar to'liqroq tayyor mahsulotga aylantirishi, jarayonlarni jadal borishini ta'minlaydigan bo'lishi lozim. Shuning uchun apparat konstruksiyasi, fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini kengaytirishni, uni yangilab turishni, jarayonning diffuzion qarshiligini kamaytirish uchun samarali aralashtirishni ta'minlashi kerak. Ko'pchilik reaktorlar eng awal fazalar orasida, bevosita aralashtirish yo'li bilan yoki bevosita reaktor ichida o'rnatilgan issiq almashtirgichlar yordamida issiqlikni almashinib turishini ta'minlashi lozim.

Fazalarning o'zaro ta'siri yuzasini hosil qilish usuliga qarab gaz — suyuq sistemalarda foydalaniladigan apparatlar to'rt asosiy tipga bo'linadi.

**Nasadkali minora** (29- rasmga qarang) (kolonna) uzun (30 m. gacha) silindrsimon, odatda uglerodli po'latdan yasalgan ichi agressiv muhitga chidamli maxsus g'isht yoki plitka bilan qoplangan (futerovkalangan) bo'ladi. Minora ichidagi boshoqsimon chambara ustiga to tepasigacha nasadka o'rnatilgan. Yuqoridan pastga tomon nasadka orqali suyuqlik oqib uni ho'llaydi va yupqa suyuqlik pardasini hosil qiladi. Gaz esa pastdan yuqoriga tomon suyuqlikka qarama-qarshi oqimda (ba'zida esa gaz bilan suyuqlik bir tomonga oqadi) harakat qiladi.

Reaktorning normal ishlashi nasadkani tanlashiga bog'liq. Nasadka katta solishtirma sirtga ega bo'lishi, yengil, mexanik mustahkam, arzon va katta bo'sh hajmga ega bo'lishi kerak. Nasadka yana gaz oqimiga kam qarshilik ko'rsatishi va suyuqlik bilan oson ho'llanishi lozim. Turli shakldagi nasadkalar ishlatiladi. Masalan, po'latdan yoki keramikadan balandligi  $h$  va tashqi diametri  $d$  ga ( $h \times d = 100 \times 100$  yoki  $50 \times 50$ , yoki  $25 \times 25 \text{ mm}^2$ ) teng qilib yasalgan halqalar va

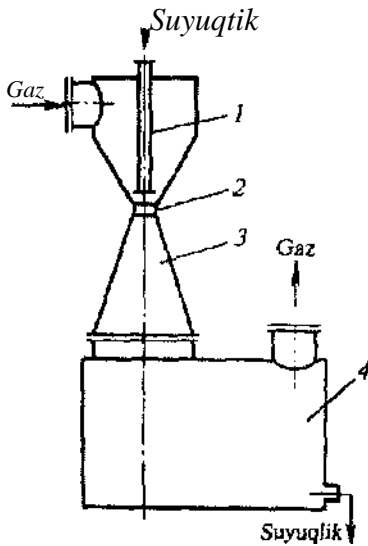
hoshqalar. Reaktor ishini jadallash uchun suyuqlik va gaz oqimi tc/ligi oshiriladi, maxsus nasadka tiplaridan (spiral, to'qimasimon, ynsi parallel) foydalaniladi.

Jarayonningtezliligini (1.24) formula bo'yicha hisoblanganda gaz hi Ian suyuqlik orasidagi bir-biriga tegib turuvchi yuza sifatida nasadkaning butun geometrik sirti olinadi.

Nasadkali minoralar, sulfat kislota, nitrat kislota ishlab chiqarishda koks gazlarini qayta ishlashda, bir qancha organik sintezning va boshqalarning adsorbsion va desorbsion jarayonlarida eng keng lbydalaniladigan apparatlardir.

*Barbotajli reaktorda* (37- rasm) G — S jarayonning xarakteriga, reaktorning belgilangan foydali ish koeffitsientiga, selektivligiga bo'lgan talabga qarab bittadan tortib bir necha o'ntagacha (odatda ko'pincha 10 tadan 100 tagacha bo'ladi) qopqoqli yoki to'rsimon tarelkalar o'ratilgan bo'ladi. Har bir tarelka ustidagi suyuqlikning butun hajmida gaz dispersiyalanadi (tarqaladi), ya'ni tarelka ustida oquvchi suyuqlik orqali gaz pufakchalari o'tkaziladi. Har bir tarelkada fazalar chorraha oqimida o'zaro ta'sirlanadi, minoraning balandligi bo'yicha esa qarama-qarshi oqim prinsipi saqlanadi. Suyuqlikdagi barcha hosil bo'lgan pufakchalar sirtini hisobga olish qiyin. Shuning uchun ham odatda (1.23) formuladagi F qiymati sifatida minora tokchalari (tarelkalari)ning maydoni qo'yiladi.

Barbotajli reaktorlar kislotalarni konsentrlash, soda ishlab chiqarish, neftni qayta ishlash, distillyatsiya va rektifikatsiya, organik moddalar texnologiyasi kabi kimyoviy ishlab chiqarishlarda keng qo'llaniladi. Bu tip reaktorlar konstruksiyasi jihatidan nasadkali minoralarga nisbatan ancha murakkab tuzilishga ega, ularni montaj qilish (yig'ish), ishlatish, tozalash katta qiyinchiliklar bilan bog'liq va katta harorat talab qiladi, ammo ular ancha jadal ishlaydi, suyuq aralashmalarni juda chuqur tozalaydi. Absorbsiyalash uchun (32-rasmda ko'rsatilgan aralashtirgichdek) oddiy barboterlar ishlatiladi. Qovushqoqligi uncha katta bo'lmagan suyuqliklarni aralashtirish uchun hamda donasimon materiallarni suvda yuvish uchun pnevmatik usul yoki barbotajli aralashtirish qo'llaniladi.



**45- rasm.** Venturi apparati.

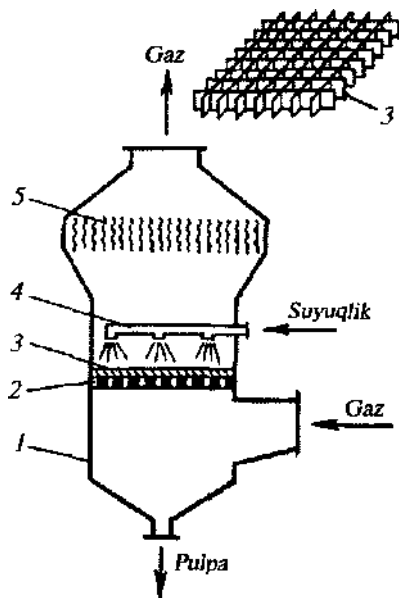
- I — naycha(soplo); 2 — bo'g'zi;  
 3 — aralashtirish bo'lmasi;  
 4 — ajratuvchi bo'lma.

*Suyuqlikni sachratuvchi ic bo'sh minora* gaz va suyuqli" changlantirish, ya'ni sachrati orqali katta ta'sir yuza hosil bo" ta'minlaydi. Kameraga markaz qochma, uaivchi va boshqa mexanik sachratuvchi turlari o'rnatiladi. 38- rasmda sulfat kislotasi ishlab, chiqarishda qo'Uniladigan mexanik sachratuvchi minoraning kesmasi (uzunligiga) tasvirlangan. 45- rasmda Venturi adsorberi tasvirlangan. Unda gaz energiyasidan foydalanib, suyuqlik tomchilarga sachratiladi.

Girdob shaklida harakatga keltirilgan gazning kuchli oqimi tizilib otilayotgan suyuqlikni juda kichik tomchilarga—tumanga parchalab yuboradi. Bunday adsorberlarda absorbsiyalanish darajasini ancha yuqoriga ko'tarish mumkin, ammo ularda gidravlik qarshilik yuqori bo'ladi va shunga mos holda gazni qattiq itarish uchun energiya sarfi ham ortadi. Shu sababli Venturi apparati gaz-suyuq sistemalarda boshqa tipdagi apparatlarga nisbatan kam qo'llaniladi.

*Ko'pik hosil qiluvchi apparatlar* (46- rasm) ishining jadalligi jihatdan Venturi apparatiga yaqinlashadi, ammo energiya sarfiyoti bo'yicha barbotajli apparatga nisbatan ham, Venturi apparatiga nisbatan ham ancha kam energiya sarflaydi. Bunday apparatlarda gaz oqimi pastdan yuqoriga tomon panjara orqali o'tadi va panjara ustidagi suyuqlik xuddi shunday tezlikda (gaz oqimi tezligida) pastga tomon harakat qiladi. Gazning suyuqlikdagi ishqalanish kuchi bilan suyuqlik massasi orasida muvozanat hosil bo'lib, natijada suyuqlik pastga tushib ketmaydi, balki suyuqlik gaz pufakchasi, oqimi bilan aralashib tez harakat qilib turuvchi yupqa suyuqlik pardasi, tomchisi yoki oqimi

Ushbu holatda osilib turuvchi ko'pik  
 Hissasini hosil qiladi. Bunda gazning  
 tezligi 1 dan 4,5 m/s gacha  
 oshiriladi. Barbolaj apparatidagiga  
 nisbatan 2 — 4 marta gaz tezligi  
 oshiriladi. Ushbu tezligini bundan ham  
 oshirilsa, u paytda osilib turgan  
 ko'pik qavatini buziladi va osilib  
 turgan tomchilar oqimi shaklida  
 gaz bilan chiqib ketadi. Gazning  
 tezligi 1 m/s dan pasaytirilsa,  
 muayyan suyuqlik kamariga orqali  
 qaytib tushadi va apparatning  
 ishi buziladi. Ko'pikning  
 barqarorligini ta'minlovchi narsa  
 (stabilizator) chorraha shaklida  
 joylashtirilgan tik kamaradir. U  
 ko'pikning bir tekisdagi baland-  
 ligini va gazning tezligini ta'min-  
 laydi.



46- rasm. Ko'pik hosil qiluvchi  
 apparat  
 1 — korpus; 2 — panjara;  
 3 — ko'pikni turg'unlovchi;  
 4 — suyuqlikni berish; 5 — tomchi

Ko'pik stabilizatsiyasiz apparatlar ham va barbotajli apparatdagidek  
 suyuqlik toshib to'kilib turuvchi apparat turlari ham ko'llaniladi.  
 Adsorbsion va desorbsion jarayonlar uchun asosan ko'p tokchali  
 ko'pik hosil qiluvchi apparatlar ishlatiladi.

**Gaz — qattiq modda (g — q) sistemasidagi jarayonlar.**  
 Gazsimon va qattiq reagentlar ishtirokida boradigan nisbatan tipik  
 texnologik jarayonlarga; qattiq adsorbentlar bilan gazlarni  
 adsorbsiyalash va adsorbsiyalangan gazlarning desorbsiyasi, gaz  
 fazasi komponentlarining (qismlarining) qattiq katalizator  
 yuzasidagi reaksiyalari, qattiq moddalarbug'larining bug'lanishi  
 va kondensatsiyalanishi, qattiq yoqilg'ilar pirolizi, qattiq  
 materiallarni kuydirishning har xil turlari va boshqalar kiradi.  
 Bulardan eng xarakterlisi qattiq moddalarni kuydirish va  
 adsorbsion jarayonlardir.

*Kuydirish* deb, qattiq materiallardan foydali komponentl ajratib olish yoki unga mexanik mustahkamlik berish uchun, yu haroratda ularga ishlov berish jarayoniga aytiladi. Material! kuydirganda har xil jarayonlar: piroliz, haydash, dissotsiatsi" kalsinatsiya va boshqa kimyoviy jarayonlar birgalikda borishi mi Bunda jarayonlar qattiq materiallarda, qattiq materiallarni komponentlari orasida va gaz fazalarida borishi mumkin. Kuyc jarayonida ba'zan qattiq modda qisman suyuqlanib suyuq faza h qiladi, so'ngra u boshqa fazalar bilan o'zaro ta'sirlashadi.

Qattiq materiallarni kuydirganda boradigan asosiy fizik-kimyo> aylanishlardan biri termik dissotsiatsiyalanish, ya'ni yuqori harorarf ta'sirtida moddalarning nisbatan kichik va oddiy molekularlarga' parchalanishidir. Qattiq moddalarning dissotsiatsiyalanish! CO<sub>2</sub>, suV bug'lari va boshqalarning ajralib chiqishi bilan boradi. Kuydirishda sodir bo'ladigan dissotsiatsiya turlaridan biri bu kalsinatsiya, ya'ni uglerod (IV) oksidining va kristallizatsiya suvining ajralib chiqishidir.

*Absorbsiya* — bu qattiq yutuvchi moddalar — sorbentlar sirtiga gazlarning yutilishi jarayonidir.

*Haydaliş yoki sublimatsiya* deb, qattiq moddalarning qizdirilganda suyuqlanmay gaz holatga o'tishi va gazlarni sovigach suyuqlanmay birdaniga qattiq holatga aylanish jarayoniga aytiladi.

*Qattiq yoqilg'ilar pirolizi* suyuq yoqilg'i pirolizi prinsipiga asoslangan bo'ladi. Qattiq yoqilgi pirolizining har xil turlari (ayniqsa, toshko'mir pirolizi) sanoatning ayrim tarmoqlarini, masalan, koksokimyo sanoatini tashkil etadi.

G — K sistemada jarayonni jadallashga, awalo haroratni oshirish va fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini kengaytirish orqali erishiladi, ya'ni ichki diffuzion tormozlanishning oldi olinadi. Ta'sir yuzani kengaytirish uchun qattiq material maydalanadi va gaz bilan aralastiriladi hamda g'ovak bo'laklar, ya'ni donachalardan foydalani-ladi. Adsorbent va katalizator g'ovaklarining ichki yuzasi tashqi yuzasiga nisbatan yuzlab, minglab marta katta bo'ladi va 1 g donachalar o'nlab, hatto yuzlab m<sup>2</sup> yuzaga ega bo'ladi. Agar ichki yuzaning hammasi reaksiyada ishtirok etsa, u vaqtda reaksiya tezligi (1.23) formulaga binoan g'ovak donachalar qo'llanilganda g'ovaklashtirilmagan oddiy donachalarga nisbatan yuzlab marta katta



Ammo g'ovaklarning kesimi kichik bo'lganlinidan gaz ononllarining diffuziyasi qiyinlashadi, shuning uchun ko'pgina Hilmning tezligini ichki diffuziya belgilaydi.

Mnsalan, kolchedan kuydirishda, kolchedan donachalari sirtida til oksididan g'ovak qavat hosil bo'ladi, natijada ichki diffuzion n/lanish (to'siq) paydo bo'ladi. Cho'yan ishlab chiqarishda ham •ilk bo' laklar ishlatiladi. Shuning uchun ham g —k sistemada lyon ikki emas, balki uch; tashqi diffuzion, ichki diffuzion va Mk sohada boradi.

Kuydirish, piroliz, haydalish yoki sublimatsiyalash va boshqa  $\Delta H^* | V^{ni}$ » katalitik jarayonlar 400°C dan 3000°C gacha harorat oralig'ida feotudi. Haroratning ortishi bilan jarayon tezligi kinetik sohada Altvnius tenglamasi bo'yicha (1.33), tashqi diffuzion sohada (1.35) Unglamaga muvofiq va ichki diffuzion sohada esa

$$u = ajf \quad (1-41)$$

lenglamaga muvofiq ortadi. Harorat oshirilganda ayniqsa, ciulotermik qaytar reaksiyalar kuchli intensivlanadi, chunki bir vnqining o'zida ham reaksiya tezlashadi, ham muvozanat unumi ortadi. Bunday jarayonlar uchun haroratni oshirish faqat reaksiyaga kirishuvchi reagentlarning va konstruksion materiallarning issiqlikka cliidamlilik darajasi hamda qizdirishga sarflangan energjyaning qiymati bilangina chegaralanadi. Yuqori haroratli jarayonlarni amalga oshirish uchun ishlatiladigan asosiy reaktor turlariga har xil konstruksiyali sanoat pechlari kiradi.

*Sanoat pechlari* issiqlik ishlab chiqaruvchi apparat bo'lib, bu issiqlik, pech ichidagi qattiq materiallarni termik ishlov berishda lbydalaniladi. Unda issiqlik yoqilg'ini yoqishdan, ekzotermik reaksiyaning borishidan yoki elektr energiyasini issiqlik energiyasiga aylantirishdan ajralib chiqish manbai reaksion massaning o'zida bo'ladi, masalan, domna pechlarida koks, sulfidU rudalarni kuydirish pechlarida issiqlik apparat devori orqali beriladi. Masalan, piroliz jarayonlari olib boriladigan pechlari, koks batareyalari va boshqalar, Issiqlik uzatish qonuniyatlari va massa uzatish qonuniyatlari bir xil

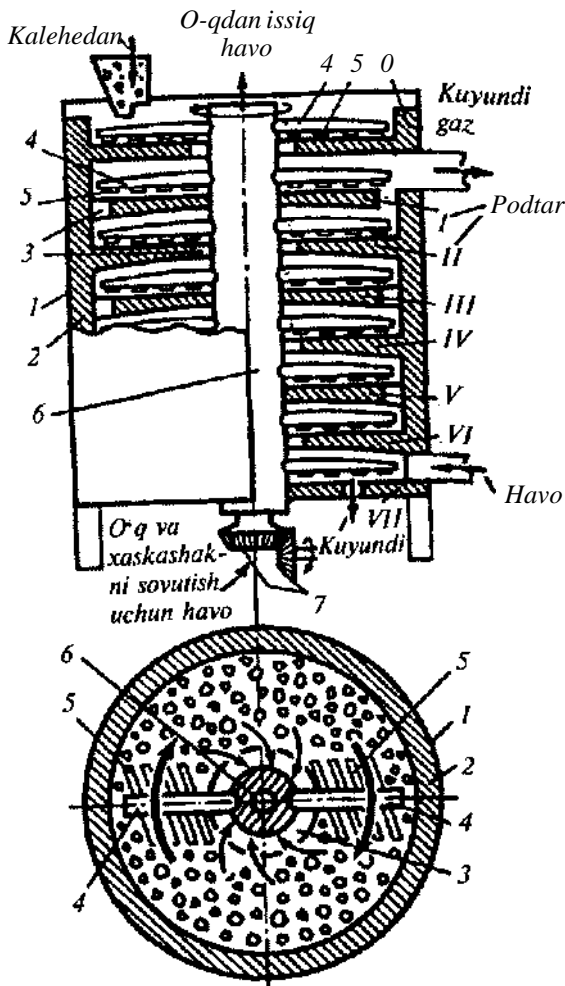
b ladi. Vositali qizdirish pechlarida issiqlik uzatish tengla quyidagicha:

Bunda,  $Q$  —  $r$  vaqt oraliqida uzatilgan issiqlik miqdori;  $K^*$  issiqlik uzatish koeffitsienti;  $F$  — isitish (yoki sovutish) sirti;  $At$  qizdirilayotgan material va issiqlik tashuvchi harorati farqining  $r$  taqsimat qiymatiga teng issiqlik uzatishning harakatlantiruvchi kuchi.

Pechlar m ijallangan texnologik sohasiga qarab fizik jarayonl tkazishga m ijallangan. Masalan, quritish pechlari (materialla namlikni chiqarib yuboradi) hamda kimyoviy reaktorlaiga b lina—, Qurilish prinsipiga va bajaradigan ishiga qarab asosiy pech tiplari, shaxta pechlariga, qattiq materiallarni changlantiruvchi, qaynovchi qavatli, aylanib turuvchi barabanli, tunnel, kamerali, vannasimon va elektr pechlariga b linadi. Yuqorida nomlari aytilgan pech tiplariga ular q ilaniladigan ishlab chiqarishlar k rib tilganda batafsil tavsif berilgan.

*Tokchali mexanik pechlar* bevosita qizdiriladigan pech bo'lib, unda reagentlarni aralastirish, maydalangan qattiq materiallarning gaz bilan zaro ta'sir yuzasini yangilash va ko'paytirish mexanik aralastirgichlar yordamida amalga oshiriladi (47- rasm). Bunday pechlar boshqa pech tiplariga qaraganda murakkab konstruksiyaga ega va jadalligi past ( $0,2 \text{ t/m}^3\text{sutka}$ ). Shuning uchun ham bunday pechlar k pchilik sanoat tarmoqlarida boshqa tip pechlarga almashtirilgan. Bunday pechlar kolchedan kuydiiishda va boshqa sulfidli rudalarni (rangli metallurgiyada) kuydirishda, qo oz sanoatida va boshqalarda ishlatiladi.

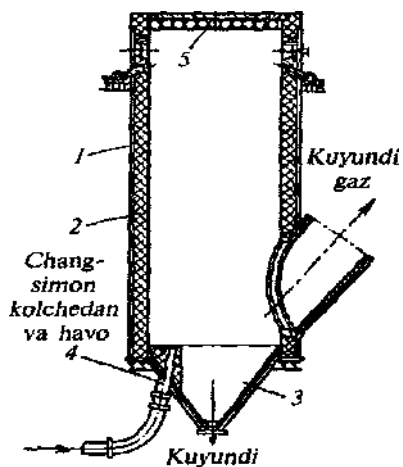
*Shaxta pechlari* yumaloq kesimli baland apparatlar b lib, uning ichi 40 m. balandlikkacha qayta ishlanadigan materiallar va yoqil i bilan t l izilgan b ladi. Gaz oqimi pechning yuqorisidan sekin pastga tushayotgan qattiq material orqali o'tadi. Shaxta pechlariga: domnalar, rangli metallurgiya pechlari, ohak kuydirish pechlari, gazogeneratorlar va boshqalar kiradi.



47- rasm. Mexanik tokchali kuydirish pechi.

1 - no'iat g'ilof- 2 - qoplama(futerovka); 3 - aylana teshiklar; 4 - kuraklar;  
 I P 5 - kuyrak tishlari; 6 - o'q (val); 7 - shesterna uzatgich.

Maydalangan qattiq materialni pastdan yuqoriga ko'tarilayotgan gaz oqimiga qarama-qarshi yo'nalishda ichi bo'sh kamerada chanelatuvchi pech (changlatib kuydirish pechlari) quritish uchun ishlatiladi (48- rasm). Bunday changlatib kuydirish pechlari sulfat kislota ishlab chiqarishda flotatsiyalangan kolchedanni kuydinshda ham ishlatiladi.



48- rasm. Kolchedanni changitib kuydirish pechi.

- 1 - silindirsimon g'ilof;
- 2 - futerovka(qoplama);
- 3 - kuyundi uchun bunker;
- 4 - kolchedan va havo aralashmasini kiritadigan forsunka; 5 — sovutuvchi ekran.

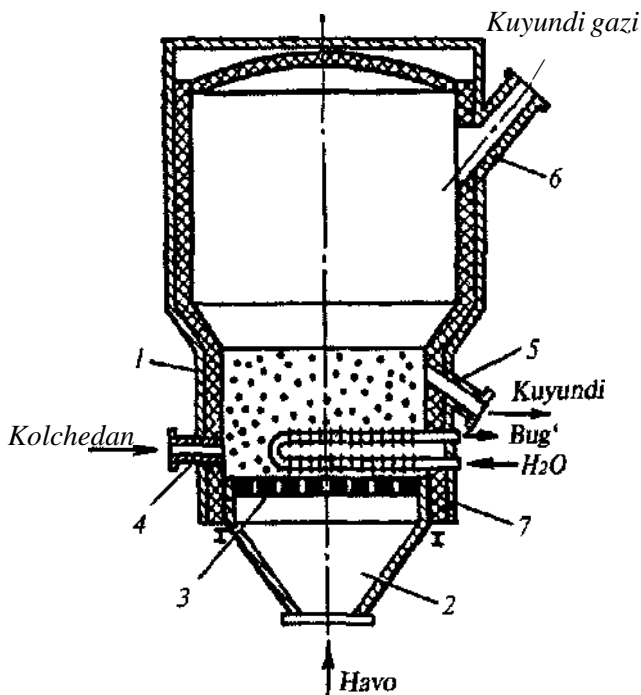
Qaynovchi qavatli p tuzilishi oddiy bo'lishiga qara jarayonning yuqori jadallig" ta'minlaydi. Ular donad materiallarni quritish uchu kolchedanni kuydirish va qat yoqilg'ini yarim kokslash uch hamda katalitik jarayonlar ishlatiladi. Tipik qaynovc (muallaq turuvchi) qavatd kuydirish pechlariga kolched kuydirish pechlari (49- rasm misol bo'ladi. Muallaq turuvc (qaynovchi) qavat hosil bo'lis uchun gazni ostidan maydalangan qattiq material orqali shunday tezlikda o'tkaziladiki, qattiq zarracha biroz yuqoriga uchib ham ketmaydi, ostga ham tushmaydi, go'yo «suzib» yuradi. Gaz oqimi tezligi 3—4 marta oshirilganda ham

pechdan chiqib ketmaydi. Ammo undan oshirilsa, gaz bilan birga uchib chiqib ketadi.

Qaynovchi qavatli pechlarida kuydiriladigan qattiq zarrachalar gaz bilan samarali yuviladi, bunda ikki fazali sistemaning girdobsimon aylanish darajasi juda yuqori bo'lib, diffuzion tormozlanish esa ancha kam bo'ladi.

Issqlik va massa uzatish (o'tkazish) tezligi yuqori, harorat rejimi izotermik bo'ladi. Bu holat esa reaktorda boradigan jarayonlarni boshqarishni osonlashtiradi. Yonish issiqligidan foydalanib, bug' ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Shuning uchun ham qaynovchi qavat maydonida issiq almashtirgichlar o'rnatiladi va u issiq almashtirgichlar gaz muhitidagiga nisbatan issiq uzatish bilan bir necha marta ko'p ta'minlaydi.

Qaynovchi qavatli pechlarning siklon apparati ham bo'lgan qurama tiplarining konstruksiyalari ishlab chiqilgan. Unda gaz bilan



49- rasm Qaynovchi qavatda kuydirish pechi (kolchedan kuydirish pechi).

- 1 - kuydirish bo'Imasi; 2 - bunker; 3 - panjara; 4 - kolchedan kiritish joyi;
- 5 - kuyindi gazlari chiqadigan joy; 6 — kuyindi gazlari chiqadigan joy;
- 7 — sovutkich (bug' qozon bo'Imasi).

uchib chiqqan zarrachalar issiq siklonda ushlab qolinadi va yana qaynovchi qavatga qaytariladi.

Bunday pechlaming kamchiligi, pechdan chiqqan gazlar chang zarrachalari bilan juda yuqori darajada to  $200 \text{ g/m}^3$  gacha ifloslanishidir.

**Barabanli aylanuvchi pechlar.** Po'latdan yasalgan ichi o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan baraban (mashina apparatlarning uzun silindrsimon qismi) g'ildirakchali tayanchga  $3 - 4^\circ$  burchakda qiya qilib gorizont o'rnatiladi. Baraban elektromotor uzatmasiga va pechga o'rnatilgan tishli g'ildirak (shesterna) yordamida bir soniyada  $0,5 - 2$  martagacha tezlik bilan aylanadi (39- rasm).

Baraban aylanganda qattiq material pechning yuqori qismidan pastiga to'kiladi, pech ichida qarama-qarshi oqimda issiq yoqilg'i — gaz harakat qiladi. Bunday pechlar glinazyom va sement klinkeri,

soda, ishqor va boshqalarni ishlab chiqarishda: turli materiall quritish va kuydirish uchun ishlatiladi. Hozirgi zamon sem pechlarining uzunligi 200 m., diametri 5 m. gacha bo'ladi. Bara" *pechlaming konstruksiyasi* va uni ishlatish juda oddiy, universa hamda mahsuldorligi *yuqori* bo'lganligidan keng tarqalgan.

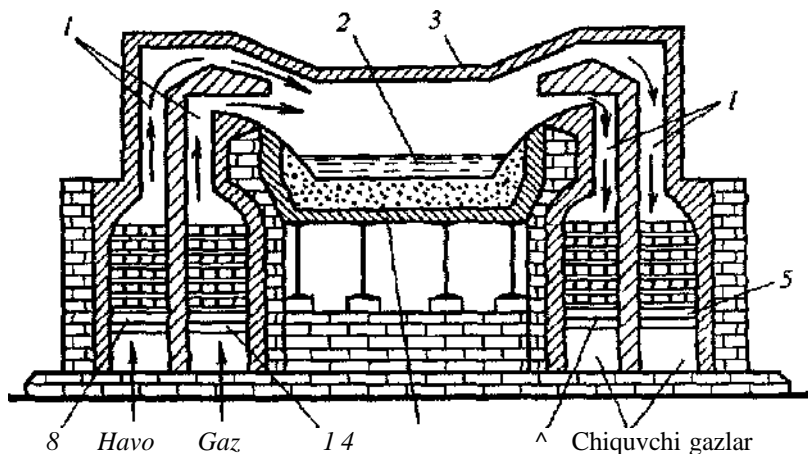
*Tunnel (kcmalli) pech (40- rasm) uzun (200 m. gacha)*, chu kanal bo'lib, ichki devorlari o'tga chidamli g'isht bilan qoplang ichida relslar o'rnatilgan, unda bir-biriga yaqin holda o'rnatilgan ichi kuydiriladigan material ortilgan vagonchalar harakat qila Vagonchalar ham o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan va tash yon tomonlari temir qalqon bilan o'ralgan. Vagonchalar harak qilganda yon qalqon qumga botib (100—150 mm gacha botadi yuradi, natijada pech bo'shlig'ini vagonchalar ostidagi kanal va rels larni ajratib turadi. Shuning uchun ham issiq gaz, vagon ostiga, kanalga kira olmaydi. Bu narsa vagonchalaming ostki qismini va relslardd harorat ta'siridan himoya qiladi.

Vagonchalar harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda issiq gaz yoki havo oqimi harakat qiladi. Pech kanali qizdirish, kuydirish va sovitish zonalariga bo'linadi. Kuydirish zonasida forsunka (yoqilg'ini yoqadigan asbob) yordamida gazzimon, qattiq yoki suyuq yoqilg'ilar yoqiladi. Tunnel pechini boshqarish, uning ishini avtomatlashtirish oson. Pech uzluksiz ishlaydi, mahsuldorligi yuqori (200 t/sutka va undan ortiq). Tunnel pechlari o'tga chidamli materiallar va keramik buyumlarni kuydirishda, slaneslarni yarim kokslashda, yog'ochni quruq haydashda, oltingugurt suyuqlanmasini rudadan ajratib olishda va boshqalarda ishlatiladi.

*Kameralipechiar* har xil shakldagi yopiq kameralar bo'lib, bir-biridan ishlash sharoiti, konstruksiyasi, qizdirish usullari bilan farq qiladi. Bunday pechiar ko'p tonnali ishlab chiqarishlarda, masalan, toshko'mirmi kokslashda, keramik buyumlarni kuydirishda ishlatiladi. Tuzlar ishlab chiqarishda ishlatiladigan kamerali pechlarni mufel yoki retorta deyiladi. Laboratoriya amaliyotida ham *ishlatiladi*.

*Vannali pech\arda* qattiq materiallar suyuqlanadi va suyuq *holatda* termikyoki kimyoviy qayta ishlanadi. Keng tarqalgan qudratli vannali pech tiplariga alangali qaytargichli (issiqlik, nur, to'lqin kabilarni qaytaradi) pechiar kiradi. Masalan, marten pechlari (50- rasm)

II metallurgiyaning qaytargichli pechlari, shisha pishirish pechlari  
 I metallurgiya konvertorlari va tigel pechlari va boshqalar.



50- rasm. Marten pechi.

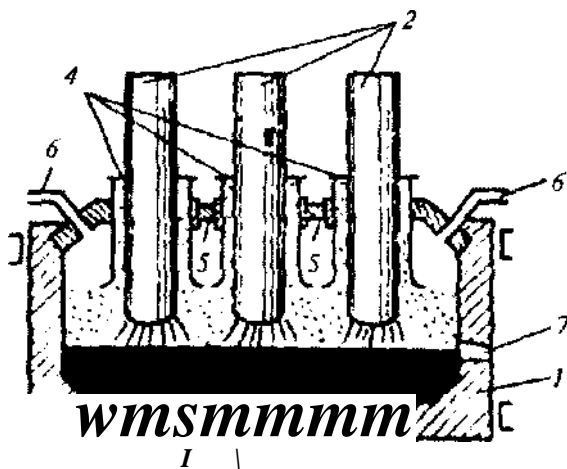
I - yoqish uchun gaz va havo kiradigan hamda yonish mahsulotlari chiqadigan kanallar, 2 - ishchi bo'shliq(suyuq po'lat); 3 - gumbaz; 4 - pechning tagi; 5—8 — regeneratrlar.

*Elektr pechlari* elektroterru k jarayonlarda foydalaniladi. Unda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi va harorat 3000°C gacha ko'tariladi. Elektr pechlari: qarshilik ko'rsatish pechlari, yoy pechlari, quramalashgan (kombinirlangan) va induksion pechlariga bo'linadi.

Qarshilik ko'rsatish pechlarida tok o'tkazgich sifatida katta qarshilik ko'rsatish xossasiga ega bo'lgan kuydiriladigan materiallar (to'g'ridan-to'g'ri qizdirish) yoki maxsus o'tkazgichlar (vositali qizdirish) ishlatiladi va pechlarida elektr toki yordamida hosil qilingan yoy issiqligidan foydalanib qizdiriladi. Yoy elektrodlar va qizdiriladigan materiallar orasida (to'g'ridan-to'g'ri qizdirish) yoki ikki elektrod oralig'ida (vositali qizdirish) hosil qilinadi. Qurama pechlarda har ikkala prinsip ham qo'llaniladi, ya'ni ham yoydan ham material qarshiligidan foydalaniladi.

Induksion pechlarda esa material qizdirilayotgan obyektning (odatda metall) o'zida induksiyalangan tok, ya'ni hosil bo'lgan o'zgaruvchan tok bilan yoki qizdiruvchidan issiqlik uzatish orqali qizdiriladi.

Elektrotermik jarayonlar metallurgiya sanoatida, ligierla po'lat, rangli va *siyrak metallar* ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Elektrotermik pechlarda: po'lat, kalsiy karbidi, *ozon, kremniy, kvars si korund*, fosfor, uglerod sulfidi, asetilin, grafit va boshqalar ishlab chiqariladi. 51- rasmda kalsiy karbid ishlab chiqaruvchi pech kesimi ko'rsatilgan *elektrotermik ishlab chiqarish*larda turii quwa (bir necha yuzdan 50 ming kVt gacha) ega bo'lgan elektr pec<sup>1</sup> qo'llaniladi.



**51- rasm.** Kalsiy, karbid ishlab chiqarish uchun elektr yoy pechi.

- 1 — metal korpus ichi o'tga chidamli g'sht bilan qoplangan;  
 2 — elektrodlar; 3 — pechning ko'mir tubi; 4 — pechga material kiritiladigan teshik; 5 — pechning gumbazi; 6 — gaz chiqadigan quvurlar; 7 — karbid suyuqlanmasini quyub chiqarib olish teshigi.

Elektrotermik ishlab chiqarish ko'p energiya ta'lab qiladi. Masalan, quyida 1 t moddalarni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan energiya miqdori berilgan.

Moddalar	Energiya, kVs s/t.
1. Kalsiy karbidi (80% li)	2700-3200
2. Fosfor	13000-20000
3. Kremniy karbidi	9000-12000
4. Elektrokorund	1900-3200



**Suyuq — qattiq (S — Q) sistemasidagi jarayonlar.** Qattiq va suyuq reagentlar ishtirokida boruvchi jarayonlar ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarishning asosini tashkil etadi. Bunday jarayonlarga suyuqlikda erigan moddalarning qattiq yutgichlarga (absorbentlarga) ahsorbsiyalanishi va desorbsiyalanishi, qattiq moddalarning erishi va kristallanishi, qattiq moddalarning suyuqlanishi va suyuqlanmadan kristallanishi suyuq monometrlarning polimerlanishi, qattiq /arrachalarning suyuqlikda tarqalishi (disperslanishi) va boshqalar kiradi. S—Q sistemada boruvchi ko'pchilik kimyoviy jarayonlar diffuzion sohada boradi. Shuning uchun fazalararo yuzani kengaytirish va fazalami aralastirishring har xil usuUri qo'Uaniladi. Qaynovchi qavatli va harakatsiz qavatli (qattiq donador material qavat) apparatlardan hamda barcha tipdagi mexanik va pnevmatik aralastirgichlardan (31,32- rasmlar) foydalaniladi.

33- rasmda kurakli aralastirgichning sxemasi berilgan. Bu aralastirgich ham fvzik jarayonlarni (eritish va kristallash), ham erish va kristallanish kabilar bilan birgalikda boruvchi kimyoviy jarayonlarni olib borishda hamda yuqori molekular birikmalar ishlab chiqarishda polimerlash uchun qo'Uaniladi.

**Ikki qattiq fazalar (Q-Q), ikki suyuq fazalar (S-S) va ko'p fazaii sistemalarda boruvchi jarayonlar.** Faqat ikki qattiq faza (Q-Q) ishtirokida boruvchi jarayonlarga, qattiq materiallarni kuydirganda ularning suyuqlanib bir-biriga yopishib yaxlitlanib qolish jarayoni misolbo'laoladi.

*Yaxlitlanish* bu kichik, kukunsimon yoki changsimon materiallardan, komponentlarning suyuqlanish haroratiga yaqin haroratda bir-biriga yopishtirish yo'li bilan yirikroq qattiq g'ovak bo'laklarni olishdir. Yaxlitlanish jarayoni pech — reaktorlarda, masalan, aylanuvchi barabanli va tunnel pechlarida boradi.

Ikki suyuq (S-S) faza ishtirokida boruvchi texnologik jarayonlarga ekstraksiyalash, emulsiyalash va deemulsiyalash kiradi.

*Ekstraksiyalash* — bu suyuq aralashmalarni ayrim komponentlarini tanlab eritib olish xossasiga ega bo'lgan erituvchilar bilan ishlov berishga asoslangan usuldir. Ekstraksiyalashni agar rektifikatsiyalab ajratishning iloji bo'lmaganda (masalan, qaynash

haroratlari bir-biriga juda yaqin bo'lsa), yoki azeotrop aralashma qaynatilganda ajralmaydigan aralashma hosil qilsa yo" komponentlarning termik mustahkamligi yetarli darajada bo'lmagan qo'llanilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi. Ekstraksiyalash, ne mahsulotlarini tozalashda, kokslash va yarim kokslashda smala u; suyuqligi hamda oqova suvlaridan fenolni ajratib olishda, anilin suvdan ajratib olishda, kapron ishlab chiqarishda (kaprolaktam erituvchilar bilan ekstraksiyalab olishda), turli organik moddalarni (suyuqliklarni) kislota va ishqorlardan yuvib ajratib olishda, siyrak metallarni suyultirilgan eritmalaridan ajratib olishda, yod va brom ishlab chiqarishda va boshqalarda keng qo'llaniladi.

*Emulsiyalash* — bir suyuqlikning ikkinchi suyuqlikda mayda zarrachalarga bo'linib (tarqalib, disperslanib) ketishidir.

*Deemulsiyalash* — emulsiyalashning teskarisi bo'lib, unda emulsiya dastlabki moddalarga ajralib ketadi. Emulsiyalash ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlarini, dori-darmonlarni, pigmentlarni, rassomchilik bo'yoqlarini hamda qator polimerlarni emulsion polimerizatsiya usulida olishda qo'llaniladi. Diemulsiyalashni sanoatda qo'llanilishiga, neftni ultratovush yoki boshqa usullar yordamida suv bilan hosil qilgan emulsiyasini buzish ya'ni neftni suvsizlantirish misol bo'la oladi.

S—S, geterogen sistemada ba'zi bir organik sintez reaksiyalari, masalan, nitrolash, sulfolash, emulsion polimerlash kabilar boradi.

*Ko'p fazali sistemalar.* Ko'pgina kimyoviy texnologik jarayonlar bir necha fazalar ishtirokida boradi. Tipik ko'p fazali texnologik jarayonlarda cho'yan va po'lat ishlab chiqarish (bunda uchta: qattiq, suyuq va gaz fazalar ishtirok etadi) soda ishlab chiqarishda ammiakli — tuzli eritmani karbonizatsiyalash (bunda gaz va suyuq fazalarning o'zaro ta'sirlashuvidan qattiq faza — natriy gidrokarbonati hosil bo'ladi). Koks gazlarini sovitganda ikki suyuq faza (smola va suv) hosil bo'lishi, suyuq uglevodorodlarni piroliz qilganda gaz va qattiq qoldiqli ikki fazaning hosil bo'lishi va shu kabilar kiradi. Ko'p fazali jarayonlarning tezligi o'zaro ta'sir etuvchi ikki fazaning qay birida reaksiya sust ketsa, o'sha fazalar orasidagi reaksiyalar tezligi asosida aniqlanadi.

## II BOB. KATALITIKJARAYONLAR

Kataliz kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirishning eng samarali va tutorial vositasidir. Kataliz hodisasini birinchi bo'lib, arab alximigi u Musa Jarib 702- yilda sulfat kislota ishtirokida spirtidan efir Ollsh misolida kuzatdi. XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida Ilimyo fanida kataliz hodisasini sistemali o'rganila boshlandi. Kataliz lo/i yunoncha «katalysis» so'zidan olingan bo'lib, «buzish» ma'nosini unglatadi. Katalizator so'zini 1835- yilda Berselius fanga kiritdi.

Katalizator ta'sirida kimyoviy reaksiya tezligining o'zgarishi ortishi luxlisasiga *kataliz deyil\adi*. Katalizatoriarni sanoatda qo'llash kun sayin orlib bormoqda. So'nggi yillarda o'zlashtirilgan yangi ishlab chiqarishlarning 90 % dan ko'prog'ida katalizatorlar qo'llaniladi. Katalitik reaksiyalar kimyo va termodinamikaning umumiy qonuniyatlariga bo'ysunadi, ammo katalizatoriarning ta'siri kimyoviy jarayonlarni amalga oshishini ancha osonlashtiradi. Katalizatorlar reaksiya tezligini minglab, hatto millionlab marta oshiradi reaksiyalarni nisbatan past haroratda borishini ta'minlaydi. Demak, iqtisodiyjihatdan ham foydali. Ko'pgina ishlab chiqarish jarayonlarini katalizator tufayligina amalga oshirish mumkin bo'ldi.

Kataliz muhim anorganik mahsulotlar: vodorod, ammiak, sulfat va nitrat kislotalarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Kataliz, ayniqsa, organik moddalar ishlab chiqarish texnologiyasida keng qo'llaniladi. Masalan, katalizatorlar qo'llash bilan polimerlar, sintezlash uchun yarim mahsulotlar olinadi. Polimerlanish va polikondensatlanish reaksiyalari ham katalizator ishtirokida boradi. Neftni qayta ishlash usullarining ko'pchiligi katalizator qo'llashga asoslangan. Masalan, katalitik kreking, riforming, izomerizatsiya, aromatizatsiya, uglevodorodlami alkilash va boshqalar. Tirik tabiatda amalga oshadigan kataliz prinsiplaridan foydalanish bir qator ishlab chiqarish tarmoqlarini ratsional qayta qurish va oziq-ovqat resurslarini kengaytirish imkonini bergan bo'lar edi.

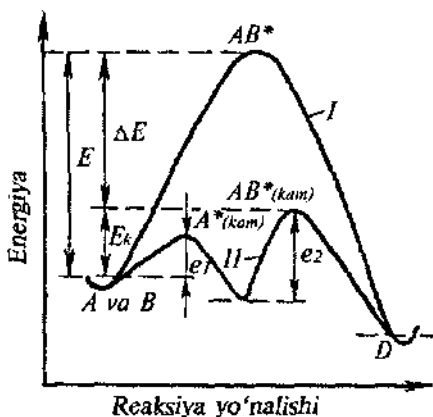
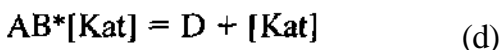
### 1- §. Kataliz turlari va uning mohiyati

Reaksiya tezligini o'zgartiradigan, lekin o'zi reaksiya natijasida kimyoviy jihatdan o'zgarmaydigan moddalar *katalizator* deyiladi. Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar oraliq aktiv kompleks hosil qilish

orqali boradi. Reaksiyaning kinetik xossalari: tezligi, yo'nalishi va unga har xil tashqi sharoitning ta'siri, aktiv kompleksning tarkibi, tuzilishi, xossalari bog'liq bo'ladi.

Katalizatorlar reagentlar bilan ko'p marta kimyoviy ta'sir-i lashib katalizator massasidan minglab, millionlab marta katta massali mahsulot hosil qiladi. Ular reaksiyaning oraliq bosqichlarida ishtirok etib, elementar bosqichlar sonini va xarakterini o'zgartirishi mumkin. Masalan,  $A + B = D + \dots$  biomolekular reaksiya uchun reaksiyon sistemaning energetik manzarasini ko'rib o'taylik. Katalizatorsiz reaksiya  $AV^*$  aktiv kompleks hosil qilish bilan boradi. ]

Katalizatorlar ishtirokida esa reaksiya boshqa yo'l bilan, bir necha j elementar bosqich orqali boradi:



52- rasm. Reaksiyaga kirishuvchi sistemaning katalizatorsiz (I) va katalizator ishtirokida (II) boradigan reaksiya energiyasining o'zgarishi.

52- rasmda reaksiyaga kirishuvchi sistemaning katalizatorsiz va katalizator ishtirokida energiyasining o'zgarishi ko'rsatilgan. Bunda,  $E$  — nokatalitik reaksiyaning aktivlanish energiyasi;  $E_k$  — katalitik reaksiyaning aktivlanish energiyasi  $l_1$  va  $l_2$  oraliq bosqichlarining (a) va (b) aktivlanish energiyasi  $E_k < E$ , bu farq  $\Delta E$  ga teng bo'lib, katalitik reaksiyaning nokatalitik reaksiyaga nisbatan tezlik darajasini aniqlaydi.

Katalizatorning reaksiyani tezlashtirishiga sabab, uning reaksiyagi initsiator kabi ta'sir etib, zanjirli mexanizm bo'yicha borishining ta'minlanishi yoki reaksiyaning borish yo'lini o'zgartirishi

orqali kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasini kamaytirishdadir. Ammo ba'zi bir tip katalitik reaksiyalarda  $E$  ning kamayishi bilan bir qatorda Arrenius tenglamasidagi predeksponensial ko'paytmaning kamayishi ham sodir bo'ladi.

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

Natijada katalitik reaksiyaning tezlik konstantasining ortishi bir muncha sekinlashadi. Katalizator vaqt o'tishi bilan o'z aktivligini kamaytirib boradi va butunlay yo'qotishi, yaroqsiz holga kelishi mumkin.

Katalizatorning aktivligi —  $A$  ayni reaksiyaning tezlashtirish ta'sir o'lchami hisoblanadi. Aktivlik sharoitga bog'liq holda, aktivlanish energiyasi yoki nokatalitik va katalitik reaksiyalar tezliklari orasidagi farq yoki berilgan texnologik rejim parametrlariga asosan asosiy reaksiyadan olingan mahsulot unumi bilan ifodalanadi. Katalizatorning aktivligi —  $A$  ko'pincha katalitik reaksiyaning tezlik konstantasini nokatalitik reaksiya konstantasiga bo'lgan nisbati bilan tavsiflanadi. Bunda har ikkala holda ham reaksiyalarning texnologik rejim parametrlari: reagentlar konsentratsiyasi, harorat, bosim va boshqalari bir xil bo'ladi.

Predeksponensial ko'paytmaning qiymatlari bir xil bo'lganda

$$A = \frac{K_k}{K} = \frac{e^{-\frac{E_k}{RT}}}{e^{-\frac{E}{RT}}} = 1 \frac{\Delta E}{RT} \quad (2.1)$$

Bunda,  $\Delta E$  — nokatalitik va  $E_k$  — katalitik reaksiyaning aktivlanish energiyalari orasidagi farq

$$\Delta E = E - E_k \quad (2.2)$$

Katalizatorning aktivligi ko'pgina omillarga: uning tarkibiga, qattiq katalizator yuzasining xarakteri va kattaligiga, texnologik rejim parametrlariga bog'liq bo'ladi. Sanoat katalizatorlarining tabiati ularning asosiy texnologik tavsifini: aktivligi, yonish harorati selektivligi (tanlab ta'sir etishi) yedirilishga chidamliligi, zaharlanuvchanligi va boshqalarga bog'liq bo'ladi. Ammo katalizatorning eng asosiy tavsifi bu uning aktivligidir. Kimyoviy reaksiyaning harakatlantiruvchi kuchi doimiy

bo'lganda katalizatorning aktivligi (2.1) formula yoki quyid tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$A = u_k - u(l-p > t) \quad (2.3)$$

Bunda,  $u_k$  va  $u$  — katalizator ishtirokida va katalizatorsiz boruvchi kimyoviy reaksiyalarning tezliklari;  $<p_k$  — katalizator egallagan reaksiyoning fazaning ulushi.

Qandaydir kimyoviy reaksiyalarga turli sharoitlarda katalizatorning aktivligini taqqoslash uchun aktivlikni katalitik jarayonning jadali orqali ifodalash ham mumkin.

Bunda,  $G_n$  - ta  $u(r)$  vaqt oralig'ida olingan mahsulot miqdori;  $v$  - katalizator egallagan hajm (to'g'ri qo'yilgan katalizatorning egallagan hajmi), Katalizatorning aktivligi qanchalik katta bo'lsa, jarayonni shunchalik past haroratda olib borish mumkin. Bu holat kattagina iqtisodiy va texnologik ustunlik beradi. Masalan, qaytar ekzotermik reaksiyalarning faktik va muvozanat unumini oshiradi, qo'shimcha mahsulotlar miqdorini kamaytiradi, xomashyoga ega bo'lgan sarf koeffitsientini pasaytiradi, mahsulot sifatini yaxshilaydi. Reaksiyon aralashmaning qattiq katalizator ishtirokida ishlab chiqarishga yetarli tezlikda, jarayonning ketishi uchun zarur bo'lgan minimal energiyasi *yoqish harorati* deyiladi. Amaliy jihatdan olganda past yoqish haroratida boruvchi jarayonlar maqbul hisoblanadi, qaysiki, reaksiyon aralashmaning tarkibi va katalizatorning aktivligiga bog'liq bo'ladi.

Katalizatorlar ma'lum harorat intervalida ishlaydi. Yoqish harorati bu pastki chegara, yuqori chegara katalizatorning termik mustahkamligidan, dastlabki moddalarva reaksiya mahsulotlaridan aniqlanadi. Ko'pchilik katalizatorlar juda kichik ish harorat intervaliga (btr necha o'n gradus) ega. Shuning uchun ham bunday katalizator bilan ishlash alohida katta diqqat, sinchkovlik talab qiladi.

Ba'zi katalizatorlar tanlab ta'sir etish xossasiga ega bo'lib, bir necha termodinamik jihatdan borishi mumkin bo'lgan reaksiyalardan faqat bittasini tezlashtiradi. Bunda katalizator ta'sirida boruvchi reaksiyaning borishi uchun zarur bo'ladigan harorat pasayadi, natijada boshqa jarayonlar ketmaydi.

H) Katalizator ta'sirining selektivligi  $J$  kat. olinishi kerak bo'lgan •ftflhsulotning hosil bo'lish tezligini asosiy dastlabki reagentlarning Hpircha yo'nalishJari bo'yicha mahsulotga aylanishining umumiy Hfe/.ligii bo'lgan nisbati bilan aniqlash mumkin:

$$I_{kat} = \frac{dG_m}{\frac{V_m}{V_{dast}}(1 - d \cdot G_{dast})}$$

Bunda,  $G_m$  — mahsulot miqdori;  $G_{dast}$  — asosiy dastlabki rcagnetlar;  $V_m/V_{dast}$  — asosiy dastlabki moddalardan mahsulot hosil bo'lishida stexiometrik koeffitsientlar nisbatlari.

Katalizator ta'sirining umumiy (integral) selektivligini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin.

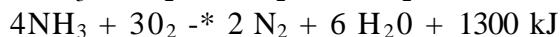
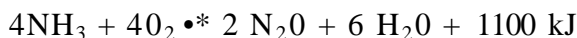
$$I_{kat} = \frac{G_m}{G} = \frac{G_m}{G_m + G_{qo'sh}}$$

Bunda,  $G_m$  — tayyor mahsulotga aylangan asosiy reagent miqdori;  $G_{qo'sh}$  — qo'shimcha reaksiyalarga kirishgan dastlabki reagent miqdori;  $G$  — dastlabki reagentning umumiy miqdori.

Juda kichik ishlab chiqarish jarayonlarida katalizatorning selektivlik ta'siri katta ijobiy rol o'ynaydi. Katalizatorning yuqori darajada tanlab ta'siretish xossasiga nitrat kislotasi ishlab chiqarish ammiakni oksidlash jarayonini misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunda platinali katalizator asosiy reaksiyaning, ya'ni ammiakni NO gacha oksidlash reaksiyasini keskin tezlatadi (reaksiya sekundning undan bir ulushlari ichida tugallanadi).



Qo'shimcha reaksiyalar esa (ammiakning  $\text{N}_2\text{O}$  va  $\text{N}_2$  gacha oksidlanishi) termodinamik qulay sharoit bo'lishiga qaramay tezlashmaydi. Aksincha sekin o'tadi.



Bu holat iqtisodiy jihatdan katta foydalidir. Ayniqsa, juda yuqori darajada tanlab ta'siretish xossasiga va o'ta katta aktivlikka ega bo'lgan

katalizatorlarga tabiiy yuqori molekular katalizatorlar - fermentlari<sup>H</sup> misol qilib ko'rsatish mumkin. Ular faqat bitta moddanigin<sup>M</sup> o'zgartiradi (boshqa moddalarga aylantiradi) va reaksiya bir nech<sup>H</sup> mln. hatto mlrd. marta tezlashadi.<sup>H</sup>

Ba'zi bir kimyoviy jarayonlarda reaksiya mahsulotlari (oraliq yolqj<sup>^</sup> oxirgi mahsulotlar) katalizator bo'lib *xizmat qiladi*. Bunday reak<sup>H</sup> siyalar *avtokatalitik reaksiyalar* deyiladi. Oddiy katalizda vaqt o'tish<sup>H</sup>



53- rasm. Oddiy reaksiya  
(1 - egri chiziq)  
va avtokatalitik reaksiya  
(2 - egri chiziq) paytida vaqt  
o'tishi bilan reaksiya tezligining  
o'zgarishi.

bilan reaksiya tezligi massalar ta'siri<sup>B</sup> qonunini ifodalovchi, so'nib<sup>B</sup> boruvchi egri chiziq bo'yicha boradi<sup>M</sup> (53- rasm). Avtokatalizda esa reaksiya • awal sekin boradi, vaqt o'tgan sayin H reaksiya mahsuloti katalizatorning I ko'payishi bilan reaksiya tezligi ham • ortadi keyinchalik muvozonatiga • yaqinlashgach, tezlik yana sekin- I

[ a s h a d i

Avtokatalitik jarayonlarga zanjirli 1 mexanizmda boruvchi reaksiyalar • kiradi. Unda katalizator sifatida I reaksiya jarayonida hosil bo'ladigan 1 radikallar xizmat qiladi. Zanjirli *reaksiyani* qo'zg'ash (boshlab I yuborish uchun) uchun reaksiyon aralashmaga inisiator qo'shiladi. 1 Initsiator dastlabki modda bilan ta'sir etib, boshlang'ich erkin radikal I hosil qiladi, ya'ni yangi zanjir tug'iladi. Initsiator ham katalizator kabi aktivlanish energiyasini kamaytirish orqali jarayonni tezlash-tiradi, ammo reaksiya jarayonida sarflanib ketadi. Uning katalizatoridan asosiy farqi ham shunda. Avtokatalitik reaksiyalarga ayrim portlovchi moddalarning parchalanish reaksiyalari, yonish va polimerlanish reaksiyalari kiradi.

Barcha katalitik reaksiyalar, reagentlarning katalizator bilan o'zaro ta'sir etish tipiga qarab ikki asosiy sinfga: oksidlanish-qaytarilish (gomologik) o'zaro ta'sir va kislota - asosli (geterolitik) o'zaro ta'sir reaksiyalariga bo'linadi.

Gomolitik yold oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari. Gomolitik yoki oksidlanish-qaytarilish katalizining umumiy elektron mexanizmi, reagent bilan katalizator orasida elektron almashishdan iboratdir.



**esa** o'z navbatida reaksiyaga kirishuvchi molekulalar orasida elektron jahini katalizatorning o'z elektroni hisobiga osonlashtiradi. idlanish-qaytirilish reaksiyalari metall katalizatorlarda (Fe, Ni, Pt, va boshqalar) yoki oraliq metallarning oksidlarida ( $Fe_3O_3$ ,  $Cr_2O_3$ , O, va boshqalar) amalga oshiriladi. Katalizator reaksiyalarda elektron nori yoki elektron akseptori bo'lib xizmat qiladi va o'zining dastlabki Icktron strukturasi tiklaydi. Gomolitik reaksiyalarga: oksidlanish-ylirilish, gidrogenlash, degidrogenlash reaksiyalari kiradi.

**Geterolitik yoki kislota — asosli reaksiyalar.** Geterolitik reaksiya-**liti** kislota va asos katalizatorlar ishtirokida boradi. Katalizator rolini I !,  $SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , NaOH va boshqa kislota, asos va tuzlar O'ynaydi. Katalizator ta'siri bir reagentdan boshqa reagentga ionlarni o'lishini osonlashtirishdan iborat (masalan, ion katalizator  $H^+$ , OH ,  $H_2SO_4$  va boshqalar hisobiga o'rinolish reaksiyalari).

Geterolitik katalizni ko'pincha *ion kataliz deytiadi*. Kislota — asosli reaksiyalarga gidratatsiya, degidratatsiya, gidroliz, polikondensatsiya, polimerizatsiya, alkilash va boshqalar kiradi. Umumiy ta'siriga ko'ra, kringni ham, unda ko'p reaksiyalar kislota — asosli va oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borsa-da geterolitik reaksiyalarga kiritish mumkin.

Kataliz haqidagi nazariyalarga asoslanib, kataliz amalga oshishi uchun reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tuzilishlari bilan katalizatorning tuzilishi orasida ma'lum geometrik uyg'unlik bo'lishi kerak, degan xulosa chiqarildi.

A. A. Balandin taklif etgan multipliet nazariyasiga muvofiq reaksiyaga kirishayotgan moddaning molekulasi katalizator sifatida aktiv markazning bittasi bilangina emas, balki ikkita (dublet) uchta (triplet) va umuman bir necha (multipliet) aktiv markaz bilan tortiladi, ana shu moddaning tuzilishi bilan katalizator sirtining tuzilishi orasida geometrik uyg'unlik bo'lgantaqdirdagina katalitik samara kuzatiladi Masalan, tarkibida benzol yadroJari bo'lgan aromatik uglevodorodlarning degidrogenlanish reaksiyasida katalizatorlik vazifasini faqat geksoanal kristallik panjaraga ega bo'lgan metallargina bajaradi.

N. I. Kobozevning 1939- yilda taklif etgan «Katalitik aktiv (ansambllar)» nazariyasiga ko'ra, reaksiyada katalitik samara yuzaga chiqishi uchun katalizatorning bir necha molekulalari o'zaro yoki tashuvchining bir necha molekulalari bilan albatta amorf mahsulotlari,

ya'ni ansambllar hosil qilishi lozim. Qattiq g'ovak katalizatorlarda barcha katalitik jarayonni besh mustaqil bosqich ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Ularning kechishi shartli ravishda quyidagicha ketma-ketlik qabul qilinadi: 1. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning oqimda katalizator donachalarining tashqi yuzasiga va ichki g'ovaklariga diffuziyalanishi; 2. Katalizator yuzasiga, diffuziyalangan reagentlarining, oraliq, katalizator yuzasi birikmasini (reagent katalizator) hosil qilish bilan aktiv absorbsiyalanishi (xemosorb-siyalanishi); 3. Oraliq birikma, mahsulot — katalizator hosil qilish bilan atomlarning qayta guruhlanishi; 4. Katalizator yuzasidan mahsulotning desorbsiyalanishi; 5. Mahsulotning katalizator yuzasidan avval ichki g'ovaklaridan so'ngra tashqi yuzasidan umumiy oqimga diffuziyalanishi.

Katalitik jarayonning umumiy tezligi eng sekin bosqich bilan belgilanadi. Agar diffuzion davrlaridan biri sekin boruvchi bosqich bo'lib xizmat qilsa, u vaqtda kataliz diffuzion sohada kechadi. Odatda ichki va tashqi diffuzion sohalariga ajratiladi. Agar eng sekin boruvchi bosqich ikkinchi, uchinchi yoki to'rtinchi bosqich bo'lsa, u vaqtda jarayon kinetik sohada boradi. Kinetik sohada boruvchi katalitik jarayonning tezligi, asosiy texnologik parametrlarni (konsentratsiya, harorat, bosim va katalizatorlarning aktivligi) hisobga olgan holda umumiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$u = \frac{dG_m}{d\tau} = K_0 \cdot l \cdot \frac{E}{RT} \cdot \nu \Delta C \cdot P_1^n \quad (2.8)$$

Bunda,  $dG_m/d\tau$  — vaqt birligida tayyor mahsulot miqdorining ortishi;  $K_0$  — Arrenius tenglamasidagi predeksponensial;  $l$  — natural logarifmning asosi;  $E$  — ayni katalizatorlarda aktivlanish energiyasi;  $R$  — gazning universal molar doimiysi;  $T$  — harorat;  $\nu$  — katalizatorning to'kib qo'yilganda egallagan hajmi;  $\Delta C$  — atmosfera bosimida jarayonning harakatlantiruvchi kuchi;  $P_1$  — o'lchamsiz bosim, ya'ni haqiqiy bosimning atmosfera bosimiga bo'lgan nisbati;  $n$  — reaksiya tartibi.

Kinetik sohada jarayonlar, aktivligi past, donachalari kichik, katta g'ovakli katalizatorlarda nisbatan past haroratda, reagentlar oqimi girdobli rejimda kechadi. Bunda kataliz tezligiga haroratni oshirish orqali erishiladi.

Agar katalitik jarayon tashqi diffuzion sohada borsa, u paytda uning tezligi reagentlar va reaksiya mahsulotlarning gazga diffuziyalanish koeffitsienti bilan aniqlanadi. Diffuziya sharoiti doimiy bo'lganda FIK qonuniga ko'ra

$$u = \frac{dG}{d\tau} = -D_c S \frac{dc}{dZ} \quad (2.9)$$

Bunda:  $G$  — komponentning  $\tau$  vaqtda katalizator donachalari yuzasiga perpendikular  $Z$  yo'nalishda ko'chirilgan miqdori;  $c$  — reagentlar oqimiga diffuziyalangan komponentlar konsentratsiyasi;  $S$  — katalizator donachalarining bo'sh yuzasi;  $D_c$  — diffuziyaning samarali koeffitsienti, qaysiki, u molekular va girdobli (yoki konvektiv) diffuziyalarning ikkalasi orqali aniqlanadi.

Tashqi diffuzion sohada jarayonlar, kimyoviy reaksiyaning katta tezligini ta'minlovchi, aktivligi yuqori bo'lgan katalizatorlar yuzasida boradi. Masalan, platina katalizatori yuzasida ammiakning oksidlanishi.

Ichki diffuzion sohada komponentlarning katalizator g'ovaklariga chuqurlikgacha diffuziyalanishi uchun zarur bo'lgan vaqtni quyidagicha topish mumkin.

$$\tau = \frac{l^2}{2D_c} \quad (2.10)$$

$D_c$  — ning kattaligi, g'ovaklarning kattaligini, molekulaning erkin harakati tufayli bosib o'tgan masofasiga ... bo'lgan nisbatlarga bog'liq holda aniqlanadi.  $\lambda < 2r$  bo'lganda,  $D_c$  — molekular diffuziyaning koeffitsientidek  $D_c = D$  aniqlanadi.  $\lambda > 2r$  bo'lganda esa  $D_c = D_k$  Knudsen formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$D_k = \frac{2}{3} r \cdot \sqrt{\frac{8RT}{\pi m}} \quad (2.11)$$

Bunda,  $r$  — g'ovaklarning radiusi;  $m$  — diffuziyalanadigan moddaning molekular massasi.

Agar tezlikni ichki diffuziya belgilasa, u vaqtda jarayonni tezlashtirish uchun katalizator tayyorlanganda uni o'lchamini kichikroq qilishga va g'ovakligini ko'paytirishga intiladi.

Ammo o'lchami kichraytirilganda katalizatorning haraka qatlamining gidrovlik qarshiligi keskin ortadi. Jumladan, shunga holda gazni katalizator Man aralashtirish uchun energiya sarfi h ortadi. Shuning uchun ham harakat qilmay turuvchi katalizat reaktorlarda, 4—8 mm. li kattalikdagi yirik donali *kataliza* qo'llaniladi. Natijada katalizjarayoni ichki dffuzion sohada boradi.

Kataliz mexanizmini tushuntirib berish uchun ancha ishl qilinganligiga qaramay, katalitik aktning tabiati hali to'liq aniqlaj emas. Shuning uchun ham katalizator tanlash tajriba yo'li bil amalga oshiriladi. Shunga qaramay moddaning katalitik xossasi uni ion tuziJishiga, kataliz jarayoni esa elektron yoki ion berish yoxu olishga bog'liq bo'ladi, deyish mumkin.

***Kimyoviy texnologik jarayonlarni takomillashtirishning istiqbolli usullari.*** Kimyoviy texnologik jarayonlarni yangi shakllanish, ya'ni vujudga kelish bosqichda bo'lgan yangi usul va usullarni tatbiq etish yo'li bilangina takomillashtirish va jadallashtirish mumkin. Bunday usullarga fotokimyoviy, radiatsion-kimyoviy, biokimyoviy, plazmokimyoviy jarayonlar va ultratovushdan foydalanish kabilar kiradi. Radiatsion-kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar, kimyoviy reaksiyalarni qo'zg'ash, ya'ni aktivlash va tezlatish mexanizmlari bo'yicha odatdagi katalitik jarayonlarga o'xshaydi.

*Radiatsion-kimyoviy jarayonlar* yuqori quvatli katta energiyani ionlovchi nurlanishi (nur sochish yoki nur chiqarish) ta'sirida boradi, Bunda qo'zg'ovchi, ya'ni jarayonni tezlatuvchisi, etektromagnit nurlanish (rentgen va  $\gamma$  —nurlanish) va katta energiya-ning zaryadlangan zarrachalaridir (tezlashgan elektronlar  $a$  va  $\beta$  zarrachalar, protonlar va boshqalar). Reaksiyaga kirishuvchi sistemaga ionlovchi nurlanishning ta'sir mexanizmi bu reaksiyaga kirishuvchi moddalarga energiya o'tkazishdan iboratdir. Bunda awal zaryadlangan zarrachalarning reagentlar molekulalari bilan to'qnashuvi natija-sida beqaror aktivmoiekula hosil bo'ladi, so'ngra u molekula atomlarga parchalanadi yoki qo'zg'almagan molekula bilan reaksiyaga kirishib ionlar yoki erkin radikallar hosil qiladi. Erkin radikallar ham ionlar

in o'zaro bir-biri bilan yoki hali mahsulotga aylanmagan olkulalar bilan birikib reaksiyaning oxirgi tayyor mahsuloti hosil <sup>1</sup>ladi.

Radiatsion-kimyoviy jarayonlar juda katta tezlikda boradi, chunki Ularda aktivlanish energiyasi aktivlanmagan molekulalarning rcaksiyalariga qaraganda, keskin kamayadi. Radiatsion-kimyoviy rcaksiyalarda energetik g'ov unchalik katta emas (20 — 40 kJ/mol nrofida). Shu sababli ko'pgina radiatsion-kimyoviy jarayonlar nisbatan past haroratda olib boriladi. Radiatsion-kimyoviy jarayonlarni tadqiq qilish, ishlab chiqish va ularni ishlab chiqarishga tatbiq etish yangi radiatsion-kimyoviy texnologiya ishtirokida amalga osVuriladi. Ishlab chiqarishga tatbiq etilgan radiatsion-kimyoviy jarayonlarga awalo galogenlash, sulfolash, qo'shbog'ga birikish va boshqa reaksiyalar kiradi.

Radiatsion usul yuqori molekular birikmalar texnologiyasida polemerlash jarayonlarida hamda makromolekulalarni «tikish» yo'li bilan polimerlarni «termik» barqaroriigi va mexanik mustahkamligini oshirishda qo'llaniladi. Kauchukni radiatsion vulqonlash jarayoni, polimer materalilaridan buyumlar: plynka (yupqa parda), quvurlar, kabel izolyatsiyalar va boshqalarni tayyorlash ishlab chiqarishga tatbiq etilgan.

*Biokimyoviy jarayonlar* kimyoviy texnologiya uchim juda istiqbollidir. Ular juda aktiv tabiiy katalizatorlar — fermentlar va garmonlar hamda ushbu katalizatorni saqllovchi mikroorganizmlar ta'sirida tirik organizmlarda atmosferia sharoitida (harorat va bosimni oshirmay) boradi. Biokimyoviy jarayonlarning sanoatda imkoniyatlari cheksiz, ammo hali ular to'liq o'rganilgan emas. Yaqinda fanning yangi bir tarmog'i texnik mikrobiologiya (biotexnologiya) paydo bo'ldi, u xilma -xil kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishning biokimyoviy usullarini o'rganadi.

Antibiotiklar, vitaminlar, garmonlarni mikrobiologik sintezi amaliyotiga tatbiq etilgan. Texnik mikrobiologiyaning istiqbolida atmosfera azotini fiksatsiyalash (biriktirib oiish), oqsil va yog' sintezi, oltingugurtni  $SO_2$  va  $SO_3$  gacha oksidlash va aksincha oltingugurtni

uning birikmalaridan qaytirib olish, rudalardan metallarni mikrobiologik usulda ajratib olish kabilar bor. Ayniqsa, oziq-ovqat mahsulotlarini, jumladan, oqsilni mikrobiologik sintez usulida o<sup>11</sup> benihoyat katta ahamiyatga egadir.

Ma'lumki, butun dunyoda oqsil mahsulotlari tanqisligi sezmoqda. Bu muammoni yechish yo'llaridan bir mikrobiologik usul oqsil moddalarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishdir.

Bir qator biokimyoviy jarayonlar, anchadan buyon sanoat oqsil, oziq turushlari, turli xil achitishlar yordamida spirtla kislotalar olishda, oqova suvlarini biologik usulda tozalash kabilar qo'llanilib kelinmoqda. Tirik organizmlarda amalga oshadigan katali prinsiplarini modellash, qator ishlab chiqarish tarmoqlarini qayta qurish, oziq-ovqat resurslarini kengaytirish imkonini beradi.

# UCHINCHI QISM

## MUHIM KIMYOVIY ISHIAB CHIQRISHLAR

We.

=

### / BOB. OLTINGUGURT ISHIAB CHIQRISH

#### 1- §. Oltिंगugurtning xossalari, tarqalishi, ishlatilishi va olinishi

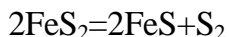
**Xossalari va tarqalishi.** Oltिंगugurt tabiatda keng tarqalgan. U Yer qobig'i massasining 0,5 % ini tashkil etadi. Dengiz va okean suvlarida 1200—10 mln. t. oltिंगugurt, birikmalar shaklida suvda erigan holda bo'ladi. Oltिंगugurt sariq rangli kristall mo'rt modda. Suvda deyarli erimaydi, ammo ba'zi organik erituvchilarda eriydi. 444,6 °C da qaynaydi. Zichligi = 2,07 g/sm<sup>3</sup>. U kristall holda ikki xil - a va p allotropik shakl o'zgarishga ega, oltिंगugurt tabiatda erkin holda (tug'ma oltिंगugurt) hamda birikmalar shaklida uchraydi. Oltिंगugurtning yirik konlari AQSh, Italiya, Kanada, Yaponiya, Ukraina, Rossiyadajoylashgan. O'zbekistonda Farg'ona va Muborakda oltिंगugurt konlari mavjud.

**Ishlatilishi.** Oltिंगugurt xalq xo'jaligining turli sohalarida ishlatiladi. Dunyoda ishlab chiqariladigan oltिंगugurtning 50 % ga yaqini sulfat kislotasi olish uchun, 25 % ga yaqini kalsiy bisulfid olish uchun (oltिंगugurt yoqiladi, olingan SO<sub>2</sub> gazi ohak bilan ta'sir ettirilib Ca(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ga aylantiriladi. Qaysiki, u yog'ochdan sulfid usulida selluloza ishlab chiqarishda ishlatiladi), qolgan qismi oltिंगugurtli bo'yoqlar, uglerod (IV)- sulfid, gugurt ishlab chiqarishda, kauchukni vulqonlashda, qishloq xo'jaligida fungitsid sifatida, tibbiyotda va boshqa sohalarda ishlatiladi.

**Olinish usullari.** Oltिंगugurt eramizdan ilgari II asrlardan boshlab vulqon jinsi (vulqon otilishi natijasida paydo bo'lgan jins) sifatida ma'lum bo'lgan. U birikmalar — sulfidlar, sulfatlar shaklida minerallar holida uchraydi. Tabiiy ko'mir, neft va oqsil moddalari tarkibida (ayniqsa, soch, par, jun kreatinida ko'p bo'ladi) uchraydi.

/ ' 1 ug'ma oltingugurt tarkibida *uning* miqdori 30 % dan oshma Shuning uchun u boyitiJadi. Ruda maydalanadi va kerosin b' flotatsiyalanadi. Olingan *konsentrat* (80 % S saq/aydi) 6 atm. bos' suv bug'i bilan avtoklavda ishlov berilib, oltingugurt suyuqlant' (oltingugurtning suyuqlanish *harorati* 112,8°C) ajratib olina Shunday yo'l bilan 98,6—99,3 %li sof oltingugurt olinadi. Oltingu to'g'ridan-to'g'ri yer ostiga 170°C gacha qizigan bug\* yuborish orq ham suyuqlantirib olinadi.

Oltingugurt mis rudalariga (mis rudasi asosan pint — FeS<sub>2</sub> d va kamroq xalkopirit — CuFeS<sub>2</sub>dan iborat) koks qo'shib qizdiris orqali olinadi. Bunda, pint *qizdirilganda* parchalanadi:



FeS ning oksidlanishidan *hosil* bo'lgan SO<sub>2</sub> gazi esa koks bilan qaytarilib oltingugurt hosil qiladi.

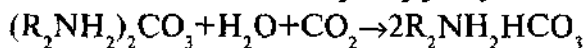
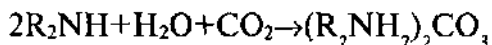
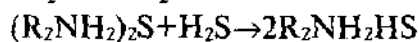
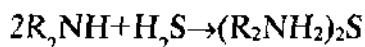
Oltingugurt yana H<sub>2</sub>S ni chala oksidlash yo'li bilan ham olinadi. Bu usulda oltingugurt olish Fransiya, Rossiya va O'zbekistonda keng tarqalgan.

## **2- §. Vodorod sulfiddan oltingugurt ishlab chiqarish**

Ayrim gaz konlaridan chiqadigan tabiiy gaz tarkibida ma'lum miqdorda (Orenburg, Astraxan gazlarida 6—29 % gacha, Muborak gazlarida 5 % gacha H<sub>2</sub>S boladi) vodorod sulfid gazi bo'ladi. Vodorod sulfid zaharli bo'lgani uchun bunday gazlardan foydatamb bo'lmaydi. *Tabiiy gaz* tarkibidan H<sub>2</sub>S ni ajratib olinsa, so'ngra tozalangan gazdan foydalanish mumkin. Tabiiy vodorod sulfidli gazlarni H<sub>2</sub>S dan gaz oltingugurti olish texnologiyasi ancha takomillashgan bo'lib, shu usulga asoslangan yirik gaz oltingugurti zavodi Muborak shahrida 1974- yilda qurilib ishga tushirildi. Bu zavod yiliga 500 ming t. oltin-gugurt ishlab chiqarmoqda. Vodorod sulfidli tabiiy gazlar maxsus qurilmalar yordamida mono- va dietanolamin bilan absorbsiyalab tozalanadi.

Gaz adsorbent eritmasi (18,25 % li) bilan to'qnashganda quyidagi kimyoviy reaksiyalar ketadi:

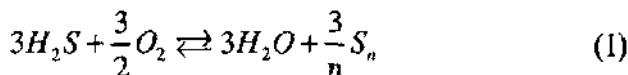




Bunda, R,  $-OH-CH_2-CH_2-$  — guruhidir.

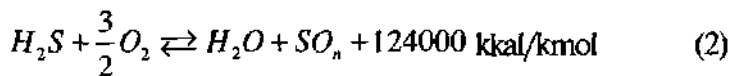
Absorbsiyalangan gazlar  $120-125^\circ C$  haroratda to'liq desorb-siyalab ajratib olinadi. Olingan  $H_2S$  dan oltingugurt ajratib olinadi. Vodorod sulfiddan oltingugurt olish jarayoni,  $H_2S$  ni havo kislorodi bilan chala oksidlashga Klaus usuliga asoslangan bo'lib, ikki bosqichdan termik va katalitik bosqichlardan iboratdir.

Termik bosqichdan  $H_2S$  yuqori haroratda yoqiladi, kattaliktik bosqichda esa  $H_2S$  chala oksidlanadi, bu reaksiyani umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:

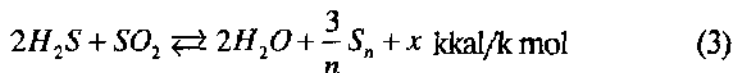


Bunda, n — oltingugurt atomlari soni, u reaksiya haroratiga bog'liq (2 tadan 8 tagacha). Bu reaksiya (1) ikki bosqichda boradi.

Birinchi bosqichda reaksiya pechiga kelgan  $H_2S$  ning uchdan bir qismi  $SO_2$  gacha oksidlanishiga etadigan miqdorda havo bilan aralashtirib yoqiladi:



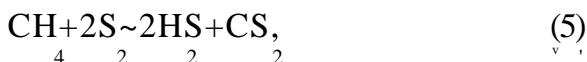
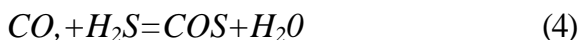
Bir vaqtning o'zida oksidlanmay qolgan uchdan ikki qismi  $H_2S$  (2) reaksiyada hosil bo'lgan  $SO_2$  bilan birikib oltingugurtga aylanadi:



Bunda, Xn-ning soniga qarab 11,25 dan 35 ning kkal/kmolgacha bo'ladi. Bu (3) reaksiyada S ning konversiyasi 55 % ga yaqin bo'ladi.

Ikkinchi bosqichda yuqoridagi reaksiyalar natijasida olingan g; aralashmasi kondensatorlarda sovutilib S kondensatlanib ajratib olinadi. Qolgan gazlar qizdiriladi va ikkinchi katalitik bosqich bo'yicha (reaksiya davom ettiriyadi. Hosil bo'lgan S kondensatorlarda ajrati olinadi. H<sub>2</sub>S ning konversiyasi 92 % gacha boradi. Qolgan qis ~ yoqilib, tutun chiqarish mo'rilari orqali atmosferaga chiqariladi.

Nordon gazlar tarkibida H<sub>2</sub>S dan tashqari qo'shimcha sifatida SO<sub>2</sub> uglevodorodlar bo'ladi. Bu qo'shimchalar yoqish bo'lmasida quyidagi reaksiya bo'yicha mahsulotlar hosil qiladi:



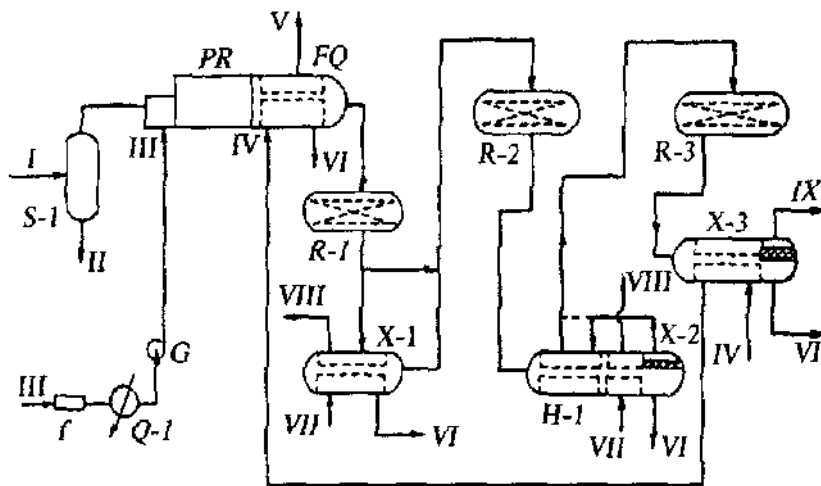
Hosil bo'lgan uglerod sulfoksid va uglerod sulfidlar gidrolizga uchraydi.



Bu reaksiyalar natijasida *hosil* bo'lgan H<sub>2</sub>S (3) reaksiya bo'yicha oltingugurtga aylantirilishi mumkin.

Oltinugurt ishlab chiqarishning Klaus qurilmasining texnologik sxemasi 54- rasmda berilgan. Klaus qurilmasi ikki xil; termik va katalitik bosqichlardan iborat. Katalizator sifatida boksitlardan foydalaniladi. Tabiiy boksit asosan aluminiy gidroksidi va temir oksidlaridan iborat. Uning tarkibida SO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> va boshqalar ham bo'ladi. Hozirgi kunda boksit o'rniga aktivlangan aluminiy oksidi (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) keng qo'llanmoqda. Termik bosqichda gaz yoqish bo'limiga borishdan oldin suyuqlik tomchilardan ajratib tozalash uchun kiritish separatori C -1 orqali o'tkaziladi. Nordon gazlardagi (H<sub>2</sub>S: CO<sub>2</sub>) vodorod sulfidning konsentratsiyasini nazorat qilish uchun gaz separatoridan C -1 chiqayotgan joyda oqimli gazoanalizator o'rnatiladi.

H Nordon gazlarning yonishini ta'minlash uchun yoqish bo'limiga •RRKOS yordamida bosim bilan havo yuboriladi. Havo filtr va qizdirgich pOrqali o'tadi. Havoni qizdirishdan maqsad H<sub>2</sub>S ningg'ayri ixtiyoriy •yonib ketishini harnda gaz quvurlarini korroziyalanishini oldini I olishdir, chunki H<sub>2</sub>S yonganda SO<sub>3</sub> hosil bo'lishi ham mumkin va u J duv bug'lari ishtirokida past haroratda sulfat kislotasiga aylanadi.



54- rasm. Mubarak gazni qayta ishlash zavodining (GQIZ) oltingugurt ishlab chiqarish qurilmasining sxemasi.

S-1 — kiritish separatori; PR — pech-reaktor; FQ — foydalanish qozoni; R-1, R-2, R-3 — reaktorlar; X-1, X-2, X-3 — kondensatorlar; /— issiqlik almashtirgich; Q-1 — qizdirgich; f — filtr; G — gazpurkagich; I — nordon gaz; II — suyuqlik tomchilari; III — havo; IV — yuqori bosimli havo; V — yuqori bosimli suv bug'lari; VI — gaz oltingugurti; VII — past bosimli suv; VIII — past bosimli suv bug'i; IX — chiqib ketuvchi gazlar.

Havoning sarflanishini foydalanish qozonidan chiqayotganda nordon gazlar miqdori (H<sub>2</sub>S:CO<sub>2</sub>)ning nisbatiga bog'liq holda to'g'rilab turiladi. Gazlar pech-reaktordan o'tgach, yonish mahsulotlari foydalanish qozonning quvurlari majmuilaridan o'tib 500° C gacha soviydi. Bunda S bug'lari qisman kondensatlanadi. Olingan S maxsus eshikcha orqali apparatdan chiqarib olinadi.

Foydalanish qozonidan esa yuqori bosimli bug' ( $p = 2,1$  MP olinadi. Foydalanish qozonidan chiqqan yonish mahsulotlari katali' reaktor — konvertorga  $R — 1$  o'tadi, u yerda COS, CS<sub>2</sub> " gidrolizga uchraydi.

Konvertorda boradigan reaksiya ekzotermik bo'lganidan kataliza yuzasida harorat taxminan 30—60°C gacha ko'tariladi. Bu holat ning suyuq cho'kmasini hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi, aks holda katalizator yuzasiga tushib uning aktivligini kamaytirgan bo'lardi. Konvertordagi bunday harorat qo'shimcha reaksiya mahsulotlarini (sos va cs<sub>2</sub>) parchalanishini ham ta'minlaydi.

Gazning asosiy qismi (90 % ga yaqini) reaktordan chiqib sovitish uchun kondensatorning  $x — 1$  quvurlari oralig'iga o'tadi, so'ngra reaktorga  $p — 2$  boradi. Kondensatorda  $x — 1$  suv bug'lanishi natijasida issiqlik olinib turiladi va bunda past bosimli ( $p = 0,4$  MPa) bug\* olinadi. Gazlarning  $Y — 1$  da sovidan oltingugurt kondensatlanadi. Suyuq oltingugurt maxsus eshikchadan chiqarib olinadi va gazsizlantirish bo'limiga yuboriladi.

Gazni bir qismi (10 % ga yaqini) kondensatorga  $x — 1$  ga kirmasdan shu kondensatordan chiqqan ancha sovuq gaz bilan qo'shiladi. Aralashmaning harorati reaktorga  $R — 1$  kirishdan oldin 225°C atrofida bo'ladi.

Reaktorlarda  $R — 1$ ,  $R — 2$ ,  $R — 3$  haroratni to'g'rilash uchun (ishga tushirish davrida va oltingugurt yonib ketganda) ularga past bosimli bug' va azot yuborish mo'ljallangan. Apparatlar normal ishlanganda gazlar harorati  $x — 2$  dan chiqqanda 191°C va  $R — 1$  dan chiqqanda gazlar harorati 312°C bo'ladi.  $x — 2$  apparatida issiqlik uning quvurlari oralig'ida suvning bug'lanib past bosimli bug' hosil bo'lishi hisobga olinib turiladi. Gazlar reaktordan  $x — 2$  ga, undan  $R — 3$  va nihoyat  $R — 3$  dan chiqgach, sovitish uchun  $x — 3$  kondensatoriga boradi, u yerdan 130°C harorat bilan chiqib tozalashga yuboriladi.

Chiqib ketuvchi gazlarda H<sub>2</sub>S, va SO<sub>2</sub> ning konsentratsiyasini nazorat qilish uchun  $x — 3$  dan chiqish joyida gazoanalizatorlar o'rnatiladi. Chiqib ketuvchi gazlar bilan suyuq oltingugurtning olib

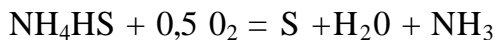
Illshini oldini olish uchun uning yo'liga koagulyator qo'yiladi. ugulyatorda oltingugurtning qotib qolishini oldini olish uchun a vaqt-vaqti bilan suv bug'i yuborib turiladi.

Kondensatorlardan chiqarib olinadigan oltingugurt oqimi tarkibida 0,02 0,03 % (massa bo'yicha) vodorod sulfidi saqlaydi. Oltingugurt gl/,si/lantirilgandan so'ng H<sub>2</sub>S ning konsentratsiyasi unda 0,0001% gttcha kamayadi.

Oltingugurtni gazzsizlantirish (uning tarkibidagi erigan gazlarni chiqarib yuborish) maxsus blokda oltingugurtli ustiyopiq chuqurda (x;indaqda) amalga oshiriladi. Buning uchun oltingugurtli chuqurda suyuq oltingugurti sachratuvchi ikkita nasos o'rnatilgan bo'lib, nasos oltingugurti purkab sachratadi. Natijada H<sub>2</sub>S oson ajralib chiqadi va chuqurning tepasidan maxsus gaz chiquvchi quvur orqali mo'rilarga borib atmosferaga chiqib ketadi.

Klaus usulida oltingugurt ishlab chiqarilganda 8% gacha H<sub>2</sub>S konversiyaga uchramay qoladi. Uni 20% li dietanolamin eritmasi orqali o'tkazib, qisman ushlab kalinadi, qolgan qismi murilarda yokib atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bu esa atmosfera havosini bir muncha ifloslanishiga olib keladi.

Keyingi yillarda atmosferaga chiqarib yuyuoriladigan gazlar tarkibidagi H<sub>2</sub>S ni ushlab qolishning samarali usullari kashf qilingan. Masalan, AQShda ishlab chiqarilgan «sulfoks-jarayon» usulini olaylik. Bu usulda H<sub>2</sub>S, aylanib (sirkulyatsiyalanib) turuvchi ammiak eritmasi bilan ushlab qolinadi, hosil bo'lgan ammoniy gidrosulfidi qizdirilib, havo bilan aralastirilib sulfidlarni oltingugurtga aylantiruvchi katalizator orqali o'tkazib turiladi.



Bu usul gazlar tarkibidagi H<sub>2</sub>S miqdorini 100 dan to 0,1 mg/m<sup>3</sup> gacha kamaytiradi hamda chiqindi gazdan oltingugurt olish imkonini beradi. Bu usul Klaus usulidan nisbatan iqtisodiy jihatdan 1,5 marta foydali hisoblanadi. «Sulfoks — jarayon» usulini gazdan oltingugurt ishlab chiqarish zavodlarida qo'llash ham iqtisodiy ham ekologik jihatdan foydali hisoblanadi.

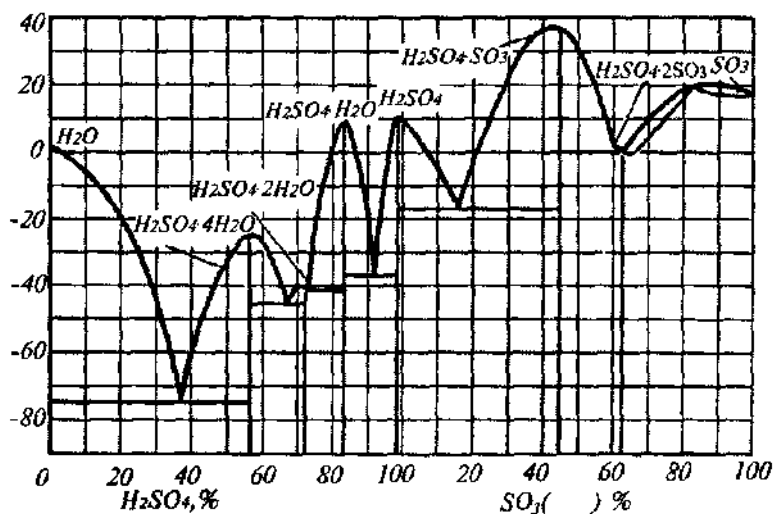
## II BOB. SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH

### 1- §. Xossalari, ishlab chiqarish usullari va ishlatilishi

**Xossalari.** Kimyoviy toza sulfat kislota (monogidrat) og'ir moysimon, rangsiz, hidsiz, suyuqlik bo'lib 96% li (massa bo'yicha) zichligi  $1,84 \text{ g/sm}^3$ ,  $104,6^\circ \text{C}$  da qotadi, muzlaydi va  $338,8^\circ \text{C}$  da qaynaydi. Suv bilan cheksiz miqdorda aralashadi, bunda ko'p issiqlik ajralib chiqadi.

Suvda eriganda 3 xil gidratlar hosil qiladi. ( $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )  $\text{SO}_3$  ham sulfat kislota ning monogidratida n molekula erib, eritma-oleum hosil qiladi. Oleum havoda tutaydi, chunki undan  $\text{SO}_3$  desorbsiyalanib turadi.

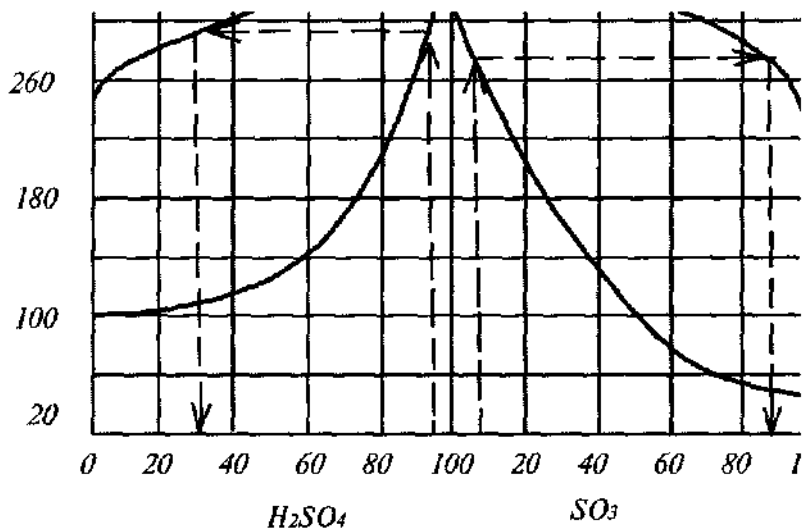
Sulfat kislota ning monogidrati olti xil konsentratsiyali gidratlar hosil qila oladi. Ular individual kimyoviy birikmalar bo'lib, qattiq holatlarda bir-birida erimaydi, balki evtetik aralashma hosil qiladi. Ularda  $\text{SO}_3$  ning massa ulushi 0 %dan 64,35 % gacha bo'ladi. 64,35 % dan 100 % gacha  $\text{SO}_3$  saqlasa bunday konsentratsiyali oleum, muzlaganda qattiq eritma hosil qiladi. (55- rasm).



55- rasm.  $\text{H}_2\text{O}-\text{SO}_3$  sistemasining qaynash diagrammasi.

Shtining uchun ham qish paytida  $\text{SO}_3$  ning konsentratsiyasiga bog'liq konsentratsiyali kislotada ishlab chiqarish mumkin etmas, chunki uning kritmadan kristall cho'kishi va kislotada quvurlarini, omborlarni, nasoslarini, isitiladigan apparatlarni to'ldirib, to'sib qolishi mumkin. Ishlab chiqariladigan barcha kislotalar turlari evtektik aralashmaga yaqin bo'ladi. Sulfat kislotasining quyidagi turlari sanoatda ishlab chiqariladi: kuperos moyi va akkurmiyator kislotasi 92—93 % li, kuperos moyi — 20,65 % li, minorali kislotada 75 % li.

93 % li sulfat kislotada azeotrop aralashma bo'lib, uning qaynash nuqtasining bug'larning kondensatsiyalanish haroratlari bir xildir, ya'ni 260°C (56- rasmda suyultirilgan sulfat kislotasining va suvsiz  $\text{SO}_3$  ning sulfat kislotada qaynash diagrammasi berilgan). Bu diagrammadan ko'rinib turibdiki, 93 % li sulfat kislotada qaynash nuqtasi (VI) oksidini absorbsiyalashda — sulfat kislotaga uylantirishda suyultirilgan sulfat kislotada eritmasini qizdirib konsentratsiyasini oshirishda foydalaniladi. Diagrammadan ko'rinib turibdiki, 85 % dan suyuq sulfat kislotada 200°C gacha qizdirilganda deyarli suv bug'lanadi, bug' tarkibida kislotada deyarli bo'lmaydi. 93 % li kislotada qizdirilganda esa bug' tarkibi suyuqlik tarkibidan farq qilmaydi. Shu sababli kislotada konsentratsiyasini qizdirish yo'li bilan oshirganda 92 % li bo'lguncha oshiriladi.



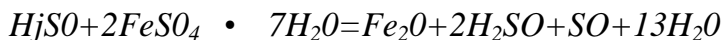
56- rasm. Atmosfera bosimida  $\text{H}_2\text{O}-\text{SO}_3$  sistemasining qaynash diagrammasi.

Harorat yana ham oshirib borilsa, sulfat kislotasi bug'lari SO<sub>2</sub> ga, so'ngra esa SO<sub>3</sub> to SO<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> gacha dissotsiyanlanadi. 4" dan yuqori haroratda bug' tarkibida SO<sub>3</sub> ning miqdori ko'p bo'lib 700°C va esa SO<sub>2</sub> ning miqdori ko'payadi. 900°C dan yuqorida to'liq SO<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> ga ajraladi. Bosim pasaysa yoki qaytaruvchilar ta'sir masalan, S ta'sirida dissotsiatsiyalanish darajasi ham ortadi.

Konsentriangan sulfat kislotasi kuchli oksidlovchi hamdir. U metallar bilan ta'siri konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Konsentriangan kislotasi oltin va platinadan boshqa barcha metallar bilan reaksiya kirishadi, bunda vodorod ajralib chiqmaydi, balki sulfat kislotani qaytarilish mahsulotlari (SO<sub>2</sub>, S, H<sub>2</sub>S) tuz va suv hosil bo'ladi.

U suv bilan gidratlar hosil qilish xossasiga ega bo'lgan gidrat suvni shiddatli tortib oladigan kuchli gigroskopik moddadir. U hatt boshqa kislotalardan, tuzlarni kristallogidratlaridan, hatto uglevodorodlarning kislorodli hosilalaridan (unda vodorod va kislorod suv shaklida bo'lmasa ham) suvni tortib oladi. O'simlik va hayvonot to'qimalari kraxmal, qand va sellyuloza kabi moddalarni yemiradi. Ulardan suvni tortib olgach, qorayib uglerod qoladi. Suyuq kislotada esa sellyuloza va kraxmal glyukoza hosil qilib parchalanadi. Odam terisiga konsentriangan kislotasi tegsa kuydiradi.

**Ishlab chiqarish usullari.** Sulfat kislotasi XVIII asrdan boshlab olinib kelinmoqda. U temir kuporosini yoki achchiqtoshni qattiq qizdirish natijasida olingan. Hosil bo'lgan



og'ir moysimon suyuqlik sulfat kislotasi kuporos moyi deb atalgan.

XVIII asrda kimyogariar oltingugurt va selitra aralashmasini yoqib, sulfat kislotasi olish mumkinligini aniqlaganlar. Shu usulda 300 yildan ko'proq vaqt mobaynida sulfat kislotasi oz miqdorda shisha qolbalar va retortalarda faqat laboratoriyalardagina olingan. XVIII asr o'rtalarida sulfat kislotasi *chidamli material* - qo'rg'oshin topilgach sulfat kislotasi qo'rg'oshin idishlar - kameralarda sanoat miqyosida olinib boshlangan. Bunday usul *kamerali usul* deb ataldi. Bu kameralarda oltingugurt va selitra aralashmasi yoqilgan. Bunda hosil bo'lgan sulfat angidrid kameralarda qo'yilgan suv yoki kislotasi eritmasida yutiladi. Keyinchalik selitra o'rniga nitrat kislotasi, kameralar o'rniga esa minoralardan (XX asrning boshlarida) foydalanilmoqda. Shuning uchun ham kamerali usulni nitrozali yoki minorali usul deb ataladi.



Iltro/ali usulda katalizator rolini azot oksidlari o'ynaydi. Suyuq nasadkali minoralarda oksidlanadi.

[IX asrning boshlarida  $\text{SO}_2$  ni platina katalizatori ishtirokida  $\text{SO}_3$  lldlash mumkinligi aniqlandi. XIX asrning oxirlari XX asrning larida bu usul kontakt (gazning katalizator bilan to'qnashuviga mnganligi uchun) usuli deb atalib, sanoatda qo'Uanila boshlandi. Nitrozali usulda olinadigan sulfat kislotaning sifati pastligi, 75% yuqori konsentratsiyali kislotaga olib bo'lmasligi,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  giuzlarning atmosferaga chaqirib yuborilishi tufayli atmosferaning urlanishi kabi kamchiliklarni bu usulni kontakt usuli tomonidan *ih* chiqarishiga sabab bo'ldi. Sobiq ittifoqda 1975- yillardan boshlab fcuut kontakt usuli bilan sulfat kislotaga ishlab chiqarish bo'lmalari (urilmoqda. Hozirgi paytda ishlab chiqarayotgan sulfat kislotaning 95 % ga yaqini kontakt usulida ishlab chiqarilmoqda.

Sulfat kislotaga qanday usulda ishlab chiqarilishidan qat'i nazar birinchi bosqich oltingugurtli ashyolarni kuydirib  $\text{SO}_2$  olishdir. So'ngra uni tozalab  $\text{SO}_3$  gacha oksidlantiriladi va suvga yuttirib kislotaga nylantiriladi.

*Ishlatilishi.* Sulfat kislotaning aktivligi va nisbatan arzonligi uning qo'llanish sohalari juda kengayishiga olib keldi. Sulfat kislotaga yoki lining hosilalari qo'llanilmaydigan biror-bir sohani topish qiyin. Anorganik *moddalar* ichida eng ko'p ishlab chiqariladigani sulfat kislotadir.

Sulfat kislotaga ko'p miqdorda o'g'it sanoatida: ammoniy sulfat, superfosfat va boshqalarni ishlab chiqarishda ishlatiladi. Yana yirik ishlatiladigan sohalari: neft mahsulotlarini tozalash, toshko'mir smolasini qayta ishlash, ko'p kislotalar (masalan, ortofosfat, sirka, ftorid va boshqalar) va tuzlar olish, rangli va nodir metallar ishlab chiqarish, po'latdan yasalgan buyumlarni bo'yash, nikellash, xromlashdan oldin ishlov berish, lak va bo'yoqlar olish dori-darmonlar olish va boshqalardir.

Sulfat kislotaga turli organik sintezlarda ishlatiladi. Undan etanol va boshqa spirtlar, ba'zi efrlar, sintetik yuvish vositalari, pestisidlar, bo'yoqlar, saxarin, plastmassalar olinadi. Uning tuzlari sun'iy ipak ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida, tola yoki gazlamalarni bo'yashdan oldin ishlov berishda ishlatiladi. Oziq-ovqat sanoatida kraxmal, patoka va boshqa mahsulotlarni olishda ham ishlatiladi.

U yana akkumulyatorlar tayyorlashda gazlarni quritishda, kislo konsentrlashda, nitrollash reaksiyalarida, portlovchi moddalar i chiqarishda, ionitlarni regeneratsiyalashda va boshqa k sohalarda ishlatiladi.

Sulfat kislota Rossiyada 1913- yilda 0,15 million tonna, is cniqarilgan bo'Isa, 1990- yilga kelib 25 million tonnaga yetkazil O'zbekistonda sulfat kislota ishlab chiqarish Ikkinchi jahon urushi keyin boshlandi va 1950- yilda 73 ming tonna ishlab chiqarildi. 19 yilga kelib esa bu ko'rsatkich 2,5 million tonnaga yetkazildi.

Hozirgi kunda O'zbekistonda 4 ta sulfat kislota ishlab chiqa" korxonalari: Chirchiq elektrokimyosanoat ishlab chiqari birlashmasi, Samarqand (1954- yil), Oltintopgan (1965 yil) Olmaliq (1980- yil ) kimyo zavodlari ishlab turibdi. O'zbekisto sulfat kislotani ishlab chiqarish bo'yicha 1985- yildayoq jahonni yetakchi mamlakatlari safidan o'rin egallashga erishdi.

## **2- §. Oltingugurt (IV)— oksidini ishlab chiqarish**

$SO_2$ — rangsiz, o'tkirhidli (yonayotgan oltingugurt hidini esla- tadi) gaz. 100 %  $SO_2$ atmosfera bosimida —  $10,09^\circ C$  da suyuq holga o'tadi. —  $70^\circ C$  da qotadi. Juda zaharli bo'Iib, chegaraviy xavfli konsentratsiya miqdori  $0,005 \text{ mg/m}^3$ , ishlab chiqarish binolarida esa  $10,0 \text{ mg/m}^3$  ga teng.

Xomashyo  $SO_2$  olish uchun asosiy xomashyo kabi oltingugurtli moddalar va tarkibida S saqllovchi sanoat chiqindilaridir. Keyingi yillarda rangli metallurgiya sanoatining chiqindi gazlari tarkibidagi  $SO_2$  ni olish keng quloch yoymoqda.

Pint tarkibida nazariy jihatdan olganda 53,46 % oltingugurt saqlaydi. Tabiiy kolchedan har doim tarkibida begona arashlama sifatida mis, rux, nikel, kumush, qo'rg'oshin, mishyak, surmaning oltingugurtli birikmalari, turli sulfat va karbonatli tuzlar, kvars, silikatlar va boshqalar saqlaydi va o'z navbatida u shu metallarni olish uchun xom-ashyo hamdir. Rangli metallarning sulfidlarini ajratish uchun ruda maydalanadi va flotatsiyalanadi. Natijada rangli metall sulfidlarining konsentranti olinadi: qolgan qoldig'i asosan tarkibida 45—50% oltingugurt saqllovchi boyitilgan piritdan iborat bo'Iib,  $SO_2$  olish uchun yoqiladi.

Olingan rangli metall konsentratlari metallurgiya zavodlarida irilib metallar ajratib olinadi. Bunda chiqindi gaz sifatida 3%  $\text{SO}_2$  ajralib chiqadi va havoni, atrof-muhitni zaharlaydi. Keyingi rda shu chiqindi gazdan ham sulfat kislota ishlab chiqarish yo'lga 'yilmoqda. Shunday yo'lbilan It. misolganda ajralib chiqqan ,dan 101. dan ko'proq sulfat kislota olish mumkin. Buning uchun | 0 ; ni konsentratsiyasini oshirish kerak bo'ladi. Hozircha ayrim rangli .lictallurgiya zavodlaridagina  $\text{SO}_2$  konsentratsiyasini oshiruvchi qurilmalar o'rnatilgan xolos. Shuning uchun endilikda rangli rtiectu]lurgiya zavodlarining chiqindi  $\text{SO}_2$  gazini to'liq ushlab olish va undan foydalanish ishlarining loyihalari ishlab chiqilmoqda.

Bu rudadan kompleks foydalanish bo'lardi va atrof-muhitni lloslanishning oldi biroz bo'lsa-da olinardi (70- rasmga qarang).  $\text{SO}_2$  olish uchun eng yaxshi ashyo bu toza oltingugurtdir. U yoqilganda massa ulushi yuqori bo'lgan va zararli qo'shimchalari kam bo'lgan  $\text{SO}_2$  olinadi. Ammo  $\text{FeS}_2$  — kolchedandan bir necha marta qimmat turadi, hamda u boshqa ishlab chiqarishlar uchun qimmatbaho kimyoviy ashyo hamdir. Ko'miryoqiladigan korxonalar, yoritish larmoqlarining mo'rilaridan atmosferaga chiqarib yuboriladigan gazlar larkibida anchagina  $\text{SO}_2$  bo'ladi. Chunkitoshko'mirtarkibida 1-3% gacha oltingugurt saqlaydi.

Keyingi yillarda atrof-muhitning tozaligiga biroz e'tibor kuchaytirilganligi sababli mo'rilardan chiqarilgan gazlarni zaharsizlantirishning absorbsiya-desorbsiya usullari ishlab chiqilgan. Bunda  $\text{SO}_2$  ushlab qolinadi va sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin. Ammo kislotaning tannarxi piritdan olingan kislotaga nisbatan bir necha marta qimmatga tushadi. Shu sababli u kam qo'llanilmoqda. Keyinchalik  $\text{SO}_2$  ni ushlab qolish va uni tozalab  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ishlab chiqarish uchun foydalanishning takomillashgan usullari topilgach keng qo'llanila boshlanadi.

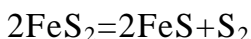
Dunyo bo'yicha atmosferaga chiqarib yuboriladigan  $\text{SO}_2$  ning miqdori, dunyoda ishlab chiqarilayotgan sulfat kislota miqdoridan ikki barobar ko'proq kislota ishlab chiqarishga yetarlidir.

Yana bir muhim  $\text{SO}_2$  olinadigan xomashyo bu vodorod sulfid gazidir.  $\text{H}_2\text{S}$  ko'pgina tabiiy gazlar tarkibida bo'ladi. Qaysiki, uni tozalaganda  $\text{H}_2\text{S}$  ajratib olinadi, va u  $\text{SO}_2$  ga aylantiriladi. Ko'mirni kokslaganda, neftni qayta ishlaganda ular tarkibidagi S qisman

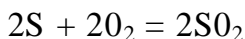
vodorod sulfidga aylanib gaz holida ajralib chiqadi. Koks tozalanganda ularning tarkibidan  $H_2S$  yoki  $S$  shaklida ajratib o yoqib  $SO_2$  ga aylantiriladi.

**Temir kolchedanini kuydirish.** Kolchedanni kuydirish haroratli ( $1000^\circ C$  gacha) geterogen (gaz-qattiq), qayt katalizatsiz (katalizator ishlat ilmaydigan) va bir necha bosqic" boradigan jarayonga yaqqol misol bo'la oladi.

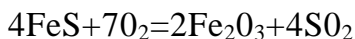
Kolchedan pechda  $500^\circ C$  gacha qizdirilganda parchalanish oltingugurt hosil bo'lish bilan boradi:



So'ngra oltingugurt bug'lari oksidlanadi:



Qolgan g'ovak  $FeS_2$  kislorod ta'sirida sekin oksidlanadi. Reaksi yuqori haroratda boradi:



Kolchedanni kuydirish reaksiyasi tenglamasi umumiy holda shunday yoziladi:



Haqiqatdan bu reaksiya  $600^\circ C$  dan past haroratda, oraliq mahsulotlar sifatida temir sulfat *hosil* bo'lishi bilan boradi. Harorat ortib borishi bilan awal  $FeO$ , so'ngra, agar kislorod yetarli bo'lsa  $Fe_2O_3$ , kam holda  $Fe_3O_4$  hosil bo'ladi.  $FeS_2$  bilan bir qatorda kolchedan tarkibida bo'lgan boshqa metall sulfidlari ham parchalanadi. Natijada hosil bo'lgan metall oksidlari kvars, alyumosilikatlar, temir oksidlari va parchalanmay qolgan  $FeS_2$  bilan ajralib kuyundi hosil qiladi. Kuyundi tarkibida 0,5% dan 3% gacha oltingugurt saqlashi mumkin.

Temir sulfidi (kolchedan) oksidlanganda, sulfid zarrachalari yuzasida temir oksidlari qavati hosil bo'ladi. Bu qavatning qalinligi, kolchedandagi oltingugurtning yonishi bilan ortib boradi. Jarayonning

miy tezligi, mana shu oksid pardalarning g'ovaklaridakislород  $SO_2$  ning diffuziyalanish tezligi bilan aniqlanadi. Demak, kolchening kuyishi ichki diffuzion sohada kechadi. Bu jarayon tezligini, rogen jarayon tenglamasi bilan ifodalash mumkin:

$$u = \frac{G}{F} \frac{K}{AC} \frac{dZ}{dz} \quad (3.1)$$

Bunda,  $u$  — umumiy tezlik (reaksiya tezligi);  $G$  -  $SO_2$  ning fiiqdori (mahsulot miqdori);  $K$ — jarayonning tezlik konstantasi,  $\alpha$  — jarayonning xarakterlantiruvchi kuchi,  $\tau$  — vaqt,  $F$  — getlitjcn sistemasida reaksiyaga kirishuvchi fazalari yuzasi. Formuladan ma'lumki, oksidlanish jarayonini tezlashtirish uchun  $K$ ,  $AC$  va  $F$  lurni oshirish kerak.

Jarayonning tezlik *konstantasi*  $K$  ni, ya'ni moddalarda fazalarning bir-biriga o'tishi (masalan, gaz fazaning qattiq fazaga diffuziyalanib o'tishi;  $O_2$  ning temir oksidi pardasiga diffuziyalanib kolchedanga kirishi va kolchedanda hosil bo'lgan  $SO_2$  ni temir oksidi pardasidan diffuziyalanib tashqariga chiqishi) oshirish uchun haroratni oshirish eng foydali tadbir hisoblanadi. Ammo harorat  $850—1000^\circ C$  gacha ko'tarilsa, pech ichidagi ashyo (kolchedan) bo'lakchalari bir-biriga yopishib yirik-yirik aglomeratlarga aylanib qoladi. Natijada zarrachalar yuzasi keskin kamayadi. Shuning uchun ham kolchedanni kuydirish pechning konstruksiyasiga qarab, faqat ma'lum bir harorat oralig'ida olib boriladi.

Jarayonning harakatlantiruvchi kuchini —  $AC$  tezlatish uchun kochedanning tarkibidagi piritning va kuyish zonasiga kiritiladigan kislorodning konsentratsiyasini oshirish zarur bo'ladi. Pirit konsentratsiyasi flotatsiya usuli bilan oshiriladi, kislorod konsentratsiyasi esa pechga kiritiladigan havo miqdori stexiometrik hisobga nisbatan 1,5—2 marta ko'paytirilishi bilan oshiriladi.

Fazalar yuzasini —  $F$  oshirish uchun esa pech ichidagi ashyolarni fazalarni aralashtirish orqali hamda kolchedanni juda maydalash yo'li bilan oshiriladi.

Amalda zarrachalarning kattaligi 0,3—0,03 mm gacha bo'lgan kolchedan ishlatiladi. Kolchedanni kuydirish uchun uch xil kuydirish pech turlari mavjud; 1. Mexanik kuydirish pechlari. 2. Changitib kuydirish pechlari. 3. «Qaynovchi qavatda» kuydirish pechlari.

**Mexanik pechlar** (47- rasmga qarang)ning jadalligi 185 kg sutkaga teng (ya'ni 1 m<sup>3</sup> pech hajmida 1 sutkada 185 kg kolch kuydiriladi).

Hosil bo'lgan kuyundi gazlarning tarkibi 9 % SO<sub>2</sub>, 9 % O<sub>2</sub> % N<sub>2</sub> ga to'g'ri keladi. Kuyundining tarkibida esa o'rtacha 2 yonmay qoladi. Shuning uchun ham hozirgi kunda mexanik pec takomillashib qudratli pechlarga almashtirilgan. Faqat kam qu\* sexlardagina mexanik pechlami uchratish mumkin.

**Changitib kuydirish pechlari.** Changitib kuydirish pechlari ( rasm) maydalab kukun holiga keltirilgan quruq kolchedanni oqimi bilan pech ichida changitib purkashga asoslangan bo'T mexanik pechlardan ko'ra ancha takomillashgan va ustun turadi. Bt kolchedan kukuni siqilgan havo bilan pechning ostidan forsui (suyuqlik yoki kukunsimon moddalarni havo bilan aralashtr purkaydigan asbob) orqali pech ichiga purkaladi. Bunda har chang zarrachasi har tomondan havo bilan to'qnashadi va o'chr borayotgan paytda yonadi. Fazalar ta'sir sathi yuza to'qnashuvi ortac Natijada yonish jarayoni jadal tusga keladi, zarrachalarning **bir** biriga yopishib qolish hollari keskin kamayadi. Shuning uchun hi bunda haroratning 1100°C gacha oshirish mumkin. Hosil bo'lgan' kuyundi pechning ostki konussimon qismidan chiqarib tashlanadi. Kuyundi gazlari esa 900— 1000°C haroratda pechning yon tomonidagi shtuser (shtuser—sirti rezbali quvircha) orqali siqib, suv bug'i hosil qiluvchi qozon orqali o'tadi. Natijada gazning issiqligidan foydalaniladi.

Bunda olingan kuyundi gazi tarkibida 13% gacha SO<sub>2</sub> bo'ladi, kuyundi tarkibida esa 1—1,5 % S qoladi. Pechning jadalligi 700— 1000 kg/m<sup>3</sup> sutkaga teng.

Ammo bu pechlar uchun faqat quritilgan va boyitilgan kolchedangina ishlatiladi. Chunki ho'l bo'lsa, forsunka tiqilib qoladi. Buning yana bir kamchiligi shundan iboratki, kuyundi gazlar tarkibida changi ko'p bo'ladi. Mexanik pechlarning kuyundi *gazi* tarkibi 10 g/m<sup>3</sup> chang bo'lgani holda, changitib kuydirish pechinning kuyindi gazida 100 g/m<sup>3</sup> chang bo'ladi. Mana shu kamchiliklar uchun bu pech keng tarqalmagan.

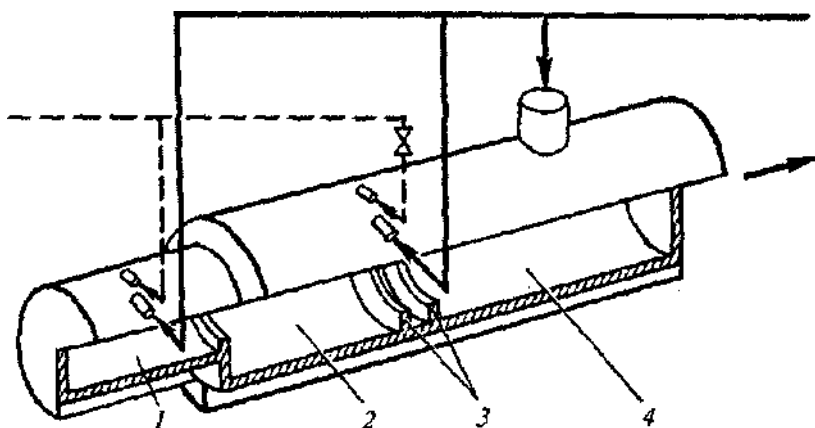
*Qaynovchi qavatda kuydirish pechlari* (49- rasm). Pechning jadalligi 1000— 1800 kg/m<sup>3</sup> sutkaga teng. Kuyundi gazi tarkibida 15

clui  $\text{SO}_2$  bo'ladi. Kuyundi tarkibida esa 0,5 S qoladi. Bu pech lining kattaligi va kuyundi gazi tarkibida  $\text{SO}_2$ ning massa ulushi lligi hamda kolchedan tarkibidagi S ning to'liqroq yonishi kabi lliklari tufayli bu xil pechlar keng tarqaldi.

*Oltinugurtni yoqish.*  $\text{SO}_2$ gazi toza oltinugurtni yoqish yo'li bilan olinadi. Kolchedanni kuydirib olingan  $\text{SO}_2$ ga nisbatan S ni lb olingan  $\text{SO}_2$  ancha toza va konsentratsiyasi ancha katta bo'ladi. tvoda yoqilganda 21% gacha  $\text{SO}_2$  saqllovchi kuyundi gazi olish Uinkin, ammo havoni ko'proq qo'shish bilan  $\text{SO}_2$  miqdori niyatiriladi.

Amalda S ni yoqishdan 9-11 %  $\text{SO}_2$  va 12-10 %  $\text{O}_2$  dan iborat kuyundi gaz olinadi (Chunki S ni  $\text{SO}^{\wedge}$  ga oksidlash uchun ham klslorod kerakbo'ladi.), kolchedandan esa amalda 7—9 %  $\text{SO}_2$  va 11—9 %  $\text{O}_2$  saqllovchi kuyundi gaz olinadi.

Toza S ni yoqish uchun purkagichli va siklonli (57- rasm) pechlardan foydalaniladi. Oltinugurt pechga kelishdan oldin suyuqlantiruvchi qozonda bug' yordamida suyuqlantiriladi, begona nralashmalardan filtrlab tozalangach, forsunka orqali siqilgan havo yordami bilan pech ichiga purkaladi.



**57- rasm.** Oltinugurtni yoqish uchun ishlatiladigan siklon pechi.

1 — oltinugurtni berish uchun va havoni tangensial kiritish uchun forsunkali forkamera; 2,4 — yoqish bo'limi; 3 — gazni girdobli harakatga keltiruvchi halqalar.

/ Pech ichida bug'lanib havo yordamida yonadi. Forsunkali pec oitingugurtning havo bilan aralashuvi diffuzion ekstensivj bo'lganligi uchun yetarli darajada aralashmaydi. Siklon pechl havo tangensial (egri chiziqqa urinma cniziq bo'yicha yo'n oqimda berilgani uchun ham S bug'lari havo bilan juda kuchli va aralashadi. Natijada S ningyonishijuda jadal ketadi. Shuninguc' ham siklonli pechlar o'z qulayliklari bilan forsunkali pechlarni *OI* siqib chiqarmoqda.

### 3- §. Kontakt usuli bilan sulfat kislota isfalab chiqarish

Sulfat kislota ishlab chiqarish *beshta bo'limni* o'z ichiga oladir

1. Pech bo'limi (bunda quruq  $SO_2$  hosil bo'ladi).
2. Yuvish bo'limi (bunda  $SO_2$  gazi ho'l usul bilan tarkibid qo'shimchalardan, ya'ni  $H_2SO_4$  ning tomchilaridan, suv bug'lari va *kontakt* zaharlaridan to'liq tozalanadi).
3. Kompresor bo'limi (bunda tozafangan gaz so'rib olinib kontakt apparatiga yuboriladi).
4. Kontakt bo'limi (bunda  $SO_2$  gazi katalizator bilan ta'sirlashib — to'qnashib  $SO_3$  ga aylanadi).
5. Absorbsiya bo'limi (bunda  $SO_3$  suvga yuttiriladi va  $H_2SO_4$  ga aylantiriladi).

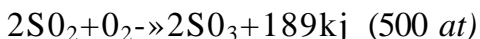
$SO_2$  *gazt'ni tozalask* Kolchedanni kuydirib olingan kuyundi gazlari tarkibida  $SO_2$  (16% gacha, odatda 7-9 %),  $O_2$  (9-11 %), kuyundi changlari ( $200 \text{ g/m}^3$ ), qaynovchi qatlamda kuydirilganda kuyundi changiari asosan temir oksidi; ozroq temir sulfidi, mis sulfidi,  $As_2O_3$  mishyak oksidi,  $SeO_2$  selen oksidiarini ushlaydi. Bular katalizator «zaharlari» bo'lib, katalizatomi tez yaroqsiz hojga keltiradi. Shuning uchun ham  $SO_2$  barcha qo'shimchalardan tozalanishi kerak.

Kuyundi gazlari eng awal siklonlarda tozalanadi (siklon apparati jadvaliga qaralsin), so'ngra gaz issiqligidan bug\* hosil qilish uchun (gaz issiqligi  $400^\circ\text{C}$  bo'ladi), bug' qozoniariga yuboriladi va harorati ancha pasaygach, quruq elektrofiltrlar orqali o'tkaziladi. Bu apparatlaming hammasi zavodning pech bo'limida joylashgan bo'ladi. Kuyundi gazlarning tarkibidagi qo'shimchalar siklon apparatidan o'tgach  $20 \text{ g/m}^3$  qoladi. Qolgan changlar juda mayda bo'lib, ular elektrofiltrdan o'tgach  $0,1 \text{ g/m}^3$  qoladi, xolos.



$\text{SO}_2$  ai chang zarrachalaridan hamda  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SeO}^\wedge$  lardan bdljimom tozalash maqsadida, (ayniqsa,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SeO}_2$  lar kata-Ujiitorni qaytmas qilib zaharlaydi) gaz ( $\text{SO}_2$ ) yuvuvchi mineralarda ffluxsus tozalanadi. Unda gaz ho'llanadi va 30—50°C haroratgacha lovitiladi. Natijada gazda tuman, ya'ni juda mayda suv tomchilari hosil bo'lib, kondensatsiyalanib ajralib chiqadi. Bu tomchilarda  $\text{SO}_3$  Vi  $\text{As}_2\text{O}_3$  lar erigan bo'ladi. Shunday yo'l bilan katalizator Ziiharlaridan gazbatamom tozalangach, quritgich mineralarda 93—95% li sulfat kislotada quritiladi. So'ngra toza va quruq gaz kompressori yordamida kontakt bo'limiga yuboriladi.

*Oltinugurt (IV) oksidini kontakt usulida oksidlash.*  $\text{SO}_2$  ni  $\text{SO}_3$  ga oksidlash sulfat kislotaga ishlab chiqarishning eng asosiy bosqichidir. Shuning uchun ham sulfat kislotaga ishlab chiqarishning bu usuli *kontakt usuli* deb ataladi. Kontakt bu to'qnashuv degan ma'noni ;inglatib,  $\text{SO}_2$  gazning katalizatori bilan to'qnashuvini bildiradi.  $\text{SO}_2$  ni kontakt usulida  $\text{SO}_3$  ga aylanurish geterogen ekzotennik katalizga lipik misol bo'la oladi. Bu reaksiya gaz hajmini kamayishi bilan beradigan qaytar ekzotermik jarayonidir.



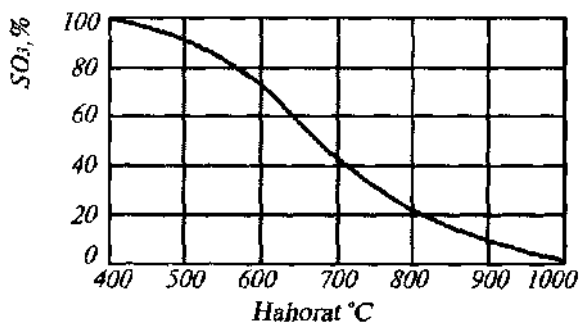
Shuning uchun ham Le-Shatele pirinsipiga muvofiq bu reaksiya muvozanat haroratning pasayishi va bosimning ortishi bilan  $\text{SO}_3$  hosil bo'lishi tomon siljiydi. Ammo sulfat kislotaga ishlab chiqarishda yuqori bosim qo'llanilmaydi, chunki  $\text{SO}_2$  va kislorodning konsentratsiyasi kuyundi gaz tarkibida 20% dan oshmaydi. Qolgan 80 % gaz azotdan iborat bo'lib, bunday aralashmaga yuqori bosim qo'llash bosimni hosil qilish xarajatlarini qoplaymaydi.

Atmosfera bosimida va 475°C haroratda  $\text{SO}_3$  hosil bo'lishining gazlar aralashmasining % tarkibiga bog'liqligi quyidagicha bo'ladi:

$\text{SO}_2$ ring % miqdori	2	5	6	7	8	9	10
$\text{O}_2$ ning % miqdori	18,2	14,1	12,7	11,3	10,0	8,6	7,2
$\text{SO}_2$ ni $\text{SO}_5$ ga aylantirishning % miqdori	97,1	96,5	96,2	95,8	95,2	94,3	92,3

Bundan ko'rinib turibdiki 2 %  $\text{SO}_2$  bo'lganda  $\text{SO}_3$  ga aylanish darajasi eng yuqori 97,1 % bo'ladi, ammo bunda kontakt apparatining mahsuldorligi past bo'ladi.  $\text{SO}_2$  ni miqdori orta borgan sayin  $\text{SO}_3$  ga aylanish darajasi pasayib boradi.

Optimal gazlar aralashmasi quyidagicha bo'ladi: 7—8 %  $\text{SO}_2$  10-11 %  $\text{O}_2$  va 82 %  $\text{N}_2$  Shunday tarkibU aralashma 400°C haroratda 99,2 % unum beradi. Ammo bunday haroratda reaksiya tezligi va fasil demak, mahsuldorlik juda past bo'ladi (58- rasmga qarang). 1



58- rasm. Tarkibida 7%  $\text{SO}_3$  va 11 %  $\text{O}_2$  saqlovchi  $\text{SO}_2$  gazining 0,1 MPa bosimda oksidlanishining muvozanat darajasining haroratga bog'liqligi.

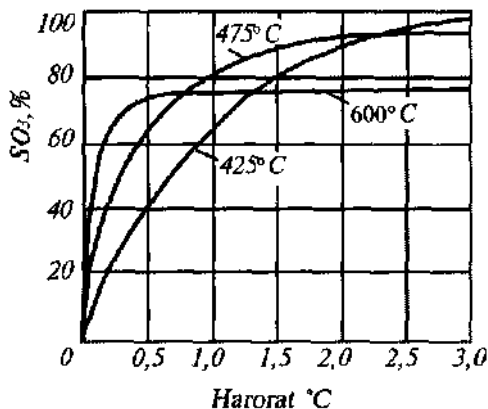
Shuning uchun ham hozirgi zamon vanadiyli kontakt massasida oksidlash bir necha bosqichda olib boriladi. Har bir bosqichda o'zining maqbul harorati aniqlanadi. Bu harorat birinchi bosqichdan (580—600°C) oxirgi bosqichga (450—400°C) tomon pasayib boradi.

$\text{SO}_2$  ni oksidlanish jarayoni eng awalo qo'llaniladigan katalizatorning aktivligi bilan aniqlanadi.  $\text{SO}_2$  ni oksidlanishiga minglab moddalar ta'sir etadi. Ammo sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatida turli davriarda faqat uchta katalizatoridan foydalanilgan. Bular: 1) platin metalli; 2) temir (III) oksidi; 3) vanadiy (V) oksidi.

Bulardan eng aktivi platinadir, ammo u juda qimmat turadi hamda oz miqdorda mishyak ta'sirida qaytmay bo'lib zaharlanadi. Temir (III) oksidi esa arzon, mishyak bilan zaharlanmaydi, ammo faqat 625°C dan yuqori haroratdagina katalitik aktivlik ko'rsatadi. Biroq bunday yuqori haroratda  $\text{SO}_2$  ning  $\text{SO}_3$  ga aylanishi 70 % dan ham kam, odatda 50—60 % bo'ladi. Shuning uchun ham u faqatgina taxminiy kontaklashdagina foydalanilgan. Vanadiyli katalizatorplatinadan ancha arzon va mishyak birikmalari bilan zaharlanish darajasi platinaga nisbatan bir necha ming marta kamdir. Shunga ko'ra MHD dagi barcha sulfat kislota ishlab chiqaradigan zavodlar faqat vanadiyli kontakt massasidan foydalanayotir.

B Vanadiyli katalizator massasi 7% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan va aktivlovchi •(promotor)~ishqoriy metall oksidlaridan (ko'pincha K<sub>2</sub>O qo'llaniladi) Mborat bo'lib, bu aralashma yuqori aktivlikka ega bo'lgan g'ovak • llyumosilikatlar yoki kremniy (IV) - oksidiga shimdiriladi, hosil I bo'lgan aralashmadan turli shakllarda: g'ovak granulalar (shar I ihaklida), tabletkalar va xalqalar shaklida 5 mm, kattalikda katalizator I Inyyorlanadi.

I Kontakt jarayonida K<sub>2</sub>O kaliy pirosulfatga (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) aylanadi. [ Viinadiy (V) oksidi unda erigan holda katalizator g'ovaklari yuzasini to'ldiradi. Har qanday katalizatorida ham vaqt o'tishi bilan SO<sub>2</sub> ni oksidlanish darajasi ortib boradi. Buni quyidagi grafikda (59- rasmga qarang) ko'rish mumkin. Grafikda ko'rinib turibdiki, harorat qanchalik yuqori bo'lsa, muvozanat shunchalik qisqa vaqtda qaror lopadi. Demak, unum ham shunchalik kam bo'ladi.



59- rasm. Turli haroratda va 0,1 MPa bosimda SO<sub>2</sub> oksidlanish darajasining vadaniyli katalizator bilan to'qnashuv vaqtiga bog'liqligi. (SO<sub>2</sub>-7%, O<sub>2</sub>-11%, N<sub>2</sub>-82%).

SO<sub>2</sub> ni SO<sub>3</sub> ga oksidlanishining kinetik(tezlik) tenglamasini G. K. Borekov topgan. Bu tenglama quyidagicha ifodalanadi.

$$u = \frac{dC_{SO_2}}{d\tau} = K \Delta C = K_k \cdot C_{O_2} \frac{C_{SO_2}}{C_{SO_2} + 0,7 \cdot C_{SO_3}} \times \left[ 1 - \left( \frac{C_{SO_3}}{C_{SO_2} \cdot C_{O_2}^{0,5} \cdot K_p} \right)^2 \right]$$

Bunda, u — reaksiyaga tezligi; K, — reaksiyaning (katalitik) tezlik konstantasi (Bu tajriba yo\*li bilan aniqlanadi.);  $\frac{dc}{dt}$  — vaqt

birligida mahsulot miqdorining ortishi;  $S$  — konsentratsiya;  $\Delta C$  — atmosfera bosimida jarayonning harakatlantiruvchi kuchi;  $K$ , — muvozanat konstantasi.

Tenglamadan malumki, reaksiya tezligiga kislorodning konsentratsiyasi eng ko'p ta'sir etadi. Demak, kataliz jarayonida eng sekin boradigan bosqich, bu kislorodning sorbsiyalanishidir. Shuning uchun ham kislorod konsentratsiyasini oshirish jarayon tezligini ham oshiradi. Ammo kislorod konsentratsiyasini oshirish uchun reaksiyaga kiritiladigan havo miqdorini oshirish kerak bo'ladi, bunday qilinganda reaksiyani gazlar aralashmasida  $SO_2$  ning hajmiy miqdori kamayadi. Natijada shunga mos holda kontakt apparatining va butun sistemaning mahsuldorligi ham ozayadi. Jarayonning ketishi bilan ham (ya'ni reaksiyaning borishi bilan)  $SO_2$  ning konsentratsiyasi kamayadi  $SO_3$  ning konsentratsiyasi esa oshadi. Bu holat ham reaksiya tezligini kamaytiradi. Bundan tashqari, haroratni oshirish gazlarda  $SO_3$  ning muvozanat konsentratsiyasini kamaytiradi va tabiiyki,  $SO_3$  ning muvozanat konsentratsiyasini oshiradi.

Bu holat o'z navbatida jarayonning umumiy tezligini kamaytiradi. Ammo  $K$  (tezlik konstantasi) haroratning ortishi bilan Arrenius qonuniga binoan ortadi. 1889- yilda Arrenius tezlik konstantasi bilan harorat o'rtasidagi bog'lanishining quyidagi formula bilan ifodalinishini ko'rsatgan edi.

$$\lg K = C - \frac{B}{T} \quad (3.2)$$

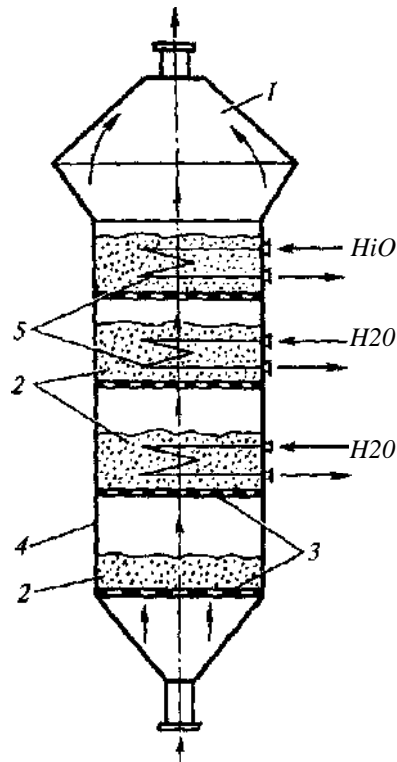
Bunda,  $K$  — reaksiyasining tezlik konstantasi;  $C$  va  $B$  — ayni reaksiya uchun xos konstantalar.

Shuning uchun ham reaksiyaning boshlanishida  $SO_2$  ning oksidlanish darajasi pastligida haroratning ortishi bilan jarayonning tezligi ortadi.  $SO_3$  ning unumi faktik unumga (maksimumga) yeta boshlagach,  $SO_3$  ning konsentratsiyasi ortadi va u jarayon tezligiga salbiy ta'sir qila boshlaydi. Shuning uchun haroratni yanada oshirish jarayon tezligini kamaytiradi. Ayni sharoitda, bir vaqtda, gazning katalizator bilan to'qnashuvi optimal haroratda  $SO_3$  ning maksimal hosil bo'lishini taminlaydi. Demak, kontakt apparatida jarayon tezligini

Itmksumunga yetkazish uchun reaksiyani yuqori haroratda ( $600^{\circ}\text{C}$  |u yaqin) boshlab sekin pasaylira borish va  $400^{\circ}\text{C}$  da reaksiyani tugatish lozim.

Hozirgi zamon kontakt apparatlarining konstruksiyalari shu lharoitga juda yaqinlashtirilgan. Tarkibida  $\text{SO}_2$  saqllovchi toza gazlar aralashmasi (reaksion aralashma) issiq almashtirgichlarda yonish haroratigacha ( $420\text{--}440^{\circ}\text{C}$ ) qizdiriladi, so'ngra apparatning birinchi qavatida reaksiya issiqligi bilan harorat  $600^{\circ}\text{C}$  gacha ko'tariladi. Ko'pincha tokchali kontakt apparatlari qo'llaniladi (36- rasmga qarang). Bunda tokchalar oralig'ida o'rnatilgan issiq almashtirgichlar yordamida bosqichma-bosqich issiqlik olinib harorat pasaytirilib boriladi. Ammo uzoq yillardan beri keng qo'llanilib kelinganligiga qaramay, bu xil kontakt apparatlari hozirgi paytda gazdan-gazga issiq almashuv koefritsientining pastligi va issiq almashtirgichlarga ko'p metall sarflanishi hamda katta hajmni egallashi sababli yangi tipdagi tokchali silindrsimon kontakt apparatlariga almashtirilgan. Bu apparatning korpusi silindrsimon bo'lib, diametri 12 m, balandligi 25 m, mahsuldorligi 1000 t/sutka sulfat kislotaga teng (60- rasmga qarang).

Kontakt massasi har 4 yilda bir marta almashtiriladi. Kontakt massaning yuqori aktivligiga va unda maqbul haroratni saqlashga qaynovchi qavatli katalizatorli apparatlardan foydalanilgandagina erishish mumkin. Bunday apparatlarda qaynovchi katalizator qatlamining eng yuqori issiq o'tkazuvchanligi, istalganchamayda



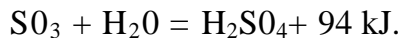
**60- rasm.** Qaynovchi qavatli katalizator bo'lgan kontakt apparati.

1 — changushlagich; 2 — katalizatorning qaynovchi qavati; 3 — gaz taqsimlovchi panjara; 4 — apparat korpusi; 5 — suvli sovutgichlar (issiq almashtirgichlar).

zarrachali kontakt massasini qo'llash, istalgan harorat rejimi be *mumkinligi kabi* eng muhim xossalardan to'liq foydalanish mun bo'ladi. Diametri 4—5 mm, bo'lgan sharchali filtrlovchi turg<sup>(</sup> (harakat qiJmaydigan) Jcatalizator qavatli apparatlar o'rni qaynovchi katalizator qatlamli apparatlar (yedirilishga chidan diametri 0,75—1,5 mm, bo'lgan sharsimon katalizatorl qo'Uanilmoqda. Natijada katalizatoming yuzasi kengayadi, reagen' diffuziyasi ortadi va diffjziyalanish kinetik sohada boradi, denr kontakt massasining mahsuldorligi ortadi.

Hozirgi zamon kontakt apparatlari asosan qaynovchi qatlam ishlovchi apparatlar bo'lib, unda SO<sub>2</sub>ni oksidlanish darajasi 99% tengdir. Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarishning oxirgi bosqichi bu oltingugurt (VI) oksidining absorbsiyalanib konsentrlangan sulfat kislota va oleum hosil qilishidir.

*Oltingugurt (VI) — oksidining absorbsiyasi.* SO<sub>3</sub> suv bilan quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



Bunda gaz fazada ozgina suv bug'lari bo'lsa, sulfat kislota ning barqaror tumani hosil bo'lib suvga, kisJotaga hatto ishqorga ham qiyin yutiladi va amaliy jihatdan reaksiya to'xtaydi yoki juda sust ketadi. Shuning uchun ham absorbsiyaga keluvchi reaksiyoning gaz aralashmasida suv bug'lari mutloqo bo'lmaydi. Yana SO<sub>3</sub> ni absorbsiyalovchi suv yuzasida suv bug'larining parsial bosimi ham minimal miqdorda kam bo'lishi zarur. Bunday talabga faqat 98,3 % li H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> javob beradi xolos (56- rasmga qarang). Shunday konsentratsiyada SO<sub>3</sub> ning ham parsial bosimi eng kam hisoblanadi. Shunday konsentratsiyali kislota SO<sub>3</sub> ni to'liq (99% dan ham ko'proq) yutadi. Bunda shunday miqdor Jdslota beriladiki, unda bir marta SO<sub>3</sub> bilan to'qnashuvda uning konsentratsiyasi faqat 0,2 % ga ortadi xolos. Kislota sovitkichlarda sovitilgach, ozroq qismi tayyor mahsulot sifatida olinadi, qolgan ko'p miqdori yana suv bilan yoki suyuq kislota bilan suyultirilib absorbsiyaga qaytariladi.

Oleum H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> • nSO<sub>3</sub> esa boshqa adsorberga olinadi. Bunda ham kislota konsentratsiyasi bir to'qnashuvda % ning ma'lum qismlarigina ortadi. Olinayotgan oleumning o'rnini qoplashi uchun adsorberga to'xtovsiz monogidrat aniqrog'i 98,5 % ni sulfat kislota solinib turiladi.

**Texnologik sistemasi.** Temir kolchedanini kuydirishdan Olinadigan  $SO_2$  dan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik ixemasi 61- rasmda berilgan.

Kuyundi gazlari siklonlar va quruq elektrofiltrlardan qisman tozalanib kelgach,  $300^\circ C$  haroratda yuvish minorasiga kiritiladi, minora 75 % li sovuq sulfat kislota bilan sug'orilib turiladi. Kuyundi gazlari sovutilgach, tarkibidagi ozroq miqdor  $SO_3$  va suv bug'lari kichkina tomchilar shaklida kondensatlanadi. Bu tomchilarda mishyak oksidi eriydi va sulfat kislota tumani hosil bo'ladi. Bu tuman 7,6 minoralarda qisman ushlanib qolinadi. Bu minoralarda yana chang qoldiqlari, selen vaboshqa qo'shimchalar ham ushlab qolinadi.

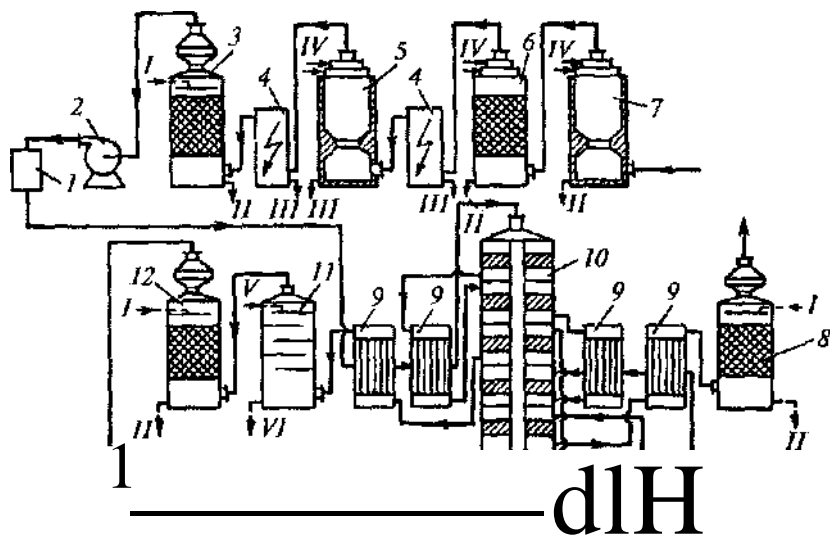
Bunda ifloslangan sulfat kislota hosil bo'ladi (u zavodda ishlab chiqarilgan kislotaning taxminan 5% i miqdoriga teng). Bu kislota nostandart mahsulot sifatida beriladi va kerakli joylarda ishlatiladi. Gazni ( $SO_2$ ) sulfat kislota tumani va mishyakdan batamom tozalanadi. So'ngra sulfat kislotani to'liq ushlab qolish maqsadida (5) minora suv bilan ho'llanadi.

*Gazni (SO<sub>2</sub>) oksidlashga tayyorlash*, uni suv bug'laridan nasadkali (3) minorada konsentrlangan sulfat kislota bilan quritish orqali tugallanadi. Shu yergacha barcha gaz o'tkazgich quvurlar, kislota yig'gichlar, minoralar, hammasi oddiy po'latdan yasalgan bo'lib, kislotaga chidamli g'ishtlar bilan yoki diabazli plitalar bilan futerovkalanadi (qoplanadi). Quritilgan gaz agressiv emas, shuning uchun keyingi barcha apparatlar uglerodli oddiy po'latdan yasab futerovkalanmaydi. Apparat va gaz o'tuvchi quvurlarning ko'pligi gaz harakatiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun quritgich bo'limidan keyin kompressor (2) o'rnatiladi. U kuyundi gazlarini pech bo'limidan tozalash va quritish sistemalari orqali surib olib, uni kontakt bo'limiga yuboradi. Kontakt bo'limi tokchali kontakt apparatini(10) va quvursimon issiq almashtirgichlarni (9) o'z ichiga oladi. Issiq almashtirgichlar harorat rejimini me'yorda ushlab turadi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishning eski kam quvvatli sistemasida kontakt apparati ichidagi tokchalar oralig'ida turg'un issiq almashtirgichlar o'rnatilgan bo'ladi (36- rasimga qarang). Tokchalarda esa katalizator bo'ladi. Bunda gaz ketma-ket barcha katalizator qavatlaridan va issiq almashtirgichlardan o'tadi, bu xil konstruksiya kichik o'lchamli, kam quvvatli apparatlar uchun rentabelli hisoblanadi. Ammo hozirgi zamon quvvatli, diametri 10 m va undan

ham ortiqroq bo'lgan apparatlarda esa norentabelli bo'lib qoldi. C katta diametrli apparatlarda, issiq almashtirgichlarda gaz oqimini tekisda borishini ta'minlash va uni buzilganda tuzatish qiyinc\* tug'dirdi. Shuning uchun ham olib quyiladigan bo'Iak-bo'Iak<sup>1</sup> almashtirgichlar o'rnatiladi.

Eski 5 tokchali kontakt apparatlarida  $\text{SO}_2$  ning  $\text{SO}_3$  ga avian/ 98 % ni tashkil qilardi. Qolgan 2 % zaharli gaz —  $\text{SO}_2$  atmosferaga chiqarib tashlanar edi. Bu esa atrof-muhitni zaharlar edi. Y<sup>2</sup> zavodlarda esa bu juda xavfli (juda ko'p gaz atmosferaga chiqib ke va bunga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun ham keyingi yill IK/IA sistemasiga o'tildi. Bu 2 marta kontaktlash va 2 ma absorbsiyalash degan ma'noni anglatadi. 61- rasmdagi sxema ko'rinib turibdiki, gaz ( $\text{SO}_2$ ) kontakt apparatining uch qava katalizatoridan o'tgach, oleum olish uchun birinchi absorbsiyag oleumli adsorberga yuboriladi.



**61- rasm.** Kolchedanni kuydirib olingan gazdan ( $\text{SO}_2$ ) sulfat kislotasi ishlab chiqarishning taxminiy IK/IA sxemasi.

- 1 — filtr; 2 — trubokompressor; 3 — nasadkali quritish minorasi; 4 — ho'l elektrofiltr; 5 — ho'llovchi minora; 6 — ikkinchi nasadkali yuvish minorasi; 7 — birinchi yuvish minorasi; 8 — ikkinchi nasadkali monogidratli absarber; 9 — quvurli issiqalmashgich; 10 — kontakt apparati; 11 — oleumli adsorber; 12 — birinchi monogidratli adsorber; I — sovutilgan kislotasi; II — sovutishga yuborilgan kislotasi; III — suyuq  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; IV — sovutilgan suyuq  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yoki suv; V — sovutilgan oleum yoki monogidrat; VI — sovutishga yuborilgan oleum.



Hunda  $\text{SO}_3$  ning absorbsiyalanishi tufayli  $\text{SO}_2 = \text{SO}_3$  vozanati buziladi va  $\text{SO}_2$  ni oksidlanishini kuchaytiradi. Natijada ingi ikki qavatdan o'tgach,  $\text{SO}_3$  ga to'liq oksidlanadi (99,5—R % gacha).

Hozirgi paytda qo'llaniladigan vanadiyli katalizatorlar  $400^\circ\text{C}$  ratda aktivlik ko'rsatadi.  $600^\circ\text{C}$  dan yuqoriroq haroratda aktivligini 'qotadi, chunki qayta kristallanadi.

$\text{SO}_3$  ning absorbsiyalanishi uchun esa past harorat kerak bo'ladi. huning uchun ham gaz oxirgi qavat katalizatoridan o'tgach kontakt Ipparatidan chiqadi va awal issiq almashtirgichlardan, so'ngra havo lovitgichlardan o'tib adsorbentga borib kiradi. Absorberlar nasadkali minora bo'lib, ichi keramik halqalar bilan to'lg'azilgan bo'ladi. Bu minoralar tepasidan kislotasachratib sug'oriladi, pastdan yuqoriga qarab esa, qarama-qarshi oqim prinsipida  $\text{SO}_3$  gazi ko'tariladi. Absorberdan absorbsiyalanmay qolgan chiqindi gaz (0,03 %  $\text{SO}_2$  saqlaydi) atmosferaga chiqarib tashlanadi.

Hozirgi zamon kontakt apparatlarining quvati — mahsuldorligi sutkasida 15001.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ga tengdir. Bunday qudratli zavod juda yirik, to'xtovsiz ishlovchi, mexanizatsiyalashtirilgan, ko'p qismi avtomatlashirilgan ishlab chiqarish korxonasidir.

Ishlab chiqarishni jadallashning eng muhim yo'llari quyidagilar: % miqdori yuqori bo'lgan konsentrlangan  $\text{SO}_2$  olish, buning uchun kolchedan kuydirishjarayonidan boshlab toza kislorodni qo'llash. Yuqori bosim va aktiv katalizatoridan foydalanish, qaynovchi qavatli katalizatorli kontakt apparatiga to'liq o'tish va boshqalar. Intensivlashning barcha ko'rsatilgan bu usullari kelajakda qurilishi kerak bo'lgan yoki rekonstruksiyalanadigan barcha korxonalarda qo'llaniladi.

Kelajakda sulfat kislotas ishlab chiqarishning istiqbolli yo'li boshqa ishlab chiqarishlarning oltingugurtli chiqindilaridan xomashyo sifatida foydalanishdir. Yaqin kelajakda ancha miqdor sulfat kislotasi rangli metallurgiya korxonalarining oltingugurtli chiqindilaridan va elektrostansiyalarining yoqilg'igazlaridan ajralib chiquvchi  $\text{SO}_2$  dan ishlab chiqariladi. Bu tabiatni muhofaza qilishning muhim omilidir. Bu holat hukumatimizning atrof-muhitni muhofaza qilish haqidagi qarorlariga, g'amxo'rliklariga mos bo'lib tushadi.

## **HI BOB. BIRIKKAN AZOT TEXNOLOGIYASI**

### **1- §. Azot sanoatining xomashyo manbalari va ishlatilishi**

Azot tabiatda erkin holda va birikmalar shaklida *uchraydi* asosiy qismi atmosferada (massa bo'yicha 75,6 %) erkin holda **bo'** Birikmalar shaklida esa Yer po'stlog'ining 0,4 % ni (massa bo'yi azot *tashkil* etadr. U turli organik moddalar tarkibida, odam, vonlarva o'simliklarorganizmida, qazilma boyliklar, ko'mir, torf, slanest tarkibida uchraydi. Anorganik birikmalar shaklida kam uchraydi. Uning natriy nitrat tuzi (Chili selitrasi) Chilida, janubiy Afrikada, kaliy nitrat (Hindselitrasi) esa Hindistonda tof gan. Ma'lum miqdor ammoniy sulfat tuzi ko'mirni kokslasfo olinadi.

Azot tirik tabiatda odamlar, hayvonlar va o'simliklar hayoti benihoyat muhim rol o'ynaydi, asosiy ozuqa mahsuloti hisoblana U oqsil tarkibiga kiradi. Organizmda muhim biokimyoviyjarayonla ishtirok etadi. Ammo odam va hayvonlar, o'simliklar, mikroorga nizmlar tanasida oksidlar yoki boshqa organik moddalar (fermentlar vitaminlar, garmon/ar, nuklein kislotalar va boshqalar) sintezida elementar holdagi azot emas (u juda inert elementdir, uning dissotsialanish energiyasi 945 kJ/mol bo'lib, atomlari orasidagi bog'lar juda mustahkamdir. Taqqoslash uchun xlor molekulasining dissotsialanish energiyasini 243 kJ/mol olish mumkin) balki, uning birikmalari ishtirok etadi.

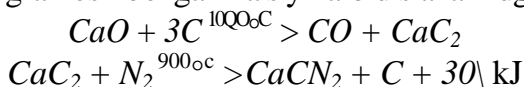
Azot birikmalari bo'yoqlar, plastmassalar (aminoplastlar), kimyoviy tolalar (kapron, neylon, enant, poliamid tolalar) suratkashlik preparatlari, dori-darmonlar, portlovchi moddalar, azotli o'g'itlar, ammiak va nitrat kislotasi va boshqa o'nlab xalq xo'jaligi uchun muhim bo'lgan qator mahsulotlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Ishlatish sohasining kengligi, azot birikmalari manbalarining esa kamligi, atmosfera azotini biriktirib olish muammosini ko'ndalang qilib qo'ydi- Atmosfera azoti bitmas-tuganmasdir. Hargektaryer yuzasiga to'g'ri keladigan atmosfera azotining massasi 80 000 tonnaga tengdir.

## 2- §. Atmosfera azotini biriktirib olish usullari

Atmosfera azotini tabiatda faqat tugunak bakteriyalari (dukkakli ilmlmklar ildizida bo'ladi) o'zlashtira oladi. Yana chaqmoq qqanda havoda azot oksidlanadi, yog'in bilan birga yerga tushadi. |9H- yilda olimlarnirvg Britaniya assotsiatsiyasi majlisida Kruks xnologlar uchun muhim muammoni o'rta tashladi: «*Atmosfera .otini bog'lab olish buyuk kashfiyotlardan biri bo'lib, uni imyogarlal ixtirochiligidan kutish kerak*» degan edi. Shundan keyin **llo'p** o'tmay bu kashfiyot amalga oshdi. XX asrning boshlarida It mosfera azotini biriktirib olishning uch usuli topildi: 1) sianamidli Usui; 2) elektr yoy usuli; 3) ammiak sintezi *usuli*.

*Sianamidli usulda* (1904- yilda Frak va Karolar bu usulni kashf etishgan) yuqori haroratda ohakka ko'mir qo'shib maxsus pechlarda qizdiriladi. So'ngra hosil bo'lgan kalsiy karbid sianamidga aylanadi.



Kalsiy sianamid, sianamid —  $NH_2CN$  ning hosilasi bo'lib, kukunsimon kulrang modda (sianamidrung tuzilishi quyidagicha

$N \backslash$   
 $Kj/N - C s N$ . Unga suv bug'i ta'sir ettirilganda osonlikcha parchalanib, ammiak va kalsiy karbonatga aylanadi.



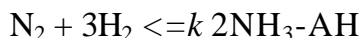
Shuusulga asoslangan birinchi ammiak zavodi 1905- yilda Italiyada qurilib ishga tushirildi. Uning mahsuldorligi 4 ming t/yilga teng bo'ladi. Bu usulda ishlab chiqarilgan ammiak qimmatga tushar edi. 1 t. *sianamidga*. 12 000 kVt/s elektr energiyasi sarflanadi.

*Elektr yoy (plazma) usuli* (1905- yilda kashf etilgan). Atmosfera azotini past haroratli plazmaga (2200 K dan yuqori odatda  $10^3$ — $10^5$  K haroratda) to'g'ridan-to'g'ri kislorod bilan oksidlashga asoslangan (elektr uchqunida azot yonishini Kevendish va Pristli topgan edi).

Past haroratli havo plazmasi bu ionlashgan havo bo'lib, gaz ionlari va erkin elektronlardan iborat bo'ladi. Plazma holati yuqori

chastotali elektr yoyida gazlarning zaryadsizlanishidir, peaksiyalarida kuzatilada. Plazma usuliga asoslangan zavod 1905-shimoliy Amerikada qurilib ishga tushirildi. Bu usulda ko'p en sarflanadi (1 t. NO olish uchun 60 000 kVt/s elektr ene sarflanadi), NO ning unuini past (5%) bo'ladi. NO ning ta qimmatga tushadi.

*Ammiakli usulda* N<sub>2</sub> to'g'ridan to'g'ri H<sub>2</sub> bilan birikti" Bu harorat, bosim va katalizator ishtirokida boradi.



Bu usulda olingan ammiakning *tannarxi* ancha arzonga tush Hozirgi vaqtda bu usul ammiakni sanoatda ishlab chiqarish "" birdan-bir usulidir.

Bu usulni ancha vaqtgacha qo'llashning iloji bo'lmadi. Chu bunda yuqori bosim (1000 atm. gacha) talab qilinardi. Yuqori bos' faqatgina XX asrning 10- yillarida hosil qilish mumkin bo'ldi.

Bu usulni birinchi bo'lib, 1908- yilda nemis olimi Gaber kas etdi, 1913- yilda uni ishlab chiqarishga tatbiq etdi. Bu kashfiy uchun *u* 1920- yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. Bu usui asoslangan birinchi zavod Germaniyada qurildi, uning mahsuldor" 20—25 t/sutkaga teng bo'lib, reaksiya 200—225 atm. bosim va 550° haroratda, katalizator ishtirokida olib boriladi. Sobiq ittifoqda birinchi ammiak sintezi zavodi 1927- yilda qurilib ishga tushirilgan.

Hozirgi paytda ammiak ishlab chiqarish sohasi ancha rivojlangan. Shuningdek, (ammiak) atmosfera *azot'mi* biriktirib olishning mikrobiologik usuli kashf etilgan. Hech qanday yuqori haroratiz, bosim va katalizatorsiz labaratoriya sharoitida atmosfera azotini biriktirib olish mumkinligi aniqlandi. Kelajakda ushbu usul bilan juda arzon azot birikmalari ishlab chiqarish yo'lga qo'yiladi.

### **3- §. Ammiak sintezi uchun azot vodorotli aralashmaning olinishi va tozalash usullari**

Ammiak sintezi uchun 1:3 nisbatda azot vodorodli aralashma kerak bo'ladi. Azot sanoatda suyuq havodan ajratish yo'li bilan olinadi. Havo tarkibi hajm jihatdan o'lchanganda 78 % azot, 21 % kislorod

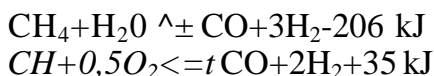
0,94 % argondan iboratdir. Yana havo tarkibida oz miqdorda CO<sub>2</sub>, Ne, He, Kr, Xe lar uchraydi.

Havo awal katta bosimda siqilib sovutiladi, suyultiriladi, so'ngra yuq havo tarkibidan komponentlarning qaynash haroratlarining rxilligidanfoydalanib (Q.t: N<sub>2</sub>-195.8\ O<sub>2</sub>-183°, Ar-185/7°C), ktifikatsiya minoralarida fraksiyalarga ajratilib toza holda N<sub>2</sub>,O<sub>2</sub> va r olinadi.

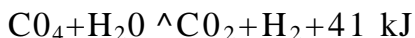
Vodorod sanoatda turli yo'Uar bilan olinadi; 1. Metan va uni gomologlarini konversiyasi. 2. Qattiq yoqilg'ini gazga aylantirganda hosil bo'lgan CO ni konversiyasi. 3. Koks gazlarini ajratish. 4. Suvni yoki NaCl eritmasini elektroliz qiJish orqali olinadi.

Iqtisodiy ko'rsatkichlari jihatidan eng arzon va asosiy sanoat usuli birinchi usuldir. Metan konversiyasining (konversiya lotincha conversio so'zidan *olingan* bo'lib, o'zgarish,aylanish ma'nosini anglatadi) birinchi mahsuloti sintez gaz (mCO+nH<sub>2</sub>) deb ataladi. U vodorod ohshdan tashqari metanol sintezi, yuqori molekular og'irlikka ega bo'lgan spirtlar sintezi, sintetik benzin sintezi va boshqalar (so'nggipaytlarda CO gazi temir rudalaridan, temirni qaytarib, toza temir olishda ham ishlatila boshlandi) *sintezida* ham ko'p ishlatiladi.

Konversiya usuli metanning suv bug'i yoki kislorod bilan oksidlanishiga asoslangan:



Keyin hosil bo'lgan SO ni suv bug'i bilan konversiya qilinadi.



Metanni suv bug'i bilan konversiyasi reaksiyasini umumiy xolda quyidagicha yozish mumkin:



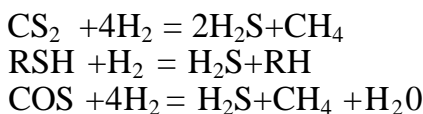
(endotermik reaksiya) metan va CO konversiyalari katalizatop ishtirokida (CH<sub>4</sub> uchun nikel,CO uchun temir, xrom, rux xrom misli katalizatorlar qo'llaniladi) boradi.

Rux xrom misli katalizatorqo'lianganda SO konversiyasi haroratda(250—300°C) boradi. Konversiyalangan gaz tarkibida qo CO ning miqdori 0,2—0,4 % dan (hajm bo'yicha) oshmaydi. Bun hollarda ko'pincha CO dan tozalash uchun adsorbsion usul o'\*. faqat metanlash-gidrogenlashdan foydalanish mumkin.

Yuqorida keltirilgan reaksiyalardan ma'lumki, olingan vodo gazi toza emas, tarkibida 30 % gacha CO<sub>2</sub> 0,5-4 % gacha CO saqla\* Ozroq miqdor O<sub>2</sub> birikmalari bilan ifloslangan bo'ladi. aralashmalar ammiak sintezida ishlatiladigan katalizatomi zaharlay Shuning uchun ularni tozalash kerak bo'ladi.

Vodorodni begona aralashmalardan tozalashning turli usull qo'Uaniladi: a) qattiq sorbentlar bilan aralashmalarni absorbsiyas\* b) suyuq sorbentlar bilan absorbsiyalanish; v) chuqur sovitis bilan aralashmalarini kondensatsiyalash; g) katalik gidrogenlas va boshqalar; a) usul bilan begona qo'shimchalar kam bo'lgan" (S saqlovchi birikmalarda) qo'lfaniladi; b) usul CO<sub>2</sub> va CO lardait tozalashda ishlatiladi; v) usul qimmatga tushganligi uchun hozirgi paytlarda ammiak ishlab chiqarishda qo'Uanilmaydi (azotning boshqa birikmalari sanoatida qo'llanilmokda); g) usul CO<sub>2</sub>, CO va O<sub>2</sub> ning miqdori kam bo'lganda qo'Uaniladi.

*Konversiya gazini oltingururtli birikmalardan tozalash.* Tabiiy gaz tarkibida turli S li birikmalar saqlaydi: H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS merkaptanlar (asosan etil merkaptan C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH 5—30 mg/m<sup>3</sup> gacha) va boshqalar. Barcha S birikmalarni 350—450°C haroratda kobalt-molibdenli katalizator ishtirokida H<sub>2</sub>S gacha gidrogenlanadi:

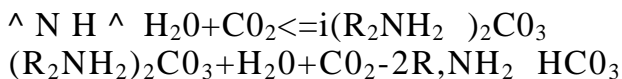


Hosil bo'lgan H<sub>2</sub>S qattiq yoki suyuq adsorbentlar yordamida absorbsiyalanadi. Qattiq adsorbent sifatida aktivlangan ko'mir, temir gidroksidi, rux oksidi va suyuq adsorbent sifatida: ammiakli suv etanofaminlar, mishyak sodali eritma, karbonatlar eritmalari va boshqalar ishlatiladi.

*Konversiya gazini CO<sub>2</sub>dan tozalash.* Konversiya gazi tarkibida 17-30 % gacha CO<sub>2</sub> saqlaydi. Uni suyuq sorbentlar yordamida; suv, etanolamin, ishqor, eritmalari bilan tozalaydilar. CO<sub>2</sub> boshqa

'shimchalarganisbatan bosimostida sovuq suvda yaxshi eriydi, na shu xossasiga asoslanib CO<sub>2</sub> suv bilan yuttirib ajratib olinadi. ning uchun ichi nasadkali minoralarda gaz, suv sachratish an (2—3 mPa bosimda) yuviladi. Minoradan oqib tushuvchi v turbinani aylantiradi, qaysiki, u nasos bilan birga mahkamlangan Vladi. Nasos suvni ko'tarib yana minoiani sug'orishga beradi. Natijada linga beriluvchi energiya tejaladL Turbinada bosim pasayadi atmosfera bosimiga tenglashadi.

Hatijada suvda erigan CO<sub>2</sub> va vodorod gazlari (80 % CO<sub>2</sub>, II % N<sub>2</sub>) desorbsiyalanib ajralib chiqadi. By gaz (CO<sub>2</sub>) yig'ib olinadi, turli maqsadlarda ishlatiladi (masalan, karbamid sintezida, quruqmuz tayyoriashda va boshqa mahsulotlar olishda ishlatiladi). Bu usulning kamchiligi ko'p elektr energiyasi sarflanishi va ancha vodorodning yo'qotilishidadir. Shuning uchun ham keyingi ytlarda bu usul ko'p qo'llanilmaydi, balki sorbsion va selektivlik xossasi suvdan ancha yuqori bo'lgan etanolamin bilan tozalash keng qo'llanilmokda. Bunda mono- va di- etanolamining (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub> va (HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)-NH laming 15 % li eritmasiga CO<sub>2</sub> yuttiriladi. HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> guruhni R biJan belgilab R-NH<sub>2</sub> va R<sub>2</sub>-NH deb olamiz.



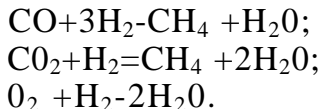
Yuttirish jarayoni 40—45°C da olib boriladi. Absorbtsiyalanish natijasida hosil bo'lgan karbonat va gidrokarbanatlar 120°C da desoiberda CO<sub>2</sub> ajratib parchalanadilar. Yuttiruvchi sifatida metanol, propilen karbonat, sulfolan kabi moddalar ham ishlatilishi mumkin (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>CO<sub>3</sub> — propilen karbonat, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>SO<sub>2</sub> — sulfolan).

*Gami CO dan tozalash.* Mis ammiakli eritma bilan yuttirish, suyuq azot bilan yuvish, katalitik gidrogenlash kabi usullar bilan amalga oshiriladi.

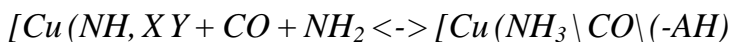
Keng qo'llaniladigani suyuq azot bilan yuvish usulidir. Bunda gaz katalizator zaharlaridan (CO, H<sub>2</sub>S), qisman CH<sub>4</sub> va aromatik uglevodorodlardan inert aralashmalardan tozalanadi. Bu qo'shimchalar hammasi suyuq azotning haroratidan ko'ra yuqori haroratda qaynaydi, shuning uchun kondensiyalanadi va suyuq azotda

eriydi. Yuqori haroratda shunday harorat saqlanadiki, N<sub>2</sub>: H<sub>2</sub> nisbati taxminan 3:1 bo'lib, vodorodgazi H<sub>2</sub> bilan to'liq

Katalitik gidrogenlash (metanlash), CO va CO<sub>2</sub> miqdoriga bog'liq bo'lganda qo'llaniladi. Bunda nikel katalizatori (aluminiy oshirilgan bo'lib) va 200—400°C haroratda quyidagicha asosida boradi:



Gazni CO dan tozalash is gazining (CO) mis-ammiakli eritma absorbsiyalanganida misammiakli kompleks hosil bo'lishiga asoslanadi. Oddiy sharoitda mis ammiakli eritmaning yutish qobiliyati pasaytirib bosim oshirilsa, u kuchayadi. Shu uchun ham CO ni tozalash yuqori bosim (10—32 MPa) va past haroratda (0—10°C bundan past bo'lsa, eritma kristallanib qolishi mumkin) olib boriladi. Odatda kuchsiz kislotalar: sirka, chumo karbonat kislotalarining mis ammiakli eritmalari qo'llaniladi. Mis asetatining mis ammiakli eritmasiga CO ni absorbsiyalanis reaksiyasi quyidagicha boradi:



Reaksiya qaytar reaksiyadir. Absorbentni regeneratsiyalash uchun bosimni atmosfera bosimigacha kamaytirilib, 80°C gacha qizdiriladi.

Tozalashning adsorbtsion usulida konversiyalangan gaz tarkibida 1 % gacha (hajm bo'yicha) CO<sub>2</sub> va CO qoladi. So'ngra u faqat katalitik gidrogenlash yo'li bilan tozalanadi.

#### 4- §. Ammiak sintezi

**Ammiak sintezining nazariy asoslari.** Ammiak sintezi reaksiyasi qaytar reaksiya bo'lib, issiqlik chiqishi bilan boradi.





I Reaksiyadagazninghajmi2martakamayadi: Le-Shatele prinsipiga •luvofiq haroratni oshirish NH<sub>3</sub> ni parchalanishi tomon, bosimni •rtishi esa reaksiyani NH<sub>3</sub> ni sintezlanishi tomon berishini •'minlaydi.

I Uy haroratida 1 atm. (1,01—10<sup>5</sup> Pa) bosimda reaksiya muvozanati loMiq ammiak sintezi tomon siljiydi, ammo reaksiya unumi juda feast bo'ladi.

I Reaksiya katalizator ta'siridagina yetarli darajada tez ketadi. Ammo katalizator 400—500°C da aktivlik ko'rsatadi. Bundan yuqori haroratda ammiak sintezi yuqori bosimdagina boradi.

Reaksiya unumining harorat va bosimga bog'liqligini quyidagi jadvalda(4-jadval)ko'rish murnkin.

4- jadval.

**Reaksiya unumining harorat va bosimga bog'liqligi**

Harorat, °C	Ammiakning miqdori, %	
	30 MPa	100 MPa
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

	30 MPa	100 MPa
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

4-jadvaldanko'rinibturibdiki, muvozanatni NH<sub>3</sub> hosilbo'lishi tomon siljitish uchun yuqori bosim va past harorat kerak bo'ladi. Hatto eng yuqori bosimda ham katalizator qo'llanilmasa, reaksiya unumi past bo'ladi. Ishlab chiqarish sharoitida reaksiya 400-500°C haroratda qattiq katalizator ishtirokida va bosimda olib boriladi.

Ammiak sintezi reaksiyasida: temir, uran, osmiy, radiy, platina, molibden va boshqa metallar aktiv katalizator bo'la olishi aniqlangan. Harqandshu metallar qat'iy bosim va yuqori haroratda temir katalizator

va zaharlarga chidamli. H<sub>2</sub>S va boshqa S li birikmalar Fe ni qaj qilib zaharlaydi. Agar 0,1 % S li birikma bo'lsa (azot vodorodli aralashmasida), katalizator aktivligini 50 % ga 1 % S li bil bo'lsa, 100% ga pasaytiradi. H<sub>2</sub>O, CO, CO<sub>2</sub> lar esa katalizat juda kuchli zaharlaydi, ammo qaytar zaharlanadi, (ya'ni, katalizatorni aktivlash mumkin bo'ladi).

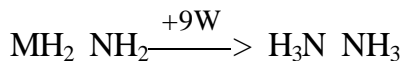
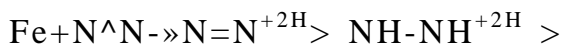
Katalizatorni tayyorlash uchun magnit temirtosh (Fe<sub>1</sub> kislorod ishtirokida va promotorlar; (promotorlar aktiv strukturaga ega bo'lgan, katalizator massasining hosil bo'lish ta'minlovchi, ta'sirga ega bo'lgan birikmalardir) va boshqa bii bilan aralashdirib suyuqlantirish yo'li bilan tayyorlanadi, so'nj katalizator vodorodli aralashma bilan toza metall holdagi temirgacl qaytariladi.

Ammiak sintezi bu tipik geterogen katalitik jarayon bo'lib, bi necha bosqichda boradi:

1. Gazlar aralashmasidan azot va vodorodning katalizator sirtij va ichki g'ovaklariga absorbsiyasi.

2. Katalizatorga gazlarning kimyoviy absorbsiyalanishi.

3. Katalizator sirtida azotning vodorod bilan o'zaro ta'siri. Bunda azot katalizatoridan elektron oladi, vodorod esa katalizatorga elektronlar beradi, ya'ni uni yo'qotgan elektronlari o'rnini to'ldiradi. Buning natijasida navbat bilan: imid-amid va ammiak hosil bo'ladi. Bu jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:

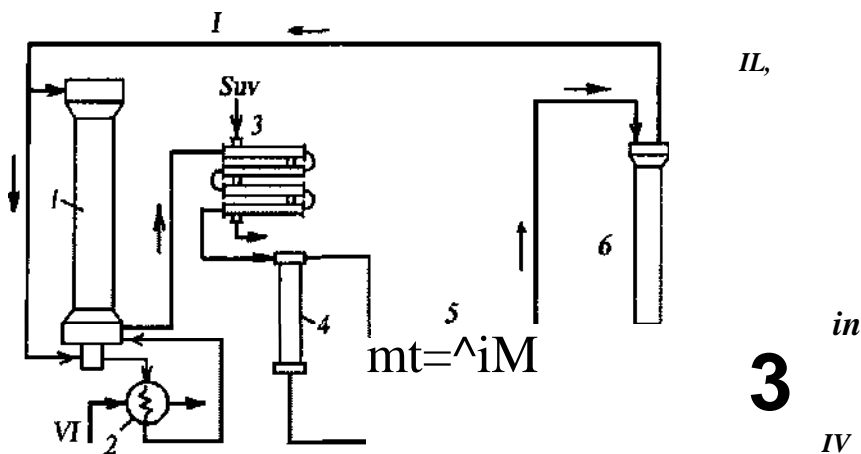


Ammiak sintezi qurilmasining yuqori va baqaror mahsuldorligini ta'minlashning asosiy shartlari quyidagilardir: 1. Azot vodorodi aralashmaning yuqori darajada tozalanishi (inert gazlar va katalizator

ridan tozalash). 2.  $N_2:H_2$  nisbatani 1:3 holatda saqlash. 3. Kata-ming hamma joyida haroratni optimal saqlash. 4. Kontakt Wliga kiruvchi gazlar aralashmasi tarkibida  $NH_3$  miqdorini ytirish. 5. Sintez minorasining takomillashgan konstruksiyasini tllishi.

O'rtacha bosimda ammiak sintezlash. Sanoatda sintetik ammiak lub chiqarish qo'llaniladigan bosimga qarab uch xil bo'ladi: 1. "I bosimda — 10 MPagacha; 2. O'rtacha bosimda -25—60 MPa; , Yuqori bosimda — 60—100 MPa.

loziri vaqtda ko'pincha o'rta bosimda ammiak ishlab chiqarish qo'llaniladi. O'rtacha bosimda ammiak ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 62- rasmda berilgan.



62- rasm. O'rta bosimda ammiak ishlab chiqarish sxemasi.

- 1 — sintez kolonnasi; 2 — bug' qozoni suvini qizdirgichi; 3 — suvli sovutgich; 4 — kondensator; 5 — sirkulyatsiyalovchi (aylantiruvchi) turbokompressor; 6 — kondensatsiya kolonnasi; 7 — bug'lantirgich(ammiakli sovutkich); I — aylanma (sirkulyatsiya) azot-vodorodli aralashmasi; II — gazsimon ammiak; III — suyuq ammiak; IV — toza azot-vodorodli aralashma; V — suyuq ammiak omborga; VI — bug' qozonlar uchun suv.

Toza va aylanma gazlar aralashmasi ko'p pog'onali turbo-kompressor(5)da (bug', havo, gazlar bilan ishlovchi motorga tur-bina deyiladi, kompressor havoni yoki gazlarni siquvchi apparat).

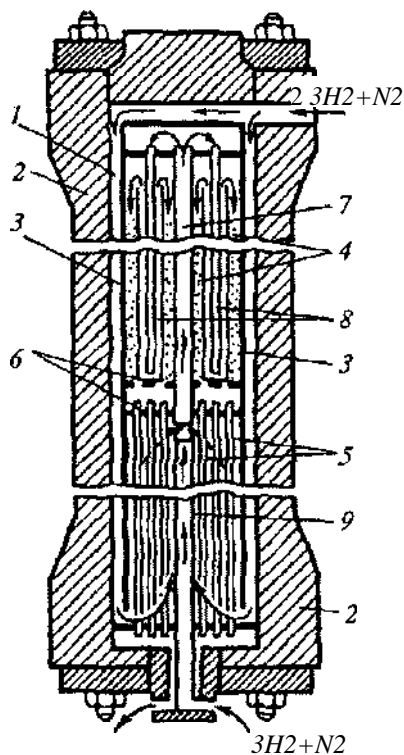
30—22 MPa gacha siqilib ammiak sintezi kalonasiga beriladi, qatunda (1) ammiak sintezlanadi. Sintez kalonasida (kalona-ust chiqqan tarkibida hajm jihatdan 20% gacha  $\text{NH}_3$  saqlovchi (harorati  $400^\circ\text{C}$ ) awal bug' hosil qiluvchi qozon orqali o'tib« sovitgich(3)ga boradi. So'ngra 30— $40^\circ\text{C}$  haroratgacha soviydi speratorga (ajratuvchi apparat) boradi. Separatorda ammiakning qismi gazlardan ajraladi, kondensat/anadi.

Reaksiyaga kirishmay qolgan aylanma gazlar *sirkulyatsiyasi* gad deyilib, kompressorda so'rib olinadi. Ammiak hosil bo'lishi sarflangan gaz miqdoriga teng miqdordagi toza azot vodorodli gazl aralashmasi bilan qo'shilib, ammiakli gazlar aralashmasidan to'liqroq ajratish uchun kondensatsiya kalonasiga yuboriladi. Bunday qilish toza azot vodorodli gazlar aralashmasini suyuq ammiak bug'lantirgich(7)da va kondensator(6)da aralashgan suyuq ammiak bilan bevosita to'qnashuvi natijasida  $-10^\circ\text{C}$  gacha sovitish orqali  $\text{CO}_2$  va CO lardan yanada qo'shimcha ravishda tozalash hamda ammiakni to'liqroq ajratish imkonini beradi.

Gaz kondensatsiya kalonasidagi issiq almashtirgichning tashqi tomonidan — quvurlararo bo'shliqdan (a) hamda gaz ajratgichdan (v) nasadka (b) (tomchilarni ushlab qoladi) orqali o'tib (gazni issiqligidan ammiak bug'lanadi, gaz esa soviydi) sovigan gaz yana kondensatsiya kolonnasiga kiradi va suyuq ammiakdan ajralib nasatka orqali issiq almashtirgichning ichidan o'tadi va o'z issiqligining bir qismini kirayotgan gazga berib sintez kalonasining yuqori qismidan kiradi.

Sirkulyatsiya gazlari tarkibida asta-sekinlik bilan inert qo'shimchalar ( $\text{CH}_4$ , Ar) to'planib, miqdori ko'payib boradi. Bu holat reaksiya unumdorligiga salbiy ta'sir etadi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan sirkulyatsiya gazlari tashqariga chiqarib yuboriladi va tarkibidagi qo'shimchalarni shunday yo'l bilan kamaytirib turiladi. Ammiak sintezlash qurilmasining asosiy qismi sintez kolonnasidir (63- rasmga qarang). Kolonna 175—200 mm, (odatda xromvanadiyli) po'latdan yasalgan silindrsimon korpus bo'lib, ustki va ostki qismi qopqoq bilan berkitilgan. Kolonnaning balandligi 12—20 m. Hozirgi zamon kolonnalarining ichki diametri 1,0—2,8 m bo'ladi. Kolonnalar loyihasi asosan korpusning kattaligi va ichki nasadkasining tuzilishi bilan farq qiladi.

Kolonna korpusining ichida tka (ichki qurilma) bo'lib, u luli/ator qutisi va issiq almash- Ichdan iborat bo'ladi, Kata- tor qutisi kolonnaning yuqori lumiga joylashgan bo'lib, katali- fetor oralariga va kolonnaning ostki qlsmiga quvursimon issiq almash- llrgich o'rnatilgan. Bular jarayon- tning avtotermikligini (o'zini-o'zi issiqlik bilan ta'minlash) ta'min- Uyd Katalizator, quvursimon holda Joylashtirilgan reaktorlar, qaytar l,otemik jarayonda optimal harorat rejimini ta'minlay oladi. Shuning uchun hozirgi zamon yirik ammiak sintezi qurilmalarida tokchali sintez kolonnalari qo'llanilmoqda. Bunda katalizator qutisiga o'rnatilgan tokchalarga katalizator qo'yiladi. Katalizatorning miqdori (qavatning qalinligi) gaz tezligining kamayishi va gazning ammiakga aylanish darajasining kamayishi bilan ortib boradi. Tokchali sintez kalonasida harorat rejimi optimalga yaqin. Shuning uchun mahsuldorlik ham quvursimon kolonnalarga nisbatan tokchali, kolonnalarda anchagina yuqori bo'ladi. Harorat rejimini optimalga juda yaqinlashtirish uchun tokchaU sintez kolonnasida katalizatorni muallaq turuvchi holda joylashtirish va oralig'iga sovitgichlar o'rnatish lozim.



63- rasm. O'rta bosimda ammiak sintezi kolonnasi.

- J — kolonna korpusi; 2 — ichki devor; 3 oralig'idagi aylanma bo'shliq; 4 — katalizator qutisi; 5 — issiqalmashgich;
- 6 — boshqosimon panjara;
- 7 — markaziy quvur; 8 — ikkinchi issiqalmashgich; 9 — g140 qo'shimcha azot-vodordli aralashma berish uchun kuvur (baypas).

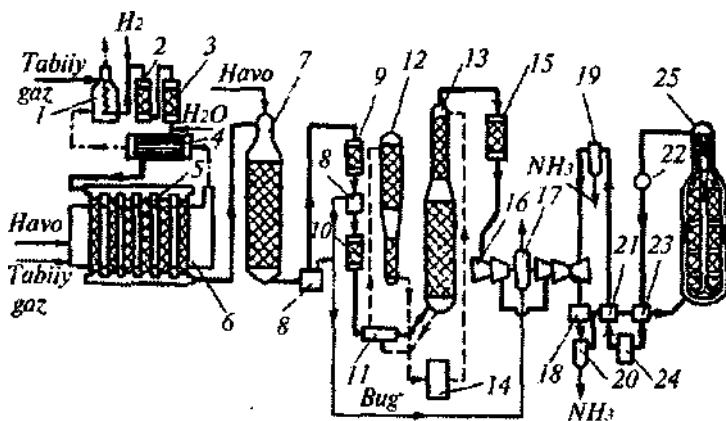
Muallaq turgan katalizator qavatida gazni katalizator bilan to'q- nashuv, yuzasini ancha oshirish va katalizning harorat rejimini yax- shilash natijasida jarayonni ancha jadallash mumkin bo'ladi. Bunday prinsipda ishlovchi sintez kolonnalari tajribada sinab ko'rilmogda.

Hozirgi vaqtda mahsuldorligi 150 dan to 150 t/sutkagacha bo\* ammiak sintezi kolonnalari qo'llaniladi. Mahsuldorlik 91 % g bo'ladi. Katalizatorlar har ikki yilda almashtiriladi.

1 t ammiak ishlab chiqarish uchun 2750—2900 nm<sup>3</sup> azot v rotli aralashma: 300 m<sup>3</sup> suv, 1300-1500 kvт/s. elektr eyengic sarflanadi.

**Ammiak ishlab chiqarishning hozirgi zamon sxemasi.** Ya qudratli yirik ishlab chiqarish qurilmalarini loyihalashda fan texnikaning so'nggi yutuqlariga asoslanib, eng kam energiya, kapi mablag' sarflangan holda yuqori unumdorlik bilan eng arzon tayy mahsulot ishlab chiqarish maqsad qilib qo'yiladi.

Ammiak ishlab chiqarishda bu maqsadga, reaksiya issiqligid to'liqroq foydalanish imkoniyatini beruvchi yirik agregatlarni barpo etish orqali erishiladi. Shunday eng so'nggi fan yutuqlari asosida ishlovchi metan konversiyasi bilan birga ammiak sintezini qo'shib amalga oshiruvchi ammiak sintezi qurilmasining sxemasi 64- rasmda berilgan. Bunda havo bilan sovituvchi apparatlar keng qo'llanilgan, bu suv sarfini ham ancha kamaytiradi.



64- rasm. Ammiak ishlab chiqarish sxemasi.

- 1 — tabiiy gaz qizdirgichi; 2 — organik oltingugurtni gidrogenlash reaktori; 3 — vodorod sulfid adsorberi; 4 — issiqalmashgich; 5 — quvursimon pechmetan konvertori; 6 — yoqish pechi; 7 — shaxtali metan konvertori; 8 — bug' qozoni; 9 — CO gazining birinchi darajali konvertori; 10 — SO gazining ikkinchi darajali konvertori; 11 — issiq almashgich; 12 — SO<sub>2</sub> reaktori; 13 — CO adsorberi; 14, 24 — havo sovitgichi; 15 — metanator; 16 — gaz trubinali trubokompressor; 17 — bug' trubinasi; 18 — ammiak sovitgichi; 19 — birlamchi separator; 20 — ikkilamchi separator; 21 — sovuq issiqalmashgich; 22 — bug' qozonlarini qizdirgichi; 23 — issiq issiqalmashgich; 25 — sintez kolonnasi.

Hu esa hukumatimizning texnik maqsadlarda suv sarfini kamaytirish haqidagi qarorlariga amaliy javobdir. Bu zavodning suvi 1500 t/sutkaga teng bo'lib: bunda, ikki bosqichli bug' havoli tun konversiyasi, CO ning yuqori va past haroratli konversiyasi, noetalomin bilan CO<sub>2</sub> dan tozalash, CO va CO<sub>2</sub> dan katalitik drogenlash yo'li bilan batamom tozalash usullari qo'llaniladi.

Tabiiy gaz (CH<sub>4</sub>) 4MPa bosim ostida oltingugurtli birikmalardan to'zatilgan, 3,7:1 nisbatda suv bug'i bilan qo'shib chiqib ketuvchi faktorlar issiqligi bilan issiq almashtirgichda (4) qizib, tabiiy gaz yoqiluvchi quvursimon metan konvertoriga (5) keladi. Metanning bu bug'i bilan konversiyasi CO hosil bo'lguncha nikel katalizatori ishtirokida va 800—850°C haroratda olib boriladi. Konversiyaning birinchi bosqichidan keyin konversiyaga uchragan gazning tarkibida 9-10 % metan qoladi. So'ngra gaz havo bilan aralashtirilib shaxtali metan konvertoriga (7) yuboriladi. U yerda 900—1000°C da qolgan metan havo kislorodi bilan (bug' gazining nisbatan 0,8:1) konversiyaga uchraydi.

Shaxta konvertoridan gaz, bug' hosil qilish qozoniga yuboriladi. Bu qozonda yuqori haroratli bug' (10 MPa, 480°C) hosil bo'lib, u markazdan qochma kompressorlarning turbinasini harakatga keltirish uchun foydalaniladi. Gaz, bug' hosil qilish qozonidan uglerod (II) oksidining, ikki bosqichli konversiyasiga boradi. CO ning konversiyasi avval birinchi bosqichli konvertorda (9) o'rtacha haroratli temir xromli katalizator ishtirokida 430—470°C da, keyin esa ikkinchi bosqichli CO konvertorida (10) rux-xrom-misli katalizator ishtirokida 200—260°C da boradi.

Ikkinchi bosqichli CO konvertoridan chiqqan gazlar issiqligi gazni CO<sub>2</sub> dan tozalovchi adsorberdan chiqqan monoetanolamin eritmasini regeneratsiyalash uchun sarflanadi. So'ngra gaz CO<sub>2</sub> dan tozalanishi uchun sovuq monoetanolamin bilan sug'orilib turuvchi adsorberga boradi. U yerda 30—40°C da, gaz CO, CO<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> dan tozalanadi. Adsorberdan chiqqan gaz tarkibida 0,3% gacha CO, 30-40 sm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> saqlaydi. 280-350°C da nikel katalizatori ishtirokida metanotorda (15) gidrogenlanadi. Metanotordan chiqqan tozalangan gazlarning issiqligi avval zavodda ishlatiladigan suvlarni qizdirish uchun sarflanadi. Keyin esa gazlar havo sovitgichlarda yana sovutiladi va reaksiya natijasida hosil bo'lgan suvdan tozalash uchun suv ajratgichdan (rasmda ko'rsatilmagan) o'tkazilib, toza azot

vodorodli gaz olinadi. Azot vodorodli gaz aralashmasini 30 M gacha siqish uchun va sintez agregatda gazlarning sirkulizatsiyal uchun markazdan qochma kompressorlar ishlatiladi. Toza vodorodli aralashma gaz ammiakli sovitgich(18) va seperator iborat bo'lgan ikkilamchi kondensatsiya sistemasi (19-20) oldi sirkulyatsiya gazi bilan qo'shiladi. So'ngra ikkita issi almashtirgichlardan (21,22) o'tib tokchali sintez kolonnasiga (2 kiradi.

Reaksiyaga kirishgan gazlar sintez kollonasidan 320—38 haroratda chiqib awal *ta'minot suvini* qizdiruvchi apparatdan (22,, keyin «issiq» issiq almashtirgichdan o'tib (23) havo sovitgichlaridan; (24) «sovuq» issiq almashirgichdan (2J) va suyuq ammiakni ajratuvchi seperatoridan (19),(20) o'tib keyin sirkulyatsiya kompressoriga (J 6) boradi. Suyuq ammiak esa seperatoridan suyuq ammiak omboriga boradi.

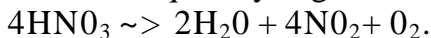
Azot sanoatini rivojlantirishning asosiy vazifasi, bu yirik qudratli (to 3000 t/sutkagacha NH<sub>3</sub> ishlab chiqaruvchi agregatlar yaratishdan, yangi ancha aktiv zaharlanishga, kuyishga chidamli bo'lgan, past haroratda aktivlik ko'rsatuvchi katalizatorlar yaratishdan iboratdir.

Respublikamizda «Navoiyazot» ishlab chiqarish birlashmasi, Olmaliq ammos va Farg'ona azotli o'g'itlar zavodlari har yili 1,5 mln.t. o'g'it ishlab chiqaradi.

## 5- §. Nitrat kislota ishlab chiqarish

**Xossalar**L Kimyoviy toza, suvsiz 100 % li nitrat kislota-rangsiz suyuqlik, o'tkir hidli, zichligi 1,52 g/sm<sup>3</sup>, +82,6°C da qaynaydi, 41,6°C da muzlaydi. Suv bilan har qanday nisbatlarda aralasha oladi. Suyultirilganda issiqlik chiqishi gidratlar hosil bo'lishidan dalolat beradi(HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O, HN0<sub>3</sub>2H<sub>2</sub>O).

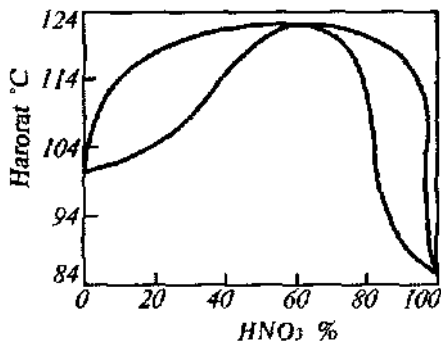
68,4 %li nitrat kislotasi esa azeotrop aralashma bo'lib 121,9°C da qaynaydi (65- rasm), bunda u suv bilan birga qo'shilib haydaladi. Nitrat islotasi issiqlik va yorug'lik ta'sirida parchalanadi.



Ajralib chiqqan azot (IV) - oksidi kislotada erib, uni qo'ng'ir yoki qizil ( erigan NO<sub>2</sub> ning miqdoriga qarab) rangga bo'laydi.



^^Hunlنگtlek, nitrat kislota  
 ^^Hihli oksidlovchidir. U oltin,  
 ^^fanu, tantal, radiy, iridiydan  
 ^^Kh q n harcha met alia mi eitib  
 ^^•tjjihli nitratlaryokioksidlarga  
 ^HMnnliraoladi. Konsentrlangan  
 ^HBtml kislota ay rim metallarni  
 ^KiNNvlashtiradi (U sovuq holda  
 ^•Minimi passivlashtirishini  
 • M, Lomonov aniqlagan edi).  
 • Mnsalan, temir, xrom, alu-  
 • ' . . . . t . . . .  
 • mlniylar oz yuzasim yupqa  
 • oksid parda hosil qilib, metallm  
 • nitrat kislotasining takror  
 • la'siridan himoya qiladi. Shu  
 • xossasidan foydalanib, konsentrlangan nitrat kislotasi po'lat va  
 I aluminiy bochkalarda yoki rezervuarlarda tashiladi va shu xildagi  
 I idishlarda saqlanadi.

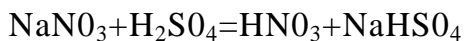


„ . . . . „  
 65- rasm. Atmosfera bosimida  
 nitrat kislotasi suvli eritmasi  
 uchun harorat tarkibi  
 (qaynash) diagrammasi.

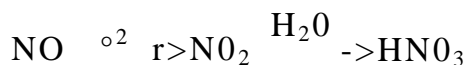
I Ko'pgina organik moddalar, shu jumladan odam va hayvon  
 I to'qimalari ham nitrat kislota ta'sirida emiriladi (masalan, bioqimyoy  
 [ kursida oqsillarning ksantoproyetein reaksiyasi) ba'zi birlari esa  
 ' konsentrlangan nitrat kislotasi ta'sirida yonib ketishi mumkin. Nitrat  
 kislota va uning oksidlari (NO va NO<sub>2</sub>) o'ta zaharli bo'lib, atmosferada  
 uning chegaraviy havfli konsentratsiyasi 0,1 mg/m<sup>3</sup> ga tengdir.

*Ishlatilishi.* Nitrat kislotasi ahamiyati va ishlatish sohasining  
 kengligi bo'yicha boshqa anorganik kislotalar orsida faqat sulfat  
 kislotadan keyingi ikkinchi o'rinda turadi. Juda ko'p sohalarda  
 ishlatiladi. Dunyoda ishlab chiqariladigan nitrat kislotaning 75 %i  
 azotli o'g'itlar ishlab chiqarishda, 15 %i portlovchi moddalar olishda,  
 organik bo'yoqlar, 10%i boshqa narsalar: organik reaktivlar,  
 nitrolaklar, plastmassalar, kinoplyonkalar, sun'iy tolalar va boshqa  
 organik moddalar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Yana u dori-darmonlar  
 olishda oksidlovchi sifatida, suratxonalarda, nitrozali usulda sulfat  
 kislota va boshqa ko'pgina mahsulotlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

*Olinishi.* Nitrat kislota VIII asrdan buyon ma'lum. Ming yillardan  
 ko'proq vaqtdan beri uni selitrani temir ko'porosi yoki qo'sh tuzlar-  
 achchiq toshlar bilan aralashtirib qizdirish yo'li bilan olingan. XVIII  
 asrning oxirlarida XX asrning 20- yillarigacha nitrat kislota faqat  
 tabiiy selitradan konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olingan.



Nitrat kislotaning azot oksidlaridan olish mumkinligi i vaqtlardan buyon ma'lum.



Ammo azot oksidini sanoatda olishning tuzukroq usuli yillar davomida topilmadi.

Azot oksidi olishning birinchi plazma (elektr yoy) usuli iqtis samaradorligi darajasi pastligi uchun xalq xo'jaligi sohasida ke tarqalmadi. Ammo bu usulda tabiatda havodagi elektr razryadi paj azot va kisloroddan azot oksidlari hosil bo'lib turadi. Masai chaqmoq chaqqanda 1500 kg gacha azot birikma holga o'tadi va u q va yomg'ir suvlarida erib azot birikmalari shaklida yerga tushadi yerni azotga boyitadi.

Ikkinchi usul ammiakni oksidlash usulidir. Bu usul 1839- yii Kyulman  $\text{NH}_3$  platina ishtirokida azot oksidiga aylantirish mui ekanligini aniqlagan paytdan boshlab ma'lum. Ammo bu jarayonnl sanoatda ishlab chiqarishga tatbiq etish maqsadida XX asrning boshlaridagina V.Ostvold chuqur o'rgandi. Natijada 1909- yilda Germaniyada Ostvol'd usuli bo'yicha birinchi tajriba zavodi qurildi. Keyinchalik Yevropaning ko'pgina mamlakatlarida (Bel'giya, Angiliya) ham yuqoridagidek zavodlar qurila boshlandi. Ammo bu zavodlarning mahsuldorligi past edi (masalan, Germaniyadagi zavod yiliga 18001. kuchsiz nitrat kislotaga ishlab chiqarardi xolos).

1914—1916- yillarda injener I.I.Andreyev ammiakning oksidlanishga turli omillarining ta'sirini o'rganib, bu jarayonni ancha takkomillashtirdi.

I.Andreyev loyihasi asosida Rossiyada birinchi nitrat ishlab chiqarish zavodi 1917- yilda Yuzovka hozirgi Donetsk shahrida qurildi. Unda ko'mirni kokslashda olinadigan ammiakni ajratib olish va tozalashning yangi usuli qo'llaniladi. Kontakt apparatining keng yuzali konstruksiyasi va platina-iridiyli katalizatoridan foydalanish, yuttirish mineralari qurilishida kislotaga chidamli granitdan

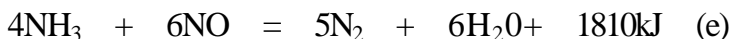
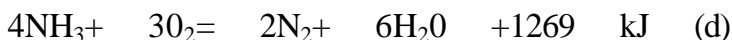
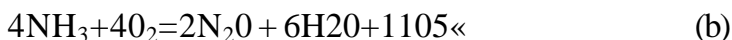
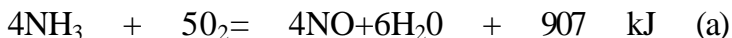
llanish kabi ko'pgina ijobiy yangiliklar qo'llanilishi sababli zavod mildorligini ancha oshirishga erishildi. I.I.Andreyevning bu soha- Ishlari dunyoda nitrat kislota ishlab chiqarish taraqqiyotiga katta bo'lib qo'shildi.

Sanoatda nitrat kislotaning quyidagi turlari ishlab chiqariladi. 1. ichsiz yoki suyuq holda: 1- nav - 56 %li, 2- nav - 47 % li, nav - 45 % li. 2. Konsentrlangan: 1- nav -98 % li, 2- nav - 97 11.3. Melanj (fransuzcha so'z bo'lib, aralashma ma'nosini anglatadi) % nitrat kislota, 7,5 % sulfat kislotadan iborat.

**Nitrat kislota ishlab chiqarishning nazariy asoslari.** Ammiakdan **nitrat** kislota ishlab chiqarish yo'li uch bosqichdan iborat:

1. Havo kislorodi bilan ammiakni oksidlash.
2. Azot (II)- oksidini azot (IV)- oksidigacha oksidlash va azot (IV)- oksidini dimerlash.
3. Azot (IV)- oksidi va azot qo'sh oksidini suv bilan ubsorbsiyalash bosqichlari.

*1. Havo kislorodi bilan ammiakni oksidlash.* Ammiak katalizator ishtirokida oksidlanganda sharoitga qarab reaksiyalar quyidagicha boradi:



(a) reaksiya asosiy, qolganlari qo'shimcha reaksiyalar bo'lib, hammasi ham qaytmas reaksiyalardir. Shuning uchun ham, jarayonning yo'nalishi reaksiyalar tezliklarining nisbatlariga bog'liq bo'ladi. Agar katalizator bo'lmasa, yuqori haroratda (900°C dan yuqori) ammiak yonib, erkin azot va suvga aylanadi (d-reaksiya bo'yicha). Platina katalizatori yuzaisda esa reaksiya boshqacha (a) reaksiya jarayoni bo'yicha boradi.

Sanoatda amalda qo'llaniladigan eng aktiv va tanlab ta'sir etuvchi selektiv katalizator, bu platina va uning palladiy, rodiylar bilan

qotishmasidir. Ular asosiy reaksiyani (a) tezlashtirib, qo'sh' reaksiyalarga (b,d,e) ta'sir etmaydi. Shunday katalizator m sharoitda ammiakni kislorod bilan NO gacha oksidlanish daraj amalda 98 % ga yetkaziladi. Ammiakning palatinali katalizato \* oksidlanish reaksiyasi hozirgacha ma'lum bo'lgan reaksiyalar o eng tez reaksiyasidir (0,0001 dan 0,0002 soniya). Agar gaz shun ko'proq katalizator bilan kontaktda bo'lsa, ammiak yonadi" qo'sMmcha reaksiyalar ketadi, NO ni miqdori keskin kamayadi.

Platinali katalizator diametri 0,06-0,09 mm gacha bo'lgan ingic simlardan to'qilgan to'r shaklida (1 sm da 1024 ta teshigi bo'la tayyorlanib, ularning bir nechitasi ustma-ust qo'yib setkalanr balandligi  $\phi$ — 150 mm qalinlikda paketlar shaklida tayyorlanadi. holat katalizator yuzasini kengaytirish imkoniyatini beradi. Eng q katalizator qotishmasi 93 % Pt, 4 % Pd va 3 % Rh dan tayyorlan

Ish jarayonida katalizator simlari sekin asta yemirilib, may zarrachalar shaklida gaz oqimi bilan olib ketiladi. 800°C harorat 0,1 MPa bosimda ishlovchi qurilmalarda 1 t nitrat kislotasi ish chiqarilganda platinali katalizatorlardan 0,04—0,06 yo'qotiladi, Harorat va bosimning ortishi bilan katalizatorning yo'qotish harf ortadi. Masalan, 8 MPa bosim va 900°C haroratda ishlovchi qurilmalarda 1 l HNO<sub>3</sub> da 0,13-0,16 g platina yo'qotiladi. Platina va palladiy qiymatining balandligi awalo ularning kamligi va bunday qimmatbaho nodir metallarning yemirilishi natijasida doim yo'qotilib turilishi nisbatan arzonroq metallarni qo'llashni taqazo etadi.

Hozirgi paytda platina metallari bilan bir qatorda, temir yoki vismut oksidlariga, xrom, marganets, vismut kabi metallarni qo'shib tayyorlangan katalizatorlardan keng foydalanilmoqda. Ularning aktivligi va selektivligi ancha kam albatta. Katalizator massasining taxminan 30 % i yo'qotilgach, u qayta suyuqlantirilib boshqatdan katalizator qotishmasiga aylantiriladi. Platina-rodiiy-palladiyli qotishmadan tayyor bo'lgan katalizator turi 0,1 MPa bosimda ishlovchi qurilmada taxminan bir yilda bir marta almashtiriladi. Oksidlash jarayonining umumiy tezligi, apparat konstruksiyasi va texnologik rejimga qarab, platina katalizatorining yuzasiga gaz oqimining ammiakning qanday difuziyalanganligi bilan aniqlanadi.

Bundan tashqari platinaga absorbsiyalangan ammiak va kislorodning o'zaro ta'siriga ham ozroq bog'liq bo'ladi. Platina yuzasiga



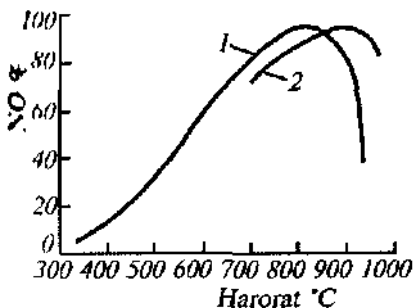
bsiyalangan kislorod molekulasini ajraladi, atomar vodorod, pratonga o'ch bo'lgani uchun ammiak tarkibidagi vodorod bilan birikib NO va suv hosil qiladi. Ammiak oksidlanishining tezligi tenglamasidan ko'rinib turib-

$$u = \frac{dP_{NH_3}}{d\tau} = K \cdot P_{NH_3}$$

ammiak oksidlanishining umumiy tezligi, eng sekin boruvchi bo'lgan, ya'ni ammiakning platina yuzasiga adsorbsiyalanishi bosqichi belgilanadi.

ammiakning NO ga aylanish darajasi bosim va haroratga ham bog'liq bo'ladi. Bu reaksiya qaytmas bo'lganligi uchun ham bosim va harorat ortsa gazlar konsentratsiyasi ham shuncha ortadi, demak,

ma'lum bir vaqt oralig'ida  $NH_3$  ning NO ga aylanish miqdori ham ortishi tabiiy. Haroratning  $NH_3$  ni  $NO_3$  ga aylanish darajasiga ta'siri 66- rasmda ko'rsatilgan 0,1 MPa platina katalizatorida harorat oshirilib  $800^\circ C$  ga etganda reaksiya tezligi oshish natijasida NO ning unumi ortadi. Yuqori bosimda (0,8 MPa) ishlovchi sistemada esa optimal harorat  $900^\circ C$  bo'lishi rasmdan ko'rinib turibdi. Harorat bundan oshinlsa, NO ni unumi kamayadi.



$$6 \cdot T - 170 \text{ Pa}; 2 \cdot 10^4$$

MPa bosimda NO unumining haroratgaboqliqligi.

Platinali katalizatorlar, zaharli, ammiak-havo aralashmasi tarkibidagi begona aralashmalar ta'siriga juda sezgir bo'ladi. Ayniqsa, kontakt apparatiga keluvchi gazlar aralashmasi tarkibida vodorod fosfidi- $P_2H_4$  bo'lsa, uning 0,00001 % ham platinali katalizatorni qaytmas qilib zaharlay oladi. Oltinugurt birikmalari ham kuchli zaharlaydi, ammo qaytar holda zaharlanadi.

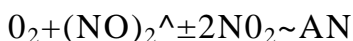
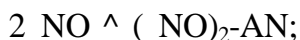
kontakt apparatiga tushadi. Natijada sekin-asta katalizatorning kamaya boradi. Uni yangisiga almashtirgunga qadar aktivligini tiklash uchun, xlorid kislotasining kuchsiz eritmasi bilan **mun** yuvilib turadi.

Stixiometrik tenglama bo'yicha ammiakni oksidlash uchun ammiak aralashmasi tarkibida 1 mol  $\text{NH}_3$  ga, 1,25 mol  $\text{O}_2$  to kelishi kerak. Amalda esa NO ni unumini oshirish va amnr oksidlanish reaksiyasini tezlashtirish uchun kislorod miqdorini \ 1,5 marta ko'p olindi, ya'ni 10-12 %  $\text{NH}_3$ , 18-19 %  $\text{O}_2$  va 72 %  $\text{N}_2$  (hajmiy nisbatda) olinadi. Oksidlangandan keyin nit gazlari, tarkibida 9—10 % NO va 5—6 %  $\text{O}_2$  saqlaydi.

**Azot (II)- oksidini azot (IV)- oksidigacha oksidlash va (IV)- oksidini dimerlash.** Azot (II)- oksidining azot (IV)- oksi aylanish reaksiyasi, kinetik hududda boruvchi nokatalitik, gomo reaksiyadir. Nitrat kislota ishlab chiqarishda eng sekin boruvchi bo~~ NO ni  $\text{NO}_2$  ga oksidlanishi reaksiyasidir. Mana shu reaksiya is chiqarish jarayonining umumiy tezligini belgilaydi. Bu reaksiya nit kislota ishlab chiqarishning ikkinchi bosqichi bo'lib, qo'yidagi tei bo'yicha boradi.

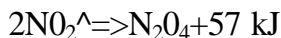


Bu reaksiya  $150^\circ\text{C}$  dan past haroratda, amalda to'liq hosil bo'lis' tomonga yo'naladi. Agar haroratga oshirilsa, muvozanat chapga, ya'ni  $\text{NO}_2$  ni parchalanib, NO va  $\text{O}_2$  hosil bo'lish tomon siljiydi.  $800^\circ\text{C}$  da  $\text{NO}_2$  ning hosil bo'lishi umuman to'xtaydi. Barcha bir bosqichli reaksiyalarda haroratning ortishi reaksiya tezligini keskin oshiradi, ammo NO ning  $\text{NO}_2$  ga oksidlanish reaksiyasi, bu umumiy qoidaga bo'ysunmaydi, aksincha, haroratning ortishi bu reaksiya tezligini kamaytiradi. Bu hodisani tushuntirish uchun bir necha gipotezalar o'rtaga tashlangan. Bulardan nisbatan to'g'ri deb tan olingani, bu NO ning oksidlanishi orqali mahsulot dimer hosil bo'lish bilan borish reaksiyasidir.



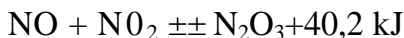
Dimerning  $(\text{NO})_2$  hosil bo'lishi issiqlik chiqishi bilan boruvchi qaytar jarayondir. Demak, haroratning oshishi bu reaksiyada muvo-zanatni chapga  $\text{NO}_2$  ni parchalanishi tomonga siljiydi.

Pe'mak, haroratning ortishi bilan NO ni oksidlanish reaksiyasi Iginging kamayishiga sabab, harorat ortgan sayin konsenrasining kamayishidandir. Binobarin, bosimning ortishi va haro-ning pasayishi NO ni oksidlash reaksiyasini tezlashtiradi. Azot )-oksidi assosmatsiyalanib demirlanish xossasiga ega.



! laroratning pasayishi bilan dimirlanish darajasi ortadi; atmosfera wimida 0°C haroratda NO<sub>2</sub> ni assosiatsiyalanishi 71 % ga teng, — |5"Cda esa 92 % ga yaqin, 150°C da N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> umuman bo'lmaydi, lo'liq NO<sub>2</sub>ga parchalanadi. Reaksiya hajmining kamayishi bilan borganligi uchun ham bosimning ortishi N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>ning ko'payishiga olib keladi. Har qanday haroratda ham bu reaksiyalar amalda juda liv. muvozanat holatiga keladi.

Azot (IV)- oksidi, NO bilan ham o'zaro quyidagi reaksiya bo'yicha ta'sir etadi.

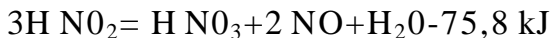


Ammo azot (III)- oksidining amaldagi miqdori kam bo'ladi. Oksidlarning oksidlanish va assosiatsiyalanish reaksiyalari tufayli nitroza gazlarining aralashmasi hosil bo'ladi. Qaysiki, uning tarkibida azot va kisloroddan (havo bilan kirgan) tashqari NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> va H<sub>2</sub>O mavjud bo'ladi. Bu oksidlar konsentratsiyalarning nisbatlari sharoitga qarab keskin o'zgarib turadi, ammo asosiy komponent NO<sub>2</sub> va N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> laming o'zidir.

**Azot (IV)- oksidi va azot qo'sh oksidini suv bilan absorbsiyalash** jarayonning uchinchi va oxirgi bosqichi hisoblanadi. Azot (IV)- oksidi va N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> suv bilan quyidagi tenglama bo'yicha ta'sir etadi.



Hosil bo'lgan nitrit kislotasi beqaror bo'lganligi uchun o'z-o'zini oksidlash va o'z-o'zini qaytarish reaksiyalariga kirishadi.



Umumiy hoida  $\text{NO}_2$  va  $\text{N}_2\text{O}_4$  ning absorbsiyalanish re bunday yoziladi:



$\text{N}_2\text{O}_3$  suv bilan birikib faqat nitrit kislotasiga aylanadi.  $\text{NO}$  va  $\text{N}_2\text{O}$  har ikkala holida suvda erimaydi, betaraf oksidlardir.

Bu ekzotermik reaksiyalar hajmining kamayishi bilan bog'liq boradi. Demak, bosimni oshirish muvozanatni nitrat kislotaga olib boradi. Demak, bosimni oshirish muvozanatni nitrat kislotaga olib boradi. Demak, bosimni oshirish muvozanatni nitrat kislotaga olib boradi. Demak, bosimni oshirish muvozanatni nitrat kislotaga olib boradi.

Muvozanat, bu reaksiyada hosil bo'lgan kislotalarning konsentratsiyasiga ham bog'liqdir. Kislatalar konsentratsiyasining o'zgarishi ham o'zgarish tomonga ketuvchi reaksiya tezligini kamaytiradi. Atmosfer bosimi va oddiy haroratda hosil bo'lgan nitrat kislotasi konsentratsiyasi 50 % ga yetgach sistemada muvozanat qaror topa Shuning uchun ham oddiy sharoitda massa ulushi 47—50 % da ortiq konsentratsiyali kislotaga olib bo'lmaydi.

Konsentrlangan (98 % li) nitrat kislotani, suyuq  $\text{N}_2\text{O}_4$  ni 60  $^{\circ}\text{C}$  harorat va 2MPa bosimda, toza kislorod ishtirokida suv bilan ta'sir ettirib olish ham mumkin.



Bunda,  $\text{N}_2\text{O}_4$  ning  $\text{HNO}_3$  ga aylanish darajasi 100 % ga yetadi. Chunki bu reaksiyada birinchidan,  $\text{N}_2\text{O}_4$  ning konsentratsiyasi ( $\text{N}_2\text{O}_4$  reaksiya uchun olingan suv miqdoridan ko'p olinadi) suvga nisbatan yuqori bo'ladi.

Ikkinchidan reaksiya natijasida hosil bo'lgan  $\text{NO}$  bosimning yuqoriligi va havo o'rniga ortiqchasi bilan toza kislorod olinganligi uchun darhol  $\text{NO}_2$  ga va  $\text{NO}_2$  qisman  $\text{N}_2\text{O}_4$  ga aylanadi. uchinchidan haroratning oshirilganligi  $\text{NO}_2$  ni suv bilan o'z ta'sirini oshiradi.

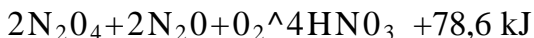
Bunda boradigan reaksiyalarni (tenglamalarni soddalashtirish maqsadida  $\text{NO}_2$  ning suv bilan o'zaro ta'siri reaksiyasini hisobga olmay yozsak) quyidagicha yozish mumkin.







Bitta tenglama bilan ifodalaydigan bo'lsak, quyidagicha yoziladi:



Reaksiya uchun olingan suvning hammasi birikkanligi uchun yuqori konsentratsiyali kislota hosil bo'ladi. Ortiqcha  $\text{NO}_2$  va  $\text{N}_2\text{O}_4$  lar suv tugagach kislota erib, nitrooleum hosil qiladi. Bosim qanchalik yuqori bo'lib harorat past bo'lsa  $\text{NO}_2$  va  $\text{N}_2\text{O}_4$  lar kislota shunchalik tez eriydi. —  $10^\circ\text{C}$  da 98 % li nitrat kislota 30 %li nitrooleum hosil qilishi mumkin.

Suyuq nitrat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxema. Nitrat kislota ishlab chiqarish usuli qo'llaniladigan bosimga qarab 3 tipga bo'linadi:

1. Atmosfera bosimida ishlovchi qurilmalar.
2. Yuqori bosimda ishlovchi qurilmalar.
3. Qurama(kombinatsiyalangan, qo'shilgan) qurilmalar.

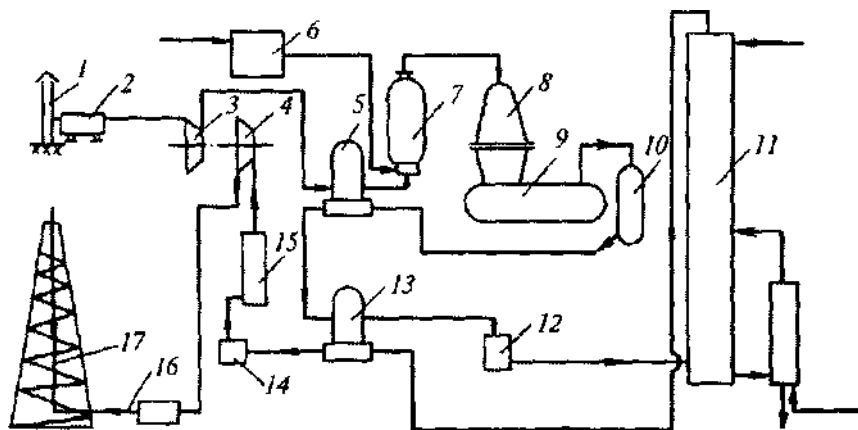
Binobarin bunda, ammiakni oksidlash pastroq bosimda 0,3—0,4 MPa, azot oksidlarini azot kislotasiga aylantirish, yuqoririq bosimda (0,8-1,2 MPa) olib boriladi.

Atmosfera bosimida ishlovchi qurilmalarda mahsuldorlikning pastligi  $\text{NO}$  ni oksidlanishi va  $\text{NO}_2$  ni absorbsiyasi jadalligirining pastligi, katta hajmdagi absorbsiya qurilmalari talab qilinishi, atmosferaga chiqib ketuvchi gazlarni azot oksidlaridan tozalash uchun ko'p ishqor sarflanishi kabi kamchiliklari tufayli hozirgi vaqtda bu tipdagi qurilmalar ishlatilmaydi.

Yuqori bosimda ishlovchi va qurama qurilmalar keng qo'llaniladi. Chunki bunda chiqib ketuvchi gaz energiyasidan ammiakni oksidlanish issiqligidan havoni, nitroza gazlarini siqishda, bug' olishda foydalaniladi, mahsuldorlik yuqori bo'ladi va boshqa ustunliklarga egalik seziladi.

**Yuqori bosimda ishlovchi qurilmada suyuq nitrat kislota ishlab chiqarish.** Atmosfera havosi tozalash apparatidan (67- rasm) o'tgach (2) gaz quvuri (4) yordamida harakatga keluvchi kompressorga (3) keladi. U yerda 0,7—0,8 MPa bosimgacha siqiladi, natijada  $135^\circ\text{C}$  gacha qizib, oksidlovchidan (10) cruquvchi nitroza gazlari bilan

qizuvchi havo qizdirgichga (5) borib  $250^{\circ}\text{C}$  darajagacha qiziydi v aralastirgichga (7) kelib, ammiakni tozalash apparatida (6) (suyuq ammiakni bug'lantirib, filtrlab va isitib beruvchi apparat kelgan ammiak bilan aralashadi.



**67- rasm.** 0,73 MPa bosimda kuchsiz(suyuq) nitrat kislota ishlab chiqarishning taxminiy sxemasi.

1 — havo so'rish quvuri; 2 — havoni tozalovchi apparat; 3 — gaz kompressori; 4 — gaz turbinasi; 5 — havo qizdirgich; 6 — ammiakni tayyorlash apparati; 7 — filtrlri aralastirgich; 8 — kontakt apparati; 9, 16 — tilizatsiya(foydalanish) qozoni; 10 — filtrlri oksidlovchi; 11 — absorbsiya kolonnasi; 12 — kondensator-sovitgich; 13 — chiqib ketuvchi gazlarni qizdirgichi; 14 — yoqish bo'Imasi; 15 — katalitik tozalash reaktori; 17 — mo'ri quvuri.

Ammiak havo aralashmasi aralastirgichdan kontakt apparatiga (8) boradi, u yerda  $890\text{--}900^{\circ}\text{C}$  haroratda platinali katalizotor to'ri yuzasida ammiak oksidlanadi. Hosil bo'lgan tarkibda  $9\text{--}9,6\%$  NO saqlovchi nitroza gazlari bug' qozoniga o'tadi. Undan oksidlovchiga (10) borib, uning tepa qismiga katalizatorni ushlab qolish uchun o'rnatilgan fiJtrdan (shisha paxta) o'tib, ketma-ket sovitgichlarga borib soviydi. Awal havo qizdirgichga borib  $210\text{--}230^{\circ}\text{C}$  darajaga, so'ngra dum gazlarini qizdirgichi (13) orqali o'tib  $150\text{--}160^{\circ}\text{C}$  darajaga, nihoyat kondensator-sovitgichdan o'tib  $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$  darajaga soviydi. Sovugan nitroza gazlari absorbsiya kolonnasining (11) (kolonna-ustunsimon apparat) ostki qismidan kiradi.

Absorbsiya kolonnasining balandligi 46 m, diametri 2 m. Uning ichiga zanglamaydigan ingichka po'lat simlardan to'qilgan simto'r

liirelkalar o'rnatilgan. Tarelkalar bir-biriga maxsus quvurchalar orqali tutashgan bo'lib, undan bir tarelkadan ikkinchisiga suyuqlik oqib tushadi. Kolonnaning ichki tuzilishi neftni haydashda Ishlatiladigan rektifikatsiya kolonnasiga o'xshaydi. Kolonnaning tepa qismidan sovuq suv yuborilib turiladi. Unga qarama-qarshi yo'nalishda pastdan yuqoriga qarab nitroza gazlari ko'tariladi. Gazlar to'r teshiklaridan o'tib, tarelka ustidagi suyuqlikka duch kelib, eriydi va nitrat kislotasiga aylanadi.

Erib ulgurmagani yuqoridagi tarelkaga ko'tarilib, undagi suyuqlikda eriydi, shunday qilib gazlar, suyuqlikni to'r teshiklaridan asta oqib tushishga qo'ymaydi. Suyuqlik maxsus quvurcha orqali pastga oqib tushgan sayin kislota konsentratsiyasi ortib boradi. Tarelka ustiga suyuqlikdan issiqlikni olib uni sovitib turish uchun sovutkichlar ham o'rnatilgan. Kolonna ustiga tushgan kislota o'z oqimi bilan puflagich (biror apparatni gaz yoki siqilgan havo bilan puflab tozalagich) kolonnasiga oqib keladi, u yerda issiq, havo kislotada erigan azot oksidlarini puflab uchurib olib ketadi va adsorbsion kolonnasining 6- tarelkasiga yuboriladi.

Chiqindi gazlar (adsorbsion kolonnadan chiqadigan gazlar «dum gazlari» deyilib, uning tarkibiga 0,05—0,1 % gacha (hajm bo'yicha) azot oksidlari bo'ladi) adsorbsion kolonnadan chiqib dum gazlari qizdirgichi orqali o'tib 110—120°C gacha qiziydi, so'ngra yonish kamerasiga (bo'shlig'iga) kelib, tabiiy gazni havo bilan yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar bilan aralashib 380—480°C gacha qiziydi. Keyin gazlar aralashmasi katalitik tozalash reaktoriga borib ikki qavat: palladiy ammoniy va aluminiy oksidli katalizatorlar orqali o'tadi. Bunda vodorod saqlovchi gazlar yonadi, azot oksidlari esa erkin N<sub>2</sub> va kislorodgacha qaytariladi va gazlar aralashmasining harorati 700—710°C gacha ko'tarilib filtr va gaz turbinasi (4) orqali foydalanish qozonga va so'ngra undan 100 metrli chiqarish quvuri (17) orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bunday zavodni mahsuldorligi 100 % li nitrat kislotasiga hisoblanganda 380—4001/ yilga teng.

Yuqori bosimda ishlovchi qurilmaning atmosfera bosimida ishlovchi qurilmadan ustunligi quyidagilardan iborat:

1. Azot oksidlarini nitrat kislotaga aylantirish 98—99 % gacha ortadi. Olingan kislota konsentratsiyasi 60—62 % ga ko'tariladi, ishqoriy absorbsiyalash jarayoniga ehtiyoj qolmaydi;

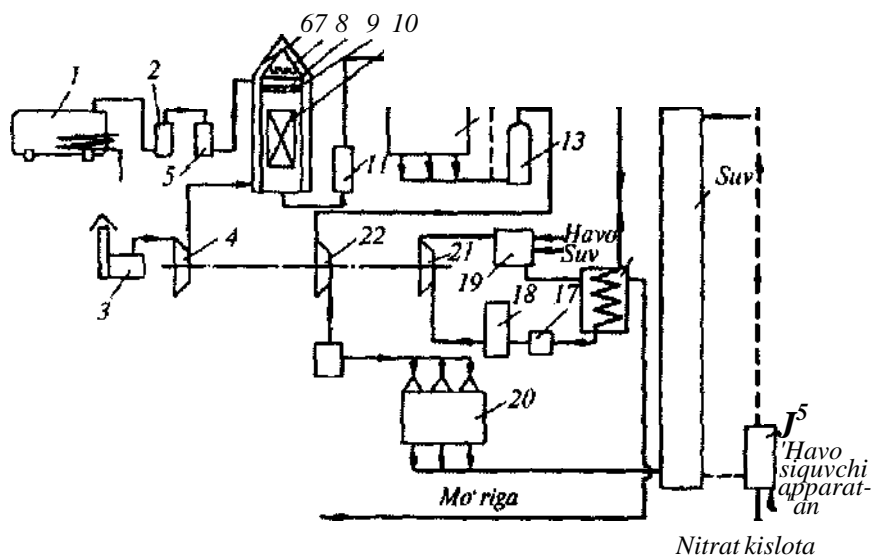
2. Adsorbsion kolonnasining hajmi, atmosfera bosimida istil> qurilmada qo'llaniladigan nasadkali minoralar hajmidan o\* marotaba kichik.

3. Qurilmalarni qurish uchun kam mablag' sarflanadi.

4. Qurilmalarda xizmat qilish, ularni ishlatish ancha soddalz

Ammo, yuqori bosimda katalizatorning yo'qotilishi va energij ko'p talab qilishi bu tipdagi qurilmalarni keng tarqalishga katta to\* bo'lmoqda. Shuning uchun ham keyingi yillarda qurama tipd qurilmalar keng tarqalmoqda.

*Qurama (kombinatsiyalangan) usulda suyuq nitrat kislotasi ish chiqarish.* Bu usulda ishlovchi qurilma sxemasi 68- rasmda berilgan\*



**68- rasni.** Qurama usulda 0,4 — I MPa bosimda suyuq (kuchsiz) nitrat kislotasi ishlab chiqarish.

1 — ammiak bug'lantirgichi; 2 — ammiakni tozalash uchun filtri; 3 — havoni tozalash uchun filtri; 4 — havo kompressori; 5 — ammiak qizdirgichi; 6 — kontakt apparati; 7 — ammiak - havo aralashmasini tozalash uchun filtri; 8 — platina to'ri; 9 — platinasiz katalizator; 10 — utilizatsiya qozoni; 11, 23 — suv qizdirgich; 12, 20 — havoli sovutkich; 13 — gaz yuvgich; 14 — adsorbsiya kolonnasi; 15 — pufiash kolonnasi; 16 — chiqarib yuboriladigan gaz qizdirgichi; 17 — gazlarni aralastirgichi; 18 — katalitik tozalash apparati; 19 — yoqish qurilmasi; 21 — gaz turbinasi; 22 — nitroza kompressori.

Kompressorida 0,4 MPa bosimgacha siqilgan va 200°C gacha qizigan o konlakt apparatining g'ilofi orqali o'tib qiziydi va aralashtirgichga rib filtrlangan va qizigan ammiak bilan aralashadi, so'ngra kontakt juratining o'ziga o'rnatilgan tozalagichdan o'tgib tozalangan, havommiak aralashmasi ikki qavat katalizator (platinali to'r qavat va lining ostida platinasiz katalizator qavatlari) orqali o'tadi. Platinali Quvatdan o'tgach, filtrlanib platina zarrachalari ushlab qolinadi. Nitroza gazlari (850—880°C) reaktor ichida o'rnatilgan bug' qazoni orqali o'tadi, keyin suv isitgichdan o'tib, o'z issiqligini yana 180°C gacha pasaytiradi.

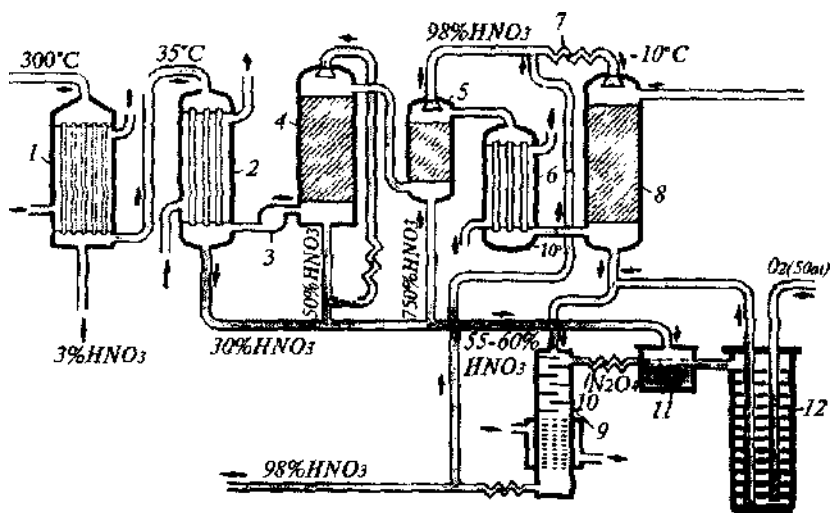
So'ngra havo sovutkichlar orqali o'tib 60°C gacha soviydi va nitroza kislota bilan sug'orilib turuvchi yuvgichga boradi. Yuvgich ostiga yig'ilib qolgan 47 % li nitrat kislota adsorberga yuboriladi. Sovugan nitroza gazlari nitroza kompressorida 1,1—1,2 MPa bosimgacha siqiladi va suv qizdirgich, keyin havo sovitgichi orqali o'tib sovugach adsorb-sion kolonnaga kiradi. Hosil bo'lgan 60 %li nitrat kislota, puflash kolonnasiga va undan omborxonaga havzasiga boradi. Puflash kolonnasidan chiqqan nitroza gazlari yuvgichga kirishdan oldin siklga qo'shiladi. Chiqindi gazlar yuqori bosimda ishlovchi qurilmadagidek parchalab yuboriladi. Bunday qurilmalarning mahsuldorligi 3 marta oshadi.

*Nitrat kislotani konsentrlash* ikki usul bilan amalga oshiriladi; 1. Suvni tortib oluvchi moddalar yordamida konsentrlash. 2. Nitrat kislotaning to'g'ri sintezi.

Birinchi usulda nitrat kislotani haydash (distillash) yo'li bilan konsentratsiyasi oshiriladi. Ammo nitrat kislota suv bilan azeotrop aralashma hosil qilganligi sababli bu usulda amalda 65 % dan yuqori konsentratsiyali kislota olib bo'lmaydi. Shuning uchun ham suvni tortib oluvchi moddalar: konsentrlangan sulfat kislota yoki magniy nitrat tuzi aralashtirib haydash orqali konsentrlanadi. Ammo bu usulda 11. nitrat kislotani konsentrlash uchun 3-41. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sarflanadi.

Umuman bu usul iqtisodiy jihatdan norentabell bo'lib, keyingi yillarda ancha rentabelli usul, nitrat kislotasini to'g'ri sintezlash keng tarqalmoqda.

**Konsentrlangan nitrat kislotasining to'g'ri sintezi.** Konsentri nitrat kislotasi olishning suyuq kislota olishdan asosiy farqi nitro gazlaridan suyuq  $N_2O_4$  ni ajratib olishdir. Atmosfera bosimida oling nitroza gazlari, foydalanish qozonidan o'tgach tarkibidagi su' yo'qotish uchun tez suratda sovitiladi. Burring uchun (69- rasm nitroza gazlari suvli tez sovutkich (1) orqali o'tadi.



**69- rasm.** Konsentrlangan nitrat kislotasi sintezining sxemasi.

- 1 — tez sovutgich; 2 — suvli sovutkich; 3 — ventilyator; 4 — oksidlovchi minorasi; 5 — to'liq oksidlagich; 6, 7, 10 — sho'robali sovutkichlar; 8 — yuttiruvchi minorasi; 9 — tokchali oqartiruvchi kolonna va uning bug' uchun g'ilofi; 11 — arafashtirgich; 12 — elaksimon tarelkali avtoklav.

Undan suvning ko'p qismi 3 %li nitrat kislotaga aylanib tushadi, qolgan qismi esa sovutgichda (2) kondensatlanadi, so'ngra ventilyator (3) (gaz yoki havo haydovchi, shamona turuvchi asbob) bilan ichida keramik halqalardan nasadkasi bo'lgan oksidlash minorasiga (4) olib beriladi. Unda NO oksidlanib  $NO_2$  ga aylanadi (oksidlovchi minorada NO ning  $NO_2$  ga oksidlanishi nitroza gazlari tarkibidagi kislorod hisobiga boradi. Reaksiya past haroratda borishi yuqorida aytilgan), ajralib chiqqan issiqlik minorani sug'orib va aylanib turuvchi

50 %li nitrat kislotasi bilan olinib turiladi. 50 %li nitrat kislotasi azot oksidlaribilan o'zarota'sirgaucbratnaydi-birikmaydi. Oksidlanmay qolgan NO dookislitelda (5) 98 %li nitrat kislotasi bilan oksidlanadi.



Hosil bo'lgan  $\text{NO}_2$  (oksidlanish minorasida va dookislitelda hosil bo'lgan  $\text{NO}_2$  birgalikda) sho'roba sovutkichlar(6)da —  $10^\circ\text{C}$  gacha sovitilib ko'p qismi suyuq holga o'tkaziladi. Qolgan ozroq qismi yuttirish minorasida  $-10^\circ\text{C}$  gacha sovitilgan 88 %li nitrat kislotasida critib olinadi (98 %li nitrat kislotasi  $\text{NO}_2$  ni o'ziga yaxshi eritadi va nitro-oleumga aylanadi. So'ngra u  $75-80^\circ\text{C}$  gacha qizdirilsa yana  $\text{NO}_2$  ni ajratib chiqaradi) yuttirish minorasidan (8) oqib tushgan nitrooleum, avtoklavda hosil bo'lgan nitrooleum bilan birgalikda oqartiruvchi kolonnaga yuboriladi, binobar inu tashqi tomonda bug' bilan qizdirilib turiladi. Unda bug'lanib chiqqan azot (IV) va qo'sh oksidlari sovutkichga (10) borib yana azot qo'sh oksidiga aylanadi.

Oqargan 98 %li nitrat kislotasi esa tayyor mahsulot hisoblanadi. Uning bir qismi 5 va 8 mm oraliqda sug'orish uchun yuboriladi, qolgan qismi omborga olinadi. Azot qo'sh oksidi aralastirgichga (11) boradi va unga 2,4,5 apparatlaridan oqib tushuvchi 55-60 % li nitrat kislotasi bilan aralashib avtoklavga (12) keladi. (Avtoklav bu moddalarni yuqori bosimda qizdirish uchun ishlatiladigan germetik qopqoqli apparatdir). Bu maqsadda ishlatiladigan avtoklav qalin devorli po'latdan yasalgan silindrsimon apparat bo'lib, balandligi 8,5 m, ichining diametri 1 m, ichiga korroziyadan mudofaa qilish uchun aluminiy qoplangan hamda to'r tarelkalar o'rnatilgan va to'r tarelkalarining mayda teshikchalaridan sekin oqib o'tib pastga tushadi. Avtoklavning tubiga toza kislorod ham yuborilgach, natijada qarama-qarshi oqimda yuqoriga ko'tariluvchi kislorod ishtirokida azot qo'sh oksididan nitrat kislotasi hosil bo'ladi. 11.  $\text{HNO}_3$  ishlab chiqarish uchun 0,29 t/ ammiak,  $150 \text{ m}^3$  kislorod, 0,05 g platina, 270 kvts elektr energiyasi, 0,6 t. bug',  $200 \text{ m}^3$  suv sarflanadi. Chirchiq, Olmaliq, Farg'ona va Navoiydagi nitrat kislotasi ishlab chiqarish zavodlari respublikamiz ehtiyojini qondirib kelmoqda.

## **IV BOB. MINERAL O'G'TTLAR ISHIAB CHIQARISH**

### **1- §. Mineral o'g'itlarning ahamiyati, sinflarga bo'linishi va olinishi**

Yer shari yuzasining 10 % ga yaqin qismiga qishloq xo'jalik eki ekiladi. Ekin maydonlarining bundan kengaytirishning iloji y Ammo sayyoramiz aholisi to'xtovsiz o'sib bormoqda, ularni oziq; ovqat bilan ta'minlash uchun hosildorlikni yanada oshirish zarur Buning eng muhim yo'llaridan bin mineral o'g'itlardan foydalanishdir O'g'it — bu o'simliklar oziqlanishini yaxshilashga va tuproq unumdorligini oshirishga mo'ljallangan modda.

*Mineral o'g'it* deb, tarkibida o'simlikni rivojlanishi va tuproq unumdorligini oshirish uchun zarur bo'lgan element saqlovchi, barqaror va yuqori hosil olish maqsadida foydalanadigan tuzlar va boshqa anorganik, sanoat va qazilma mahsulotlarga aytiladi.

O'simlik to'qimalarining hosil bo'lishi, uning o'sishi va rivojlanishida 70 dan ortiq kimyoviy element ishtirok etadi. Ulardan eng asosiysi uglerod, kislorod vavodorod bo'lib, o'simlik quruq massasining 90 % ni tashkil etadi; ulardan eng asosiysi uglerod kislorod va vodorod bo'lib o'simlik ko'ruk massasining 90%ni tashkil etadi; 8—9% o'simlik massasini esa azot fosfor, kaliy, magniy, oltin-gugurt, natriy, kalsiy tashkil etadi. Bu o'nta element *makro-elementlar* deyiladi. Qolgan 1—2 %i bor, temir, mis, marganets, rux, molebden, kobalt va boshqalardan iboratdir. Bular o'simliklarga juda kam miqdorda (0,001—0,0001%) kerak bo'ladi. Shuning uchun ularni *mikroelementlar* deyiladi.

O'simliklar bu elementlardan uglerod, kislorod va vodorodning ko'p qismini havo va suvdan olsa, qolganlarini tuproqdan oladi. O'simlik olgan elementlarining ko'pgina qismi tuproqqa qaytmaydi, hosil bilan olib chiqib ketiladi. Masalan, 1 tonna makkajo'xori 14 kg azot, 2,5 kg fosfor, 3,5 kg kaliy, 1,5 kg oltin-gugurtni tuproqdan o'zi bilan birga olib ketadi. Tuproq elementlarining ancha qismi suv bilan yuvilib ketadi va tuproq komponentlari bilan o'zaro ta'sirlashib o'simlik o'zlashtira olmaydigan holatga keladi. Natijada ekiladigan yerlarda o'simlik ozuqasi taqchilligi paydo bo'ladi, tuproq unumdorligi



ayib ketadi. Agar ana shu yo'qotilgan elementlar o'rni tuproqqa it solish bilan to'ldirib turilmasa, hosildorlik keskin kamayib i.

Shuning uchun ham o'g'it ishlab chiqarishga katta e'tibor beriladi. 'g'it ishlatish tufayli qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini -60 % gacha oshirish mumkin bo'ladi. Masalan, sayyoramizda Inadigan oziq-ovqatning taxminan chorak qismi, paxtaning esa teng urini faqat o'g'itlar evaziga olinmoqda. O'g'itlar tarkibidagi oziqa limentlari, ayniqsa, azot, o'simliklarni mineral oziqlanishida katta l o'ynaydi. U oqsil va nuklein kislotalari tarkibiga kiradi. Azot o'simliklarda fotosintez jarayonini amalga oshiradigan modda — xlorofill tarkibiga ham kiradi. Qaysiki, o'simliklar uning yordamida morganik moddalardan organik moddalarni sintezlaydi.

*Fosfor* o'simliklarning nafas olishi va ko'payishida katta rol o'ynaydi. U o'simlikning hayotida muhim ahamiyatga ega bo'lgan moddalar (fermentlar, vitaminlar va boshqalar) tarkibiga kiradi. Ayniqsa, u urug'larda uchrovcchi murakkab oqsil-nukleoproteidlar tarkibiga kiradi.

Nasliy belgilarni saqlovchi va nasldan-naslga o'tkazuvchi xromosomalar nukleoproteidlardan tashkil topgan bo'ladi. Fosfor donli ekinlarning don miqdorining ko'p bo'lishida asosiy rol o'ynaydi. U o'simliklarni sovuqqa, qurg'oqchilikka chidamliligini oshiradi va asosiy moddalarni ko'payishiga ijobiy ta'sir qiladi. Masalan, kartoshkada kraxmalni, qand lavlagida saharozani ortishiga olib keladi.

*Kaliy* o'simlikda kechadigan hayotiy jarayonlarni to'g'rilab turishda muhim rol o'ynaydi. U o'simlikda suv rejimini yaxshilaydi, uglevodlar hosil bo'lishi va moddalar almashinuvida ishtirok etadi. Quruq o'simlik poyasi tarkibida 4—5% gacha, barglarni yonishidan qolgan kul tarkibida 30—60% gacha kaliy bo'ladi.

*Mineral o'g'itlar* asosan qishloq xo'jaligida, hosildorlikni oshirish maqsadida ekinzorlariga solish uchun ishlatiladi. O'g'it ishlatiladigan ikkinchi asosiy soha bu kimyo sanoatidir. Ayniqsa, natriy va kaliy tuzlari, masalan, Cl, KCl lar. Soda, xlorid kislota, potash, o'yuvchi natriy, o'yuvchi kaliy ishlab chiqarish uchun xomashyodir. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> esa shisha, natriy sulfid, ftorid, kaliy va natriy dixromat, natriy fosfat ishlab chiqarishda xomashyo hisoblanadi.

Metallurgiya sohasida o'g'itlar rudalarni boyitishda, met suyuqlantirishda, elektroliz yo'li bilan metallar olishda, m yuzasiga ishlov berishda, metall va qotishmalarni payvandl ishlatiladi. Ayniqsa, natriy sulfat shisha olishda asosiy xom hisoblanadi.

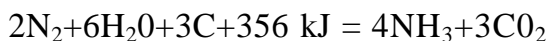
### O'g'itlarning sinflarga bo'linishi

O'g'itlar kelib chiqishi, qo'llanish sohasi, tarkibi, xossalari olinish usullariga qarab sinflarga ajratiladi. Barcha o'g'itlar ikkiga:

- 1) bevosita (o'simlikni oziqlanishi uchun ishlatiladi);
- 2) bilvosita (tuproqni kimyoviy melioratsiyasi, rH ni to'g'ril uchun ishlatiladi) o'g'itlarga bo'linadi.

Kelib chiqishiga qarab o'g'itlar *mineral, organik, organo-mine va bakterial o'g'itlarga* bo'linadi. Mineral o'g'itlar asosan mine tuzlardir (ammo unga organik modda karbamidni ham kiritadilar) Organik o'g'itlarga go'ng, torf, yashil o'simliklar, kompost, najasv\* boshqalar kiradi. Bakterial o'g'itlar tarkibida tuproqda simlil^ o'zlashtira oladigan oziqa elementlarini to'plovchi mikroorganizmlar ushlaydi. Masalan, tuganak bakteriyalari nitrogenaza fermenti atmosfera azotini birikma xolga o'tkazib to'playdi yoki organik birikmalarni parchalovchi fosfobakteriyalar organik birikmalar tarkibidagi fosforni o'simlik o'zlashtira oladigan holatga keltiradi.

Yerimiz atmosferasida  $4 \times 10^{15}$  tonna azot bor, ya'ni har 1 ga yerga havodagi 80 ming tonna azot to'g'ri keladi. Bu 1 ga yerga ekilgan o'simlik bilan chiqib ketadigan azot miqdoridan million marta ko'p demakdir, Dukkali o'simliklar tarkibida yashovchi azot bakteriyalari atmosfera azotini biriktirganda boradigan reaksiyani umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:



Shunday yo'l bilan 1 ga haydalgan yerdan yiliga 50 kg gacha bog'langan azot tushadi. Havoda chaqmoq chaqilishi tufayla ham har yili 1 ga yerga 15 kg gacha azot tushadi.

Mineral o'g'itlar tarkibga qarab fosforli, azotli, kaliyli, magniyli, borli va boshqa o'g'itlarga bo'linadi. Tarkibidagi oziqa elementning

niga qarab o'g'itlar ikkiga: oddiy yoki bir komponentli (tarkibida 'simlik o'zlashtiradigan bitta element ushlaydi) va kompleks (tarkibida kita va undan ortiq element ushlaydi) o'g'itlarga bo'linadi.

Kompleks o'g'itlar murakkab va aralash o'g'itlarga bo'linadi. urakkab o'g'itlar bitta kimyoviy birikma bo'lib tarkibida kamida Ikkita va undan ortiq o'simlik o'zlashtiradigan element ushlaydi. Aralash o'g'it esa oddiy yoki murakkab o'g'itlarni bir-biriga mexanik uralashtirish yo'li bilan olinadi. O'g'itlar tarkibida 33% dan ortiq tu'sir etuvchi modda saqlasa, *konsentrlangan*, 60% dan ortiq saqlasa, *yuqori konsentrlangan* deyiladi.

Tarkibida mikroelementlar saqlovchi o'g'itlarni *mikroo'g'itlar* deyilib, alohida guruhlarga ajratadilar. Mikroo'g'itlar o'simliklarning hosildorligini oshirish bilan bir qatorda, ularni kasalliklarga chidamliligini oshiradi. Mikroo'g'itlar o'simlik organizmidagi biokimyoviy jarayonlarni tezlashtiradi, fermentlar aktivligini oshiradi. Oqsil va nuklein kislotalar sintezi, vitaminlar, qand moddalari va kraxmal sintezini ko'paytiradi. Mikroo'g'itlar har 1 ga yerga 1 kg gacha solinadi.

Agregat holatiga qarab o'g'itlar qattiq, suyuq (masalan, ammiakning sudagi eritmasi va suspenziyasi) va gazsimon (masalan, karbonat angidrid) o'g'itlarga bo'linadi.

O'g'itlar erish darajasiga qarab, suvda eruvchi va tuproq kislotalarida eruvchi o'g'itlarga bo'linadi. Barcha azotli va kaliyli o'g'itlar suvda eruvchi o'g'itlarga kiradi. O'simliklar ularni tez o'zlashtiradi. Ammo ular tez tuproq suvlarida erib, yuvilib ketadi. Tuproq kislotalarida eruvchi o'g'itlarga ko'pchilik fosfatlar kiradi. Ular sekinlik bilan eriydigan holatlarga o'tadilar, biroq, tuproqda uzoq muddat saqlanadilar.

O'g'it solish nafaqat tuproqda o'simlik o'zlashtiradigan oziq moddalarni ko'paytiradi, balki uning fizik-kimyoviy va biologik xossalariga ham ta'sir etadi, tuproqning unumdorligini oshiradi. Solinadigan o'g'itning kislotali yoki ishqoriyligi tuproq muhitiga ta'sir etadi. Masalan, tuproqda sistemali ravishda  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{NH}_4\text{C1}$  kabi o'g'itlar solinsa, tuproq reaksiyasini kislotali qilib qo'yadi. Chunki o'simlik kationlarni o'zlashtiradi, naujada uning o'rniga vodorod ionlari ko'paydi (tuproq tarkibidagi suv hisobiga) va tuproqda erkin kislotalar (xlorid va sulfat kislotalari) to'planadi. Tuproqning pH i o'zgaradi.

Aksincha  $\text{NaNO}_3$  kabi o'g'itlar ko'p solinsa, tuproqda OH- i to'planadi. Tuproq reaksiyasi ishqoriy bo'lib qoladi.

Shuning uchun ham o'g'itlarga faqat kimyoviy jihatdangina berish yetarli emas. Ular fiziologik xossalari bilan ham ya'ni va anionlar bir xil darajada foydalanmasliklari bilan ham farq kerak. Mana shu belgilariga qarab o'g'itlar fiziologik kislotali, fizi ishqoriy va fiziologik neytral o'g'itlarga bo'linadi. Keyingisi tu reaksiyasini o'zgartirmaydi.

Mineral o'g'it saqlanganda bir-biriga yopishib toshga ayl qolmasligi kerak, namni o'ziga tortib olmasligi kam gidrosk bo'lishi, tuproqqa solganda sochilib ketish xossasiga ega bo'lishi ke Shuning uchun ham qattiq o'g'itlar uch xilda: kukunsimon (; chalaming kattaligi 1 mm dan kichik), kristal (kristallammg kat' 0,5mm dan katta), donador — sharcha shaklida (sharchalai kattaligi 1 mm dan katta) ishlab chiqariladi.

Keyingi yillarda o'g'itlarning tarkibidagi o'simlik o'zlashtirad' oziqa elementlari tuproqqa erib o'tish tezligini to'g'rilash, ya'ni uz vaqt mobaynida ozuqa elementlarini bir me'yorda tuproqqa turishini ta'minlash hamda uni ta'sir samarasini oshiri muammosiga katta e'tibor berilmoqda. Masalan, 1985- yildan bosr Rossiyada yangi tur konsentrlangan o'g'it Rost-1 ishlab chiqarilmoqda. Uning tarkibi azot, fosfor, kaliy, magniy (1:1:1:0,1) nisbatda makro- va bor, rux, molibden, mis mikroelementlaridan iboratdir. Shuningdek, Stimul-1 ishlab chiqarilmoqda. Buxlorsiz kompleks o'g'it bo'lib, tarkibida N, P, K, Mg (1:1:1:0,1) nisbatda makro- va bor, mis, marganets, rux, molibden, mikroelementlarini saqlaydi.

Kelajakda istiqbolli yuqori konsentratsiyali kompleks o'g'itlardan yana biri triamidfosforil-fosfortriamid oksididir.  $\text{PO}(\text{NH}_3)_3$  (44,1 %  $\text{N}_2$ , 74,06%  $\text{P}_3\text{O}_5$ ) diamido — va monoamidofosfotlari orqali ammoniy ortofosfat gidrolizlanganligi uchun ham uzoq muddatda va sekinlik bilan ta'sir etadi. Har qanday suvda eruvchi moddani tuproq eritmasiga sekinlik bilan o'tishini ta'minlash o'g'it dokachalari sirtini yuqori molekular moddalar bilan qoplash orqali amalga oshirilishi mumkin, O'g'itlarni kapsulalash ishlari yaxshi natijalar bermoqda. Bunda suvda yaxshi eruvchi o'g'it donachalari, ustidan suvda sekin eruvchi o'g'it bilan qoplanadi, qoplama qavatning

Inligi, g'ovakliligiga qarab o'g'itning tuproq eritmasiga o'tish tezligi r xil bo'ladi.

Keyingi yillarda  $N_2:P_2O_5:K_2O - 10:34:10$  markali suyuq npleksli itlar (SK ) olish tez rivojlandi. Tuproqning ichki 'atidagi oziq moddalarni yomg'ir va sug'orish suvlarida yuvilib masligi uchun uzoq muddatda, sekin-asta ta'sir etuvchi fosfatli 'itlardan — superfos, azotli o'g'itlardan-ureofcrm yoki mochivi-brmaldegidli itlar (MF ), shuningdek, mochivinoformali-iiidli birikmalar hamda ammosfos asosidagi polimer o'g'itlar sanoat lyosida ishlab chiqarila boshlanadi:

Ammoniy polifosfat —  $(NH_4)_nH_2PnO_{3n+1}$

Karbamid polifosfat -  $[CO(NH_4)_2HP_3]$

Kaliy polifosfat -  $(KPO_3)_n$

Kalsiy polifosfat -  $Ca (PO_3)_n$

va boshqa fosfatlar olish istiqbollidir.

O'g'itlarning sifati asosan uning tarkibida o'simlik o'zlashtira digan holatda qancha ta'sir etuvchi modda saqlashligi bilan lanadi. Masalan, azotli o'g'itlarda  $N_2$  fosforli o'g'itlarda  $P_2O_5$ , iyli o'g'itlarda  $Kp$  ning miqdori bilan aniqlanadi.

MDHda 70 xildan ortiqroq mineral o'g'itlar ishlab chiqiladi.

Keng tarqalgan o'g'itlar tarkibiga qarab guruhlarga ajratilgan (5-jadval).

5- jadval.

### Asosiy mineral o'g'itlar

O'g'it nomi	Asosiy tarkibiy qismi	Oziq dementi miqdori, %
	<b>Fosforli o'g'it, <math>P_2O_5</math></b>	
Fosforit uni	$Ca_2(P_4)_3-CaF_2$	16—35
Oddly superfosfat	$Ca(H_2PO_4)-H_2O+CaSO_4+H_3PO_4$	14—21
Qo'sh superfosfat	$Ca(H_2PO_4)-H_2O$	40—50
Pretsipitat	$Ca(HP_4)-2H_2O$	27-^6
Metallurgiya shlaklari (tomos yoki marten)	$4CaOP_2O_5-5CaOP_2O_3-SiO_3$	14—20

it nomi	Asosiy tarkibiy qismi	Oziq elem <sup>^</sup> H miqdori, ^M
	<b>AzotK itlar, N</b>	
Suyuq sintetik ammiak	NH <sub>3</sub>	82,3
Texnik ammiakli suv	NH <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O	16,5—20,5
Ammoniy nitrat (ammiakli selitra)	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	32—35
Karbamid (mochevina)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46—46,5
Mochevina aldegidli itlar (uzoq ta'sir qiluvchi)	NH <sub>2</sub> CONHCH <sub>2</sub>	33—42
Ammoniy sulfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	19,5—21
	<b>Kaliyli itlar K.O</b>	
Kaliy xlorid K- 40	KCl+NaCl	38—42
Kaliy xlorid K-50	KCl+NaCl	48—52
Kaliy xlorid K-60	KCl	60
Kaliy sulfat	M <sup>o</sup> <sub>4</sub>	46—52
Kaliy sulfat va magniy suifat	K <sub>2</sub> SO <sup>^</sup> MgSO <sub>4</sub>	26—30
	<b>Kompleks itlar</b>	
Ammoniy fosfat (ammofos)	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	11—14N; 46—55 P <sub>2</sub> O <sup>^</sup> 21—25 N;
Nitroammofos	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	20—25 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 13,8 N;
Kaliy nitrat (kafiyii selitra)	KNO <sub>3</sub>	46,5 K p 11— 20 N 8—16 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Nitrofoska	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +CaHPO <sub>4</sub> -f-(NH <sub>4</sub> )HPO <sub>4</sub> + +KN <sub>0</sub> <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> Cl	10—21 K <sub>2</sub> O 8—12 N
Ammofoska	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> +NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +KN <sub>0</sub> <sub>3</sub> + +NH <sub>4</sub> Cl+KCl	10—24P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 15—24 K <sub>3</sub> 17—18,5 N
Nitroammofoska	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> +KN <sub>0</sub> <sub>3</sub> + +NH <sub>4</sub> Cl+KCl +Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	17—18,5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 17—18,5K <sub>2</sub> O 18—20 N
Karboammofoska	Co(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> +NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + +(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> +KCl	18—20P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 18—20K <sub>2</sub> O

**I**l Mineral o'g'itlarning turli-tumanligi, xomashyo turlarining ko'p-  
 •I o'g'itlarni olishda turli usullarni qo'llashni taqozo qiladi. Ammo  
*m* usullarning barchasi bir tipdagi, o'xshash jarayonlarda boradi.  
 •turning uchun asosiy ikki usul keng qo'llaniladi.  
 I 1. Mineral ashyoni yoki shixtani (kuydirishga mo'ljallangan  
 Irulashma) termik yoki termokimyoviy ishlov berish usuli.  
 2. Kimyoviy ishlov berish, eritish va kristallash yo'li bilan  
 tnoddani ajratish usuli.  
 Mineral o'g'itlar olish uchun xomashyo: tabiiy minerallar,  
 kimyo sanoatining yarim mahsulotlari va chiqindilardir. Mineral it  
 Ishlab chiqarishda qariyb barcha kimyoviy texnologik jarayonlar  
 (karbamid sintezi bundan mustasno) diffuzion hududda kechadi.  
 Massa uzatishning umumiy tenglamasi bilan tavsiflanadi.

$$u = \frac{dG}{d\tau} = K_m \cdot F \cdot \Delta C$$

I Bunda,  $K_m$  — massa uzatish koeffitsienti;  $F$  — reaksiyaga  
 I kirishuvchi moddalarning o'zaro ta'sir yuzasi;  $\Delta C$  — massa  
 I uzatishning harakatlantiruvchi kuchi.

## f 2- §. Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish

Azotli o'g'itlar tarkibidagi azot turli birikmalar: erkin ammiak,  $NH_4^+$ ,  $NO_3$  ionlari va aminoguruh  $-NH_2$  shakllarida bo'lishi mumkin. Qattiq azotli o'g'itlar sifatida ammoniy nitrat, ammoniy sulfat va ammoniy fosfatlari, kalsiy nitrat, natriy nitratlar xolida ular asosida olinadigan aralash va murakkab o'g'itlar ishlatiladi. Suyuq azotli o'g'itlar sifatida esa suyuq ammiak, aminlar, tazlarning suvdagi eritmalari, karbamid, ammoniy fosfatlari ishlatiladi.

Azotli o'g'itlar suvda yaxshi eruvchi bo'lib, ularni o'simliklar oson o'zlashtiradi. Ayniqsa,  $NO_3$  ionidagi azot o'simlik tomonidan tez va oson o'zlashtiriladi.

Azotli o'g'itlar olish uchun nitrat kislota, sulfat kislota, ammiak, uglerod (IV) oksidi, kalsiy gidroksidi hamda kuchsiz nitrat kislota zavodining chiqindi (atmosfera ga chiqarib yuboriladigan) gazlari xomashyo hisoblanadi.

**Ammoniy nitrat ishlab chiqarish.** Ammoniy nitrat tar bekorchijins saqlamaydigan qattiq o'g'itdir. Uning tarkibida 3 azot bor. U gigroskopik bo'lganligi uchun yopishib qolishini olish maqsadida uning eritmasiga (kristallanishdan ilgari) moddalar qo'shiadi. Unga magniy nitrat, kalsiy nitrat, ammo sulfat, diammoniy fosfat, appatit yoki fosforit uni, qan'erimaydigan moddalar (tuproq, talk, diatamit va boshqal qo'shiadi. Qo'shilgan qo'shimchalarning ta'sir mexanizmi har Masalan, magniy nitrat kristallgidrat hosil qilganligi uchun namli o'ziga birlashtirib oladi  $(Mg(NO_3))_2 \cdot 6H_2O$ , yoki donachalarining aktiv, gidrofobligini oshiruvchi moddalar bilan qoplanadi. Ammo nitrat nitrat kislotani ammiak bilan neytrallab olinadi:



Suyuq nitrat kislotani (47—60 % li) neytrallanganda suyuq ammoniy nitrat hosil bo'ladi, undan qattiq  $NH_4NO_3$  olish uchun uni bug'latish zarur. Reaksiya ekzotermik bo'lganligi uchun uni issiqligidan foydalaniladi. Kislotaning konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo'lsa, neytrallanish reaksiyasida shunchalik ko'p issiqlik chiqaradi.

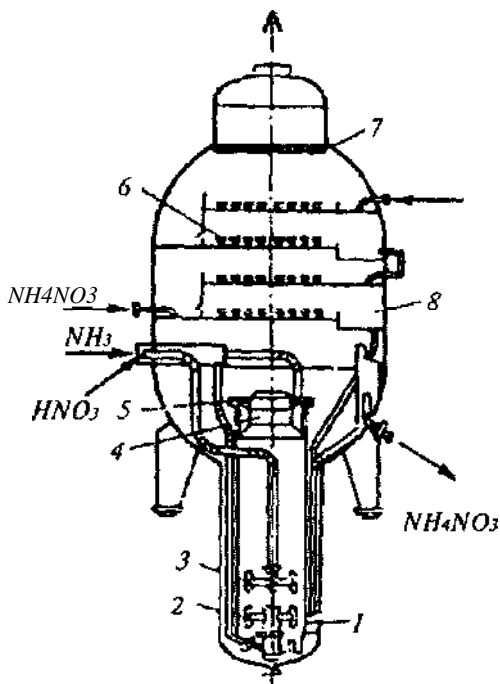
Ammoniy nitrat ishlab chiqarish jarayoni uch bosqichni: nitrat kislotani ammiak bilan neytrallash, olingan eritmani bug'latib suvsizlantirish va ammoniy nitratni granullash-donador holga keltirish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Neytrallanish reaksiyasi natijasida ajralib chiqqan issiqlikdan ammoniy nitrat eritmasini bug'lantirish uchun unumli foydalaniladi.

Ilgari 47-55% li nitrat kislotasi ishlatilib NIF (neytrallanish issiqligidan foydalanish) apparatlarida 62—83% li  $NH_4NO_3$  olinar edi. Bu eritma so'ngra vakuumli-bug'lantirgich apparatlarida uch bosqichda ham sharbatli bug' (tarkibida  $NH_4NO_3$  saqlovchi bug' shunday deb ataladi), ham issiq suv bilan bug'lantirish orqali  $NH_4NO_3$  ning konsentratsiyasi 98,7 % gacha oshiriladi. Olingan suyuqlanma ichi kislotaga chidamli, ichki diametri 12 m, balandligi 30—35 m li minoralardan havo oqimida granullanar edi. Bunday apparatlarning mahsuldorligi 450—600 t/s ga teng edi. Hozir ham bunday tipdagi eski qurilmalarda ishlovchi sexlar ayrim zavodlarda ishlab turibdi,



Hozirgi paytda yangi tipdagi, qudratli, 58-60 % li  $\text{HNO}_3$  bilan Ishlovchi, mahsuldorligi 1575 t/sutkaga teng bo'lgan yirik zavodlar qurilmoqda.

Ana shunday yangi tipdagi zavodda NIF va ko'rama bug'lantirgich apparati o'rnatilgan, yangi NIF reaktorining tuzilishi 70- rasm- da berilgan. Bu reaktor ikkita silindrsimon ostki reaksiyon (diametri 1,6 m) va ustki separator (diametri 3,8 m) qismlardan tuzilgan.



**70-rasm.** Neytrallanish issiqligidan foydalanish (NIF) reaktori.

- 1 — reaksiyon stakan; 2 — ammiak barbatyori; 3 — nitrat kislota barbatyori;  
 4 — girdob hosil qilgich; 5 — separator korpusi; 6 — qalpoqli tarelka;  
 7 — sachrashni kamaytiruvchi to'r; 8 — yuvgich.

Apparatning umumiy uzunligi 210 m. Ostki reaksiyon silindrda neytrallanish reaksiyasi boradi. Reaksiya issiqligidan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  tarkibidagi suvning bir qismi bug'lanib,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi bilan emulsiya hosil qilib, yuqoriga ko'tariladi. Suyuqlikbug' emulsiyasi reaksiyon silindrning tepa qismidan — zavixriteldan (zavixritel chirchir aylanib quyun hosil qiluvchi apparat bo'lib u bug'ni suyuqlikdan ajratadi) yuqoriga chiqarib tashlanadi.



U sxemada hozirgi zamon yirik ko'p tonnajli (qudrati 13601. ) ummiakli selitra zavodining (AS-72) agregati berilgan. Dast-58-60% li nitrat Idslota NIF 3 apparatining shirali bug'i bilan chda 170—80°C gacha qizib neytrallanishga boradi. 3- apparatga idan oldin nitrat kislotaga tayyor mahsulot tarkibida 0,3—0,5 , va 0,05—0,2% ammoniy su\fat bo'tishiga yetadigan miqdorda I va sulfat kislotalari qo'shiladi.

Agregatda parallel ishlovchi ikkita NIF apparati o'rnatilgan. Unga trul kislotadan tashqari qizdirgich(2)da bug'li kondensat bilan JQ- 130°C gacha qizigan bug'simon ammiak ham beriladi. Beriladigan HiliK kislota va ammiak miqdori shunday nisbatda beriladiki, NIF ipparatidan chiqqan eritmada ammiak to'liq yutilishi uchun kislota miqdori (2—5 g/l) ko'proq bo'lishi kerak.

Apparatning pastki qismida 155-170°C da neytrallanish reaksiyasi boradi natijada tarkibida 91-92% NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> saqllovchi konsentrlangan eritma hosil bo'ladi. Apparatning tepa qismida suv bug'lari (shirali bug<sup>1</sup> deb ataluvchi) ammiakli selitra sachratqilari va nitrat kislota buglaridan yuviladi.

Nordon ammiakli selitra eritmasi to'liq neytrallash apparat(4)ga kcladi, u erga eritma tarkibidagi kislotani to'liq neytrallash uchun ammiak yuboriladi. So'ngra eritma bug'lantirgich apparati(5)ga uzatiladi. Olingan suyuqlanma tarkibida 99,7—99,8% selitra saqlaydi, uning harorati 175°C bo'lib, filtr (21)dan o'tgach nasos (20) yordamida bosimli bakka (6) va so'ngra donadorlash minorasi (16)ga yuboriladi.

Minoraning tepa qismida donadorlagich (7) va (8) o'rnatilgan, pastki qismida esa tepadan tushayotgan selitra tomchilarini sovutish uchun havo yuboriladi. 50—55 m balandlikdan tushgan tomchiiar havo ta'sirida sovub o'g'it donalariga aylanadi. Minoradan chiqqan donalar harorati 90—110°C bo'ladi. Issiq donalar qaynovchi qavatli apparat(15)da sovutiladi. Bu apparat uch bo'lmadan iborat va teshikchalari bo'lgan panjara bilan ta'minlangan. Panjara ostidan ventilyator orqali havo yuboriladi, bunda donadorlash minorasidan transportyor orqali keluvchi selitra donalarining siqilgansimon qavatli hosil bo'ladi. Havo sovutilgach donadorlash minoraga boradi.

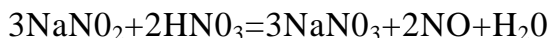
Selitra donachalari sirt aktiv moddalar bilan ishlov berilishi uchun transportyor (14) orqali aylanuvchi baraban(I l)ga yuboriladi. So'ngra tayyor o'g'it transportyor(12) orqali qoplarga joylash xonasiga boradi.

Donadorlash minorasidan chiqqan havo ammiakli s zarrachalari bilan ifloslangan bo'ladi, neytrallagichdan chiqqan bug' va bug'lantirgich apparatidan kelgan bug'-havo aralash reaksiyaga kirishmay qolgan nitrat kislota va ammiak, **hamda** bilan uchirib olib kelgan selitra zarrachalarini saqlaydi. Bu oqin tozalash uchun donadorlash minorasining tepa qismida oltitap; ishlovchitarelkatipidagiyuvuvchiskmbberlar (10) o'rnatilgan. nasos (18) orqali yig'gich(17)dan keluvchi 20—30%li ammiakli se' eritmasi bilan sug'orilib turiladi. Bu eritmaning bir qismi shug' bug'ni yuvish uchun NIF neytrallagichga boradi, so'ngra se eritmasiga qo'shiladi. Tozalangan havo donadorlash minorasi ventilyator (9) bilan so'rib olinadi va atmosferaga chiqarib yuboril

**Natriy nitrat (Chili selitrasi).** Suyuq nitrat kislota ishlab chiqj zavodlarida, qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Bu zavodni chiqindi gazlari tarkibidagi  $\text{NO}_2$  ni minoralarida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eritm bilan o'zaro ta'sir ettirib olinadi.



Bu reksiya natijasida hosil bo'lgan  $\text{NaNO}_2$  ga nitrat kislota ta'sir etib  $\text{NaNO}_3$  ga aylantiriladi.

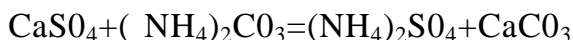


**Ammoniy sulfat.** Koks gazlari tarkibida  $\text{NH}_3$  ni sulfat kislota bilan neytrallab olinadi va koks kimyo zavodlarining qo'shimcha mahsuloti hisoblanadi.



Keyingi yillarda kapron ishlab chiqarish zavodlarining qo'shimcha mahsuloti, to'g'rirog'i chiqindisi sifatida ham olinmoqda.

Chet mamlakatlarda kam miqdorda gips konversiyasi asosida olinadi.



**yuq** azotli o'g'itlar. Suyuq azotli sifatida: suyuq ammiak, Ittkning suvdagi eritmalari va suyuq ammiaklar (aminlar) tliir - ammoniy nitrat, karbomid, ammoniy karbonat va qnlarning ammiakdagi yoki suyuq ammiakdagi eritmalari IIIII.

Qiittiq ammiaklarga  $NH_4NO_3 \cdot nNH_3 \cdot mH_2O$  yoki  $Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot nNH_3 \cdot mH_2O$  misol bo'ladi. Ular kristall holdagi  $I^{\wedge}NO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$  larni  $NH_3$  da eritib olinadi.

Karbomid (mochevina) ishlab chiqarish. Karbomid ishlab Ihlqarishni dunyoda birinchi bo'lib, 1868- yilda A.I.Bazarov kashf •tgun. U ammiakning karbonat anhidrid bilan birikib, ammoniy knrbonatiga, so'ngra uning parchalanib karbamidga aylanishi reaksiyasiga asoslangan.

Karbomid karbonat kislotasining diamididir-  $(NH_2)_2CO$ , u mochevina ham deyiladi, rangsiz, hidsiz kristall modda.  $132,7^{\circ}C$  da Nuyuqlanadi. Suvda yaxshi eriydi, U suyuq ammiakda ham yaxshi criydi va ammiakat- $(NH_2)_2CO \cdot NH_3$  hosil qiladi. Karbomid tarkibida bekorchi jins saqlamagan konsentrlanadigan o'g'it bo'lib, tarkibida boshqa barcha azot saqlovchi o'g'itlardan ko'ra ko'p, ya'ni 46,6% n/ot saqlaydi. O'simlik karbamid azotini oson o'zlashtiradi. U  $NH_4NO_3$  ga nisbatan tarkibida azotning ko'pligi, portlamasligi, kam gigroskopikligi, tuproqdan tez yuvilib ketmasligi, qop-qanorsiz tashish mumkinligi bilan ham ustun turadi. Karbamid asosida olingan mochevina-formaldegidli polimer o'g'itlarning azoti juda sekinlik bilan tuproqqa o'tadi, yuvilib ketmaydi.

Karbamid, mol ozuqasiga ham proteinli qo'shimcha sifatida qo'shib beriladi. Karbamid sanoatda plastmassalar (aminoplastlar) sintetik tolalar, farmatsevtik preparatlar olishda ham ishlatiladi.

Karbamid sintezi reaksiyasi geterogen, katalizatorsiz, kinetik sohada boruvchi jarayondir. U ammiak bilan karbonot anhidridni  $150-220^{\circ}C$  haroratda 70—100 MPa bosimda o'zaro ta'sir ettirib olinadi. Karbamid sintezi quyidagi bosqichlardan:  $NH_3$  ni  $CO_2$  bilan kimyoviy ta'siri, sintez mahsulotini distillash, karbamid eritmasini qayta ishlab tayyor mahsulotga aylanttrishdan iboratdir. Sintez ikki bosqichda boradi. Birinchi bosqichda ammoniy karbamati hosil bo'ladi.



Ikkinchi bosqichda karbamat degidratlanib suyuq faza karbamidga aylanadi.



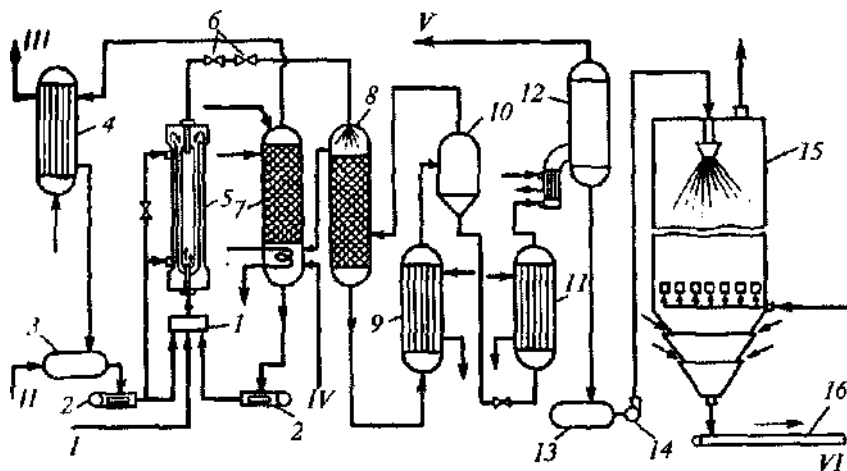
Jarayon ikkita faza hosil bo'lishi bilan boradi: gazsimon ( $\text{NH}_2\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) va suyuq (erigan va suyuqlangan komponentlar -arnmi \* amoniy karbamat, karbamid va suv). Karbamid suyuq fazada, ya'ni suyuqlangan karbamatdan hosil bo'ladi. Reaksiyaning umumi tezligini sekin boruvchi bosqich, ya'ni ikkinchi bosqich karbamatdan suv ajralish bosqichi belgilaydi. Karbamid hosil bo'li: reaksiyasi bosim va harorat ortishi bilan hamda  $\text{NH}_3$  miqdorini stexiometrik hisobdan ortiqcha olish bilan tezlashadi. Ammo haroratni ISO—200°C dan oshirish mumkin emas, chunki bundan yuqori haroratda amoniy karbamat ammiak va  $\text{CO}_2$  ga parchalanadi hamda apparatlar korroziyasini kuchaytiradi. Shuning uchun ham reaksiya yuqori bosimda, odatda 18-20MPa bosimda 180-200°C haroratda olib boradi. Shunday sharoitda karbamidning unumi 70% dan oshmaydi.

Karbamid ishlab chiqarishning texnologik sxemalari, reaksiyaga kirishmay qolgach, chiqib ketuvchi gazlarni ajratish u gazlarni yana regeneratsiyalab sintezda ishlatish usullari bilan farq qiladi. 72- rasmida karbamid ishlab chiqarishning texnologik sxemasi berilgan.

Uglerod (IV)- oksidi kompressorda 20 MPa gacha bosimda siqilgach, aialashtirgichga keladi. U yeiga nasos bilan 20 MPa bosimda suyuq ammiak va aylanma ammoniyli hamda kaibonatli tuz eritmalari keladi (aylanma eritma bu reaksiyaga kirishmay qolgan gazlarni suvdagi eritmasidir). Aralashtrigichda aralashgan reagentlar sintez kollonnasiga - reaktorga keladi. U yerda kimyoviy reaksiya natijasida karbamid sintezlanadi. Sintez kolonnasi (73- rasm) ligerlangan po'latdan yasalgan silindirsimon, ichi bo'sh, osti dumaloq idish bo'lib, ichki tomoni xromnikelmolibdenli — XI7HI6M3T yoki titanli po'lat bilan qoplangan bo'ladi.

Reagentlar aralashmasi reaktorning ostki shtuseri (shtuser — tashqi tomoni rezbali kalta quvurcha) orqali sintez kolonnasining ichiga kiradi va kolonnaning yuqorisiga tomon ko'tarila boradi. Reagenlarning yaxshi aralashishi uchun kolonna ichida chamberali to'siqlar o'rnatilgan. Suyuqlanma holda hosil bo'lgan karbamid (tarkibida 30—31 % karbamid, 21—22 % amoniy karbamat, 33—

% orliqcha ammiak, 16-17% suv saqlaydi) reaktorning tepa I qismidagi shtuserdan chiqadi.



72- rasm. Karbamid ishlab chiqarishning sxemasi.

1 — aralashtirgich; 2, 14 — nasos; 3 — suyuq ammiak yig'gichi; 4 — kondensator; 5 — sintez kolonnasi; 6 — drossel jumrak; 7 — yuvish kolonnasi; 8 — I — pog'onali; rektifikatsiya kolonnasi; 9,11 — qizdirgichlar; 10 — seperator; 12 — vakuum bug'lantirgich apparat; 13 — karbamid suyuqlanmasini yig'gichi; 15 — donadorlash minorasi; 16 — transporter; I — kompressorda 20 MPa bosimda uglerod(IV) oksidi; II — suyuq ammiak; III — gaz ammiak adsorberiga; IV — ugle-ammoniyli tuzlar eritmasi suyuqlanmaning II pog'onali distillyatsiyasidan; V — kondensator va vakuum nasosga; VI — donadorlangan karbamid.

Karbamid bosimi kamaytirilib 1,8—2 MPa ga keltiriladi, so'ngra rektifikatsiya kolonnasining yuqori qismiga yuboriladi. U yerda ortiqcha ammiak gaz holda ajraladi. Keyin esa birinchi pag'onali distillyatsiya agregati qizdirgichga o'tib 170°C gacha qiziydi (Birinchi bosqichli distillyatsiya agregatlariga rektifikatsiya kolonnasi, qizdirgich va separatorlar kiradi).

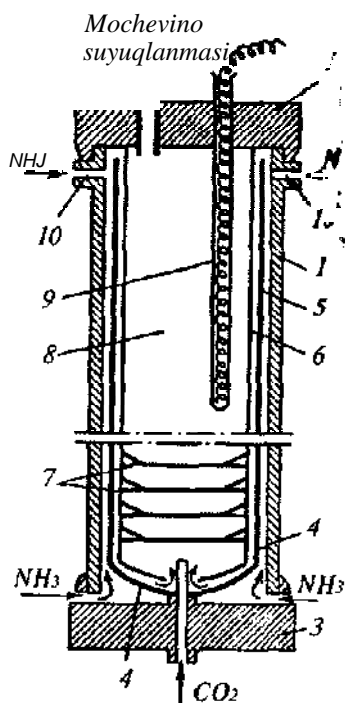
Bunda ammoniy karbamat  $\text{NH}_3$  va  $\text{CO}_2$  ga parchalanib ajraladi. Uchib chiqqan bug' - suyuqlik aralashmasi, separatorga borib, gaz va suyuqlikka ajratiladi. Gaz qismi rektifikatsiya kolonnasiga, uning ostki qismidan yuboriladi. Suyuq qismining bosimi yanada (0,3 MPa gacha) pasaytirilib ikkinchi pag'onali distillyatsiyaga (72- rasmda ko'rsatilmagan) yuboriladi. Suyuqlik tarkibi 55—51 % karbamid,

4—5 % ammoniy karbomati, 6—7 % ammiak va 28—35 % suvdan iborat bo'ladi. Ikkinchi pag'onali distillyatsiya ham, xuddi birinchi pag'onadagidek, awal suyuqlik rektifikatsiya kolonnasidan o'tib ammiakning bug'lanishi va karbamatning parchalanishi hisobiga 110°C gacha soviydi, so'ngra qizdirgichda 140—142°C gacha qizdirilib - separatorga yuboriladi. Unda tozalangach, qolgan suyuqlik tarkibida 70—72% kaibamid bo'ladi.

Endi u suyuqlik ikki pag'onali vakuum bug'lantirgichga yuboriladi. U yerda 0,07-0,08 MPa bosimda (ya'ni vakuumda, chunki karbamid polimerlanishi mumkin) eritmabu - lantirilib tarkibida 99,5-99,8 %  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  saqllovchi suyuqlanma olinadi. So'ngra suyuqlanma yig'gichga, undan nasos yordamida granulalash minorasiga yuboriladi. Minoraning ostidan qarama-qarshi oqimda kirgan sovuq havo ta'sirida karbamid tomchilari sovib qotadi va sharchalar shaklida granulalanadi. Reaktifikatsiya minorasidan chiqqan gaz faza  $\text{NH}_3$  (hajmi bo'yicha 70%

$\text{NH}_3$ , ushlaydi).  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  dan iborat bo'lib, suyuq ammiak va suv bilan sug'orilib turuvchi yuvish minorasiga yuboriladi. Minorada ammoniyli va karbonatli tuzlarning konsentrlangan eritmasi hosil bo'ladi.

So'ngra bu eritma aralastirgich orqali sintez minorasiga qaytariladi. Gaz fazada esa  $\text{CO}_2$  dan tozalangan sof ammiak qoladi, u kondesatorga siqilib, suyuqlantirilgach yana siklga qaytariladi. Karbamid sintezi minorasining diametri 2—2,5 m balandligi 30—35m (hajmi 160 m<sup>3</sup>)



73- rasm. Mochevina sintez kolonnasi.

- 1 — sintez kolonnasi;
- 2 — qopqoq; 3 — kolonna tubi;
- 4 — tashqi silindr tubi; 5 — olib qo'yiladigan tashqi silindr;
- 6 — ichki olib qo'yiladigan silindr; 7 — teshikli to'siq;
- 8 — kolonnaning reaksiya hajmi; 9 — termopara;
- 10 — yon tomondagi tuynuk.



Igttda, uning mahsuldorligi 1250 t/sutka (450 ming t/yil) ga bo'ladi. 1970- yillargacha qurilgan zavodlarda sintez minorasining Kiildorligi 200—250 t/sutkaga teng bo'lgan).

### 3-§. Fosforlio'g'itlar

Fosfor birikmalarini olish uchun ishlatiladigan xomashyo bu biy fosfatli rudalar apatit (apatit so'zi yunoncha «apate» so'zidan Olingan bo'lib «yolg'on», «aldanish» ma'nolarini anglatadi. Chunki lligiri u mineralni boshqa minerallardan farq qilish qiyin bo'lgan, kishi aldangan va apatit nomini olishga sabab bo'lgan) va fosforitlardir. Apatitli rudalar magmatik jinslardir. Keng tarqalgan apatitlarga ftorapatit  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$  yoki boshqacha yozganda  $Ca_{10}(PO_4)_6 F_2$  (ko'pincha qisqartirib  $Ca_5(PO_4)_3 F$  shaklida yoziladi), xlorapatit  $Ca_{10}(PO_4)_6 Cl_{12}$ , gidrokslatatitlar  $Ca_{10}(PO_4)_6 (OH)_2$  lar kiradi. Yirilc apatit konlariga Kola yarim orolining Xibin tog'laridagi apatit-nefelinli nidalar kiradi. Kondagi apatit rudasi qavatining qalinligi 200 m gacha boradi.

Uni 1926- yilda A. E. Fersman va A. N. Labunsevlar ochganlar. U dunyodagi eng yirik kondir, yana Sibirning Oshurkovskiy koni, yangi topilgan Krasnoyar o'lkasidagi va Janubiy Baykal oldi apatit konlari misol bo'la oladi. Uning tarkibida 14-18,5 %  $P_2O_5$  bor. Fosforitlar dengiz suvlaridan kalsiy fosfatning chiqishidan hosil bo'lgan chiqindi jinslardir. Ular keng tarqalgan va dunyodagi barcha fosfatli rudalarning asosiy qismi fosforitlardir. Apatitli rudalar esa Dune zaxirasining qariyb 6 % ini tashkil etadi. Fosforitlar tarkibida ftorapatit minerallaridan ( $Ca_5(PO_4)_3 F$ ) tashqari qo'shimchalar kvars mine-rallari -  $SiO_2$ , kalsit -  $CaCO_3$ , dolomit -  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$  hamda temir va aluminiy oksidlari va boshqalarni saqlaydi.

Fosforitlar boyitilgach tarkibida 18—30 % gacha  $P_2O_5$  saqlaydi. MDHda fosforitlarning 200 dan ortiqroq koni topilgan. Zaxirasi bo'yicha Xibin konidan keyin ikkinchi o'rinda turuvchi eng yirik fosforit koni 1941- yilda topilgan Janubiy Qozo istondagi Qorato konidir (uning tarkibida 21—23 % gacha  $P_2O_5$  bor). Keyingi o'rinlardagi yirik konlar Vyatsko-Kamskiy Aktyubinskiy (Shimoliy Qozo-g'iston), Maardu (Estoniya) konlaridir.

Fosforli o'g'itlar texnologiyasining asosiy vazifasi o'si o'zlashtira olmaydigan fosforli birikmalarni suvda yoki Id tuproqda eruvchi va o'simlik o'zlashtira oladigan birikm aylantirishdan iboratdir. Buning uchun apatit yoki fosforitlar flotatsiya yo'li bilan boyitiladi. Apatitlar boyitilgach tarkibida 3 % gacha RJOJ saqlaydi. Chiqindisi (dumlari) tarkibida 30 % g  $Al_2O_3$  saqlovchi *nefeVm* bo'lib, aluminiy ishlab chiqarish uc ajoyib xomashyodir (Hozircha uning 50 %ga yaqin foydalanilmoqda). Fosforitlar boyitilgach, tarkibida 27-28,5% saqlovchi konsentratga aylantiriladi.

Tabiiy fosforitlar uch xil yo'l bilan kimyoviy qayta ishlan Kerig tarqalgan usuli bu fosfotlarni sul'fat, fosfat va nitrat kislot bilan parchalashdir. Boshqa usuli fosfotlar  $SiO_2$  ishtirokida ugle bilan qaytarilib, fosfor elementi olinadi, so'ngra u fosfat kislotaga uning tuzlariga aylantiriladi. Uchinchi usuli fosfatlarga termik ishl berishdir. Masalan, ishqorli parchalash (ishqoriy va ishqoriy-y metall tuzlari bilan aralastirilib suyuqlantirish orqali) yoki s~ bug'i bilan gidrotermik ishlov berishdir.

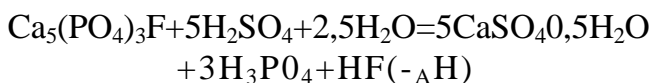
Tabiiy fosfatlarning bir qismi kimyoviy ishlov berilmay, maydalanib, /as/o/7/ uni deb ataluvchi o'g'it sifatida ishlatiladi. Bu eng arzon fosforli o'g'it bo'lib, ammo u faqat kislotali tuproqlardagina ishlatilishi mumkin bo'lgan, sekin ta'sir qiluvchi o'g'itdir.

Kimyoviy ishlov berish yo'li bilan sanoatda, asosan, oddiy superfosfat, qush superfosfat va kompleks o'g'itlar ishlab chiqariladi.

Oddiy superfosfat eng keng tarqalgan fosforli o'g'itdir. Uning kimyoviy formulasi  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O \cdot CaCO_3 \cdot 0,5H_2O$  hamda qo'shimchalar temir fosfat, aluminiy fosfat, kremnazyom va fosfor kislotasidan iboratdir. Oddiy superfosfat kulrang donadorkristallar bo'lib, suvda yaxshi eriydi, ammo tarkibida 50% dan ko'proq keraksiz begona qo'shimchalar tutadi.

Oddiy superfosfat, tabiiy fosfatlarni sulfat kislotaga bilan o'zaro ta'sir ettirib olinadi. Bu jarayon ko'p fazali geterogen, diffuzion sohada kechuvchi jarayon bo'lib, ikki bosqichda boradi.

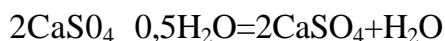
Birinchi bosqichda sulfat kislotaga ftorapatit zarrachalariga diffuziyalanadi, bu jarayon tez boruvchi kimyoviy reaksiyadir. Hosil bo'lgan kalsiy sulfat cho'kmaga tushadi.



Reaksiya uchun olingan sulfat kislota sarflanib tugagach, (20—daqiqada tugaydi), ikkinchi bosqich boshlanadi. Ikkinchi bosqichda t kislota qolgan apatit bilan reaksiyaga kirishadi



I losil bo'lgan monokalsiy fosfat sekin asta kristallanadi. Reaksiya K] dovom etadi. Shujarayonda  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$  suvini yo'qotib, idritshaklga o'tadi.



Oddiy superfosfat olish reaksiyasini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin.

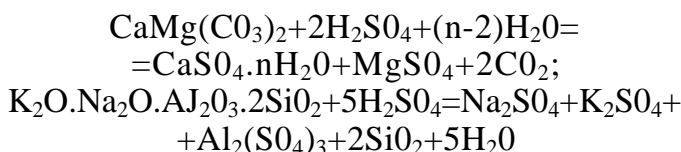


Reaksiyaning batamom tugallanishi, ya'ni monokalsiy fosfatning losil bo'lishi va kristallanishning tugashi omborxonada 6—25 sutka mobaynida bo'ladi. Bu davr *superfosfatning yetilishi* deyiladi.

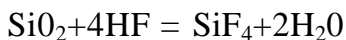
Yetilishni tezlatish uchun  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning konsentratsiyasi va haroratni oshirish kerak. Ammo  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning konsentratsiyasi optimaldan oshirilsa,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  ning mayda kristallarning zichlashgan qavati hosil bo'ladi va u  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ni apatitga diffuziyalanishini sekinlashtiradi. Kislotaning ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) optimal konsentratsiyasi 67—68 % li eritmasidir. Reaksiyon kameraning optimal harorati  $110^\circ\text{C}$  bo'lib, u reaksiya issiqligidan olinadi.

Superfosfatning yetilishini tezlashtirish uchun ko'pchilik hollarda  $\text{H}_2\text{SO}_4$  miqdorini stexiometrik hisobdan ortiqcha olinada va reaksiya so'ngida fosforit uni ammiak bilan neytrallanadi, Bir vaqtning o'zida asosiy reaksiya bilan bir qatorda apatit yoki fosforit minerali tarkibidagi begona aralashmalar hisobida qo'shimcha reaksiyalar ham ketadi.

Masalan,



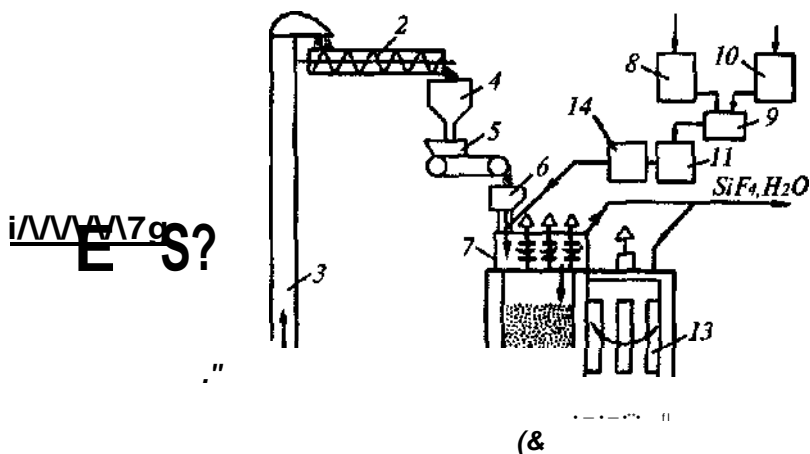
Kremniy (IV)- oksidi HF bilan birgalikda  $\text{SiF}_4$  hosil qiladi.



Hosil bo'lgan  $\text{SiF}_4$  ning bir qismi ajralib gaz fazaga o'tadi, q qismi geksaftormetakremniy kislotasiga aylanib eritmada qoladi. 1



Oddiy superfosfatni to'xtovsiz ishlab chiqarish usulining sxemi 74- rasmda berilgan.



SV  
Irtr/VWtfVi  
^

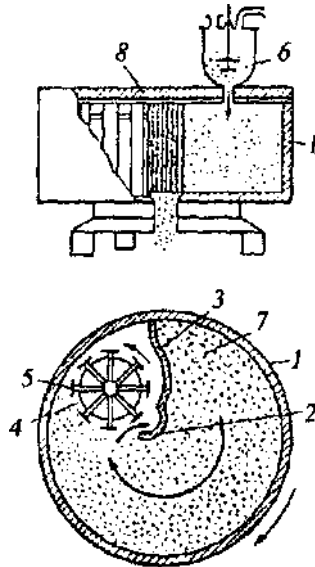
**74- rasm.** Uzlüksiz usulda superfosfat ishlab chiqarish sxemasi.

- 1 — siloslar; 2 — shnekli ta'minlagich; 3 — kovshli elevator; 4, 6 — bunkerlar; 5 — avtomat tarozi; 7 — aralashtirgich; 8 — sulfat kislotasi; 9 — suv va kislotani aralashtirgich; 10 — suv; 11 — konsentraiyaning o'lchagichi; 12 — yetilish kamerasi; 13 — pichoqli karusel; 14 — dozalagich (sarfo'lchagich).

Fosfat minerali ombordan silos (silos-maxsus maydalangan ashyo) saqlash qurilmasiga (1) keladi. Undan ta'minlagich (2) yordamida elevator (3) orqali bunkerlarga (4) va avtomat taroziga (5)

bciriladi. Fosfat tarozidan bunkerga (6) va undan aralastirgichga kelib tushadi. Aralastirgichga bosim hosil qiluvchi bakdan(8) t kislota ham kelib tushadi. Sulfat kislota aralastirgichga (9) 11 bakdan oqib tushuvchi suv bilan aralastiriladi so'ngra uning iicntratsiyasi konsentratometrda (11) aniqlangach, sarfo'lchagich 4) orqali aralastirgichga (7) kelib tushadi Aralastirgichda hosil 'Igan yarim suyuq massa - pulpa superfosfatning etilish kamerasiga "hadi.

Superfosfat kamerasi (75- rasm) tik temirbetondan qilingan Illindsimon korpus (1) bo'lib tashqi tomoni po'lat g'ilof bilan, Ichkarisi esa kislotaga chidamli diabaz plitalar bilan qoplangan. Kamera qo'lg'almas cho'yan silindir (2) atrofida sekin aylanadi. Cho'yan Illindir orqali superfosfat kameradan tushiriladi. Kameraning qopqog'i qo'zg'almasdir, qopqoqga kamerani ortish bo'limi bilan lushirish bo'limini bir-biridan ajratib turadigan to'siq vertikal holda o'rnatilgan. Ortish bo'limiga qopqoqning maxsus teshigi orqali iiralastirgichdan super fosfat suspenziyasi (pulpa) tushib turadi.



**75- rasm.** Superfosfat kamerasi (tik va ko'ndalang kesimi).

- 1 — kamera korpusi; 2 — yarimsilindr; 3 — qo'zg'almas qalqon; 4 — korusel frezer; 5 — pichoqlari; 6 — aralastirgich; 7 — pulpa tushadigan joyi; 8 — harakatsiz (qo'zg'almas) qopqoq.

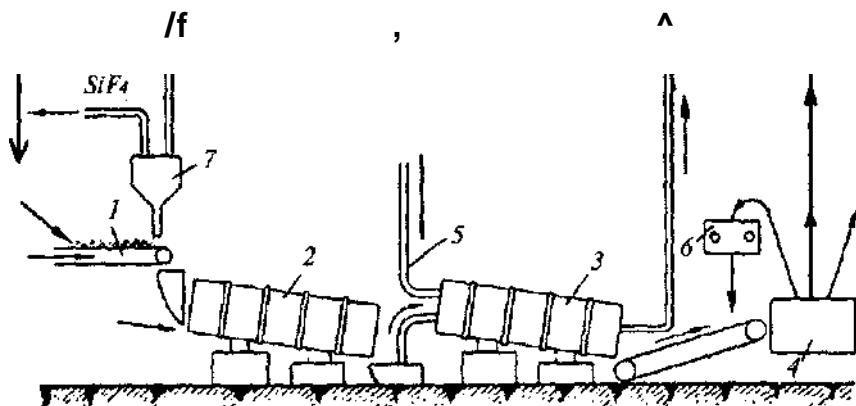
Tushirish zonasida to'siqqa (ortish-tushirish bo'liml ajratuvchi to'siq) frezer (kesuvchi pichoqlar) o'rnatilgan kamera yo'nalishiga teskari yunalishda aylanib turadi. **Kamera** 1,5—2,5 soatda bir marta aylanadi. Shu vaqt ichida superfosfat; So'ngra tushirishga tayyor bo'lgan superfosfat frezer pichoqlar kesilib, ichi bo'sh cho'yandan yasalgan, silindrsimon quvuro pastga - transpartyorga tushadi. U ombotga olib borib tashlaydi. St superfosfat kameraning balandligi 2,5 m, diametri 7,1 m bo' uning mahsuldorligi 50 t/soatga teng bo'ladi. Soatiga 100—1 superfosfat ishlab chiqaradigan kameralar ham bor.

Oddiy superfosfatning asosiy kamchiligi uning tarkibida o elementlarning kamligidir. Boyitilgan apatitlarda olingan superfos tarkibida 19-20%  $P_2O_5$ , Qorato fosforitidan (boyitilgan) olin| esa 15%  $P_2O_5$ , saqlaydi. Shundan 5,5 %  $P_2O_5$ ,  $H_3PO_4$  shaklida bo'l 50 % gacha  $CaSO_4$  va 11 -14 % boshqa begona qo'shimchalar saqlay Uning tarkibida  $H_3PO_4$  ning bo'lishi o'g'itni saqlash va ishlatish qiyinlashtiradi. Tashish xarajatlarini ko'paytiradi. Shuning uchu kislotani maydalangan ohaktosh, bo'r, fosfarit uni yoki gzsimo ammiyak qo'shib neytrallanadi. Bu jarayon donadorlash paytida amalga oshiriladi.

Undan tashqari, uni yetilishi uchun katta hajmdagi omborxonalar va saqlovchi joylar talab qilinadi. Bu kamchilikni tuzatish mumkin. Buning yagona yoli superfosfatni omborxonalarda saqlamay yetiltirish usullariga o'tishdir. Bunday qilinganda ftor saqlovchi gazlarning atmosferaga chiqib, uni zaharlanishining ham oldi olingan bo'lur edi. Omborlarda yetiltirmay oddiy superfosfat olish usullariga qo'sh superfosfat olishda qo'llanilayotgan kamera-oqimli va oqimli usullarini ko'rsatish mumkin.

Superfosfatni donadorlash biroz qiya o'rnatilgan barabanlarda (1) olib boriladi (76- rasm). Unga tashigichdan (2) to'xtovsiz superfosfat kelib turadi va (16% gacha) suv sachratilib turiladi. Barabanlar sekin aylanib turadi. Natijada mayda zarrachalar nam bo'lgandan bir-biriga yopishib donachalar hosil qiladi. So'ngra quritgich barabanga (3) o'tadi va undan galvirga (4) boradi. Hosil bo'lgan donachalarning 2 mm dan kichigi qayta donadorlashga, 4

(ton kattasi esa maydalagichga (6) va undan yana g'alvirga boradi. Huh barabanidan chiqqan gazlar superfosfat changlarini ushlab h uchun siklon apparatga (7) yetib boradi. So'ngra SiF<sub>4</sub> ni Kb qolish uchun suv bilan sug'orilib turuvchi minoraga di.Donadorlangan superfosfat 19,5—20,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ushlaydi. nda 25,5 % gacha H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> shaklida bo'ladi.



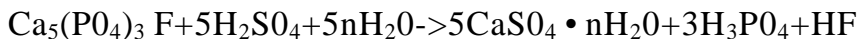
76- rasm. Superfosfatni donadorlash qurilmasining sxemasi.

1 — superfosfatni uzatuvchi tasma; 2 — granulyator; 3 — quritish barabani; 4 — maydalagich; 5 — issiq havo berish; 6 — valikli maydalagich; 7 — siklon.

Qoratog\* fosforitidan olingan superfosfat donadorlanganda ammiak bilan neytrallash jarayoni ham qo'shib olib boriladi.

Fosfat kislota va qo'sh superfosfat ishlab chiqarish.

Fosfat kislota asosan ekstraksiya usuli bilan olinadi. Bunda tabiiy fosforitlar mul sulfat kislota bilan ishlov beriladi.

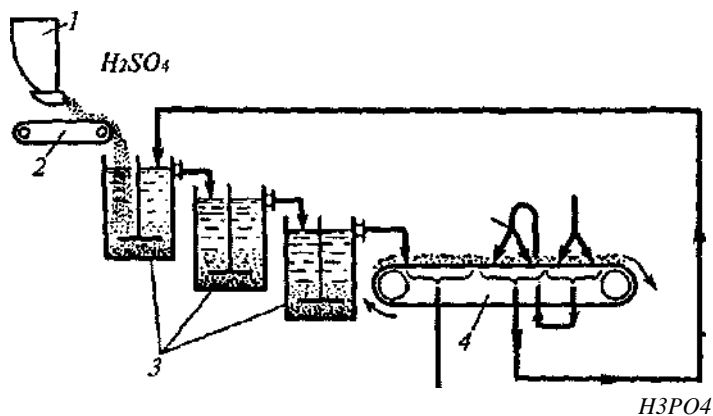


Hosil bo'lgan gipsni (fosfogips-parchalanmay qolgan fosfat va CaSO<sub>4</sub> aralashmasi) suyuq fazadan filtrlab ajratib tashlanadi. Olingan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, asosan o'g'it olish uchun va texnik maqsadlarda ishlatiladi. Fosfogipsdan filtrlab ajratilgan fosfat kislota suyuq fazaga o'tgan

kremnezyom, sulfatlar, temir va aluminiy fosfatlari va boshq bilan ifloslangan bo'ladL Fosfat kislotasi ishlab chiqarishda yuq konsentratsiyali kislotani olishga, yaxshi filtrlanadigan yirik kris fosfogips olish va ekstraksiya jarayonini tezlashtirishga harakat qilinadi.

Gipsning yirik kristallari 70—80°C harorat va sulfat kislotasi konsentratsiyasi pastroq bo'lganda hosil bo'ladi. Yuq konsentratsiyali  $H_3PO_4$  olish va ekstraksiya jarayonini tezlashtirish uchun, 75% li  $H_2SO_4$ , 70-80°C harorat va jadal aralashitiladi qo'llaniladi. Jarayon to'xtovsiz boradi.

Fosfat kislotasi ishlab chiqarishning texnologik sxema 77- rasmda berilgan. Bunkerdan (1) fosfat xomashyosi Jen' dozalagich (2) orqali ekstraksiyalagichga (ekstraksiyalagich- 60 m<sup>3</sup> hajmli po'lat chanlarbo'lib ichi kislotaga chidamli plital bilan qoplangan va ichiga aralashitirgich o'rnatilgan) tushadi. U kislotaga saqlagichdan  $H_2SO_4$  oqib tushadi. Hosil bo'lgan pulpa navb bilan keyingi ekstraktsiyalagichlarga o'zi oqib o'tadi. So'ngra unda lentali vakuum filtrga (4) borib filtrlanadi, suv bilan yuviladi va fosfogips ajratib olinadi. Kislotaning konsentratsiyasi 36% dan ( $P_2O_5$  28-32 %) oshmaydi. Qo'sh superfosfat olish uchun 50—80 % li  $H_3PO_4$  kerak bo'ladi. Shuning uchun olingan suyuq  $H_3PO_4$ ning konsentratsiyasi turli yo'llar bilan oshiriladi.



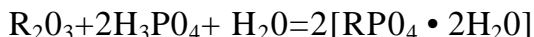
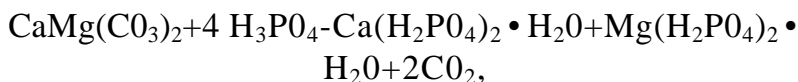
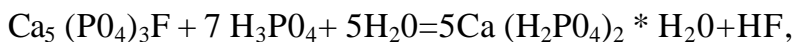
77- rasm. Ekstraksiya usuli bilan fosfat kislotasi ishlab chiqarish.  
1 — bunker; 2 — tasmasli dozalagich; 3 — ekstraktorlar; 4 — tasmasli vakuum filtr.



Keyingi yillarda fosfat kislotasi ishlab chiqarishning uch rejimda: UltraU, yarimgidratli va angidritli ekstraksiya usullari ishlab chiqildi, Klota olish jarayoni sharoitiga: asosan, harorat va  $H_2SO_4$  ning nisbatlariga qarab kalsiy sulfat turlicha gidratlanadi. Bu uchala usullar orasida keng tarqalayotgani yarimgidratli usuldir. Bu usulda konsentrlangan  $H_3PO_4$  olish imkoniyati tug'iladi. Rossiyada hozirgi poytaxtda ishlab chiqarilayotgan  $H_3PO_4$  ning 1/4 qismi shu usulda olinmoqda va bu ko'rsatkich oshib bormoqda.

Bunda jarayon digidratli rejimga o'xshaydi, ammo ayrim parametrlari bilan farq qiladi. Masalan, 95— 105°C harorat, yuqori konsentratsiyali (93% li)  $H_2SO_4$  ning qo'llanishi kabilar. Ayniqsa, jidda keng tarqalayotgan qurama (yarim-gidrat-digidratli) usul, yuqori konsentratsiyali (50%  $P_2O_5$ )  $H_3PO_4$  olish imkoniyatini berish bilan bir qatorda atrof-muhitni zaharlamshini ham bir muncha oldini oladi. 11 tabiiy fosfatni  $H_2SO_4$  bilan qayta ishlaganda 1,61. fosfogips hosil bo'ladi. Undan foydalanish muammosi haligacha to'liq hal qilingan emas. Uni sho'r erlarni normallashtirish uchun tuproqqa soladilar, undan shuvoq ishlari uchun ganch-alebastr olinadi. Uni termik parchalab sement xomashyosiga hamda  $SO_2$  olinib, uni yana  $H_2SO_4$  ga aylantirish mumkin. Bu foydalanish yo'llari hali to'liq amalga oshgan emas. Uni amalga oshirish iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan muhim vazifadir.

Qo'sh superfosfat (nomidan ma'lumki, fosfatni ikki marta ishlov berib olingan) tabiiy fosfatlarga fosfat kislotasi ta'sir ettirib olinadi.



Fosfat kislotasining stexiometrik normasi shu reaksiya asosida hisoblanadi. Qo'sh superfosfat oddiy superfosfatdan farq qiladi. U asosan monokalsiy fosfatdan iborat bo'lib konsentrlangan o'g'itdir.

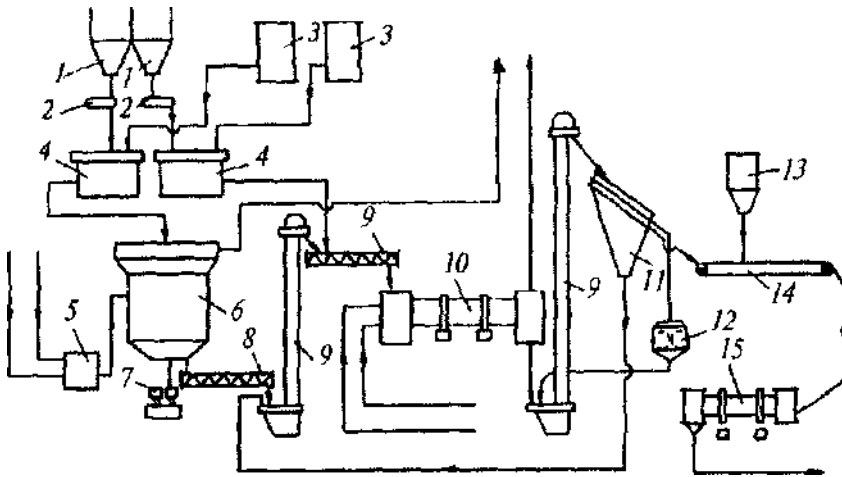
Tarkibida oddiy superfosfatdan 2—3 marta ko'p, 40—50 %  $P_2$  saqlaydi.

Qo'sh superfosfat ishlab chiqarishning kamerali usulida app va qurilmalari oddiy superfosfatnikidek bo'lib, farqi faqat fosfat ashy bilan fosfat kislotasi aralashadigan aralashtirgichning tipida to'xtovsiz ishlovchi kamera tipidadir. Qo'sh superfosfat ishlab chiqarishning (oddiy superfosfat ishlab chiqarishning ham) kameral usuli ilgari aytilganidek anchagina kamchiliklarga ega. Birinchidan, bunda fosfatni parchalash uchun konsentralangan  $H_3PO_4$  talab qilinadi, ikkinchidan, tayyor mahsulotning yetilishi uchun (yani kalsiymonofosfat kristallarining shakllanishi reaksiyaning tugallanishi uchun), omborxonalarda uzoq muddat saqlanishidir. Shuning uchun ekstraksion fosfat kislotasini bug'lantirib konsentratsiyasini oshirishga mahsulotni yetitirish uchun katta hajmdagi omborxonalar qurish va mahsulotni aralashtirib turish kabilarga katta qo'shimcha mabla sarflanadi. Bundan tashqari, mahsulotni omborxonalarda yetitirish paytida anchagina ftorli gazlar havoga chiqib uni zaharlaydi.

Qo'sh superfosfat olishning anchagina progressiv usuli — bu to'xtovsiz oqimii (potok) ishlab chiqarishdir. Bu usulda mahsulotni omborxonalarda saqlamay va konsentratsiyasi oshirilmagan fosfat kislotasi qo'llash bilan tayyor donadorlangan qo'sh superfosfat olish mumkin. Bunda havoga chiqadigan ftorli gazlar miqdori ham anchagina kamayadi (ammo umuman fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda havoga chiqarib yuboriladigan ftorli gazlar miqdori zavod qanday usulda ishlamasin, baribir davlat standart me'yoridan yuqori) va iqtisodiy ko'rsatkichlari ham yuqori.

Donadorlangan qo'sh superfosfatni fosforit uni va bug'lantirilmagan (suyuq) fosfat kislotasidan uzluksiz usulda ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 78- rasmda berilgan.

Reaktor (4)ga fosforit uni va fosfat kislotasi yuboriladi. Taxminan 1 soatda 70—90°C da fosforitning 55-60% parchalanadi. Reaktordan chiqqan pulpa ikki oqimga bo'linadi. Uning bir qismi (yarimlari) sachratuvchi quritgichda quritiladi. Quritilgan mayda donali material donadorlanadi. Buning uchun uni shnekli aralashtirgich-



**78- rasm.** Fosforit uni va ekstraksiyon fosfat kislotasidan donador qo'sh superfosfatni uzluksiz ishlab chiqarish sxemasi.

- I — Fosforit uni uchun bunker; 2 — massa dozalagich; 3 — fosfat kislotasi uchun bosimli bak(idish); 4 — reaktor; 5 — yoqilg'i; 6 — sachratib qurutuvchi; 7 — taroqsimon uzatma; 8 — shriek; 9 — elevator; 10 — baraban quritgich; II — g'atvir; 12 — maydalagich; 13 — maydalangan bo'r bunker; 14 — tasmali transportyor; 15 — baraban neytrallagich.

donadorl<sup>ch</sup>(8)dapulpaningikkinchiqismibilan aralashtiriladi. Shu yerga bir oz return ham qo'shiladi, So'ngra tarkibida 20—22% namlik saqlovchi superfosfat donalari namligi 3-4% qolguncha to'g'ri oqimli barabanli quritgich (10)da quritiladi.

Quritish jarayonida dastlabki ashyoning parchalanishi davom etadi va natijada ashyoning umumiy parchalanish darajasi 80-90% ga yetadi.

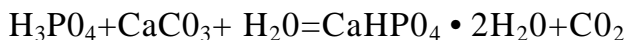
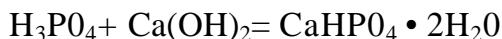
Barabanli quritgichdan chiqqan mahsulot g'arvirlashga yuboriladi. 1—4 mm kattalikdagi donachalar barabanli neytrallagich (15)dabo'r bilan neytrallanadi. 4 mm dan yirik zarrachalar maydalagich(12)da maydalanadi, 1 mm dan kichik zarrachalar bilan aralashtiriladi va aralashtirgich donadorlagichga return sifatida qaytariladi.

Oddiy va qo'sh superfosfat o'simliklar oson o'zlashtiriladigan  $P_2O_5$ ni saqlaydi. Ta'sir muddati boshqariladigan o'g'itlarni olish uchun superfosfat donalari yupqa po'stloq bilan qoplanadi. Natijada

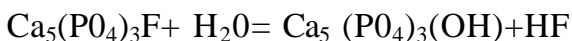
o'g'it uzoq muddat ta'sir kuchini saqlab qoladi. Ikkinchi yo'li qo superfosfatni fosfarit uni bilan aralashtirish hisoblanadi. Shun uzoq muddat ta'sir ko'rsatadigan fosforli itlari superfosni m qilib ko'rstishimiz mumkin. Superfos 37-38 %  $P_2O_5$  saqla shundan yarimidan ko'prig'i suvda eruvchi va tez ta'sir qiluv shaklda bo'lsa, yarimidan ozrog'i sekin ta'sir qiluvchidir. Bun o'g'itni qo'llash tuproqqa samarali ta'sir muddatini uzaytiradi.

Bulardan tashqari, yana ftorsiz fosfaritlar ham ishlab chikarila Ular ham o'g'it, ham mol ozuqasi sifatida ishlatiladi. Bularga; kal; gidrofosfati (pretsipitat) ftorsizlangan fosfat va boshqalar kiradi.

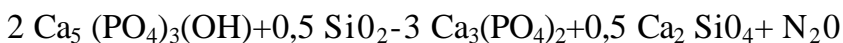
Kalsiy gidrofosfat sanoatda  $H_3PO_4$  ni ohakli suv yoki ohakto ta'sir ettirib olinadi;



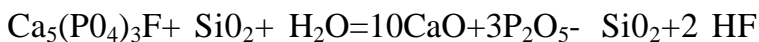
Pretsipitat (nemischaprazipitierung so'zidan olingan bo'lib, cho'kish ma'nosini anglatadi) tarkibida 41,25 %  $P_2O_5$  saqlaydi. Bu suvda yomon eriydi. Ftorsizlangan fosfatni boyitilgan appatit yoki fosforitni gidrotermik (suv bug'i ishtirokida kizdirish) parchalash bilan olinadi. Bu reaksiya 1400—1550°C haroratda 2 % gacha  $SiO_2$  ishtirokida boradi. Reaksiya awal gidroksilapatit hosil bo'lishi bilan boradi.



So'ngra gidroksilapatit  $SiO_2$  ishtirokida parchalanadi.



Apatitning  $SiO_2$  ishtirokida gidrotermik parchalanish reaksiyasini bunday yozish mumkin.



Ftorsizlangan fosfat, tarkibida 28—41 % gacha  $P_2O_5$  saqlaydi.

#### 4- §. Kompleks o'g'itlar

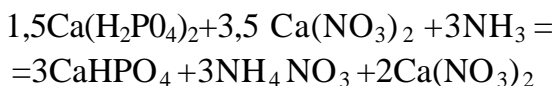
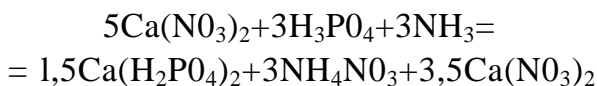
Kompleks o'g'itlar tarkibida ikki va undan ortiq oziqa element) hlaydi. O'g'itlarni zavodlarda qoplarga solish, tashish, tushirish, Omborlarda saqlash, tuproqqa solish va shu kabilar ko'p mehnat va **Itattu** xarajat talab qiladi. Bu xarajatlarni kamaytirish uchun konsentrlangan, shu bilan bir qatorda kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish juda muhimdir. Keyingi yillarda kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sur'atlari ortib bormoqda.

Kompleks o'g'itlarni, tabiiy fosfatlarni nitrat kislotasi bilan ishlov berish orqali yoki fosfat kislotasini ammiak bilan neytrallab olish inumkin. Masalan, nitrofos nitrofosk, azofosk va boshqalar ko'p ishlab chiqariladigan murakkab o'g'itlardir.

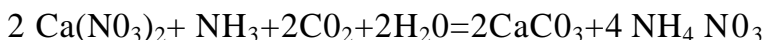
Fosfatlarni nitrat kislotasi bilan parchalanganda quyidagicha reaksiya boradi.



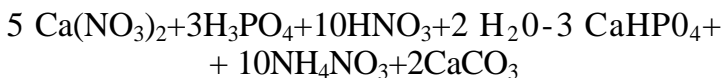
Hosil bo'lgan moddalar aralashmasi ammiak bilan neytrallanadi.



Bu reaksiyada kalsiyning 60%i kalsiy monogidrofosfatga aylanadi. So'ngra hosil bo'lgan aralashma qolgan kalsiyni erimaydigan karbonatga aylantirish uchun ammiak va uglerod (IV)- oksid bilan ishlov beriladi.



Reaksiya umumiy holda yozilganda quyidagicha bo'ladi.

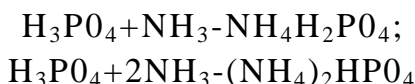


Natijada tarkibida ikkita ozuqa element (N va P) saqlovchi hosil bo'ladi, unga *nitrofos* deyiladi. Agar unga kaliyli tuzlar (KC K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qo'shilib (donadorlashdan ilgari pulpaga qo'shiladi) tarki' uchta ozuqa eJementi saqlovchi (azot, fosfor va kaliy) nitrofosk nitroammofosk deb ataluvchi murakkab o'g'it olinadi. Uning tart

N- 1 M2 %; P<sub>2</sub>O<sub>r</sub>10-II %; K<sub>2</sub>O-11-12 %.

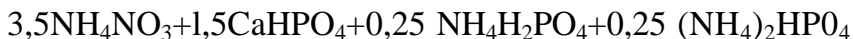
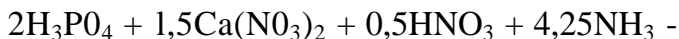
Sanoatda ko'p xil nitrofosklar ishlab chiqariladi, ammo ulai barcha navlarida P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning bir qismi suvda erimaydigan CaHP, shakfida bo'ladi.

Murakkab konsentrlangan va faqat suvda eruvchi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> saqlovc o'g'itni fosfat kislotasini ammiak bilan neytrallash orqali olinadi.



Olingan gidro- va digidrommofoslar ko'pincha kaliy nitrat, karbamid, kaliy xlorid yoki kaliy sulfatlar qo'sbish bilan *uchta oziqa* element! saqlovchi nitroammofoska, karboammofoska va boshqa murakkab o'g'itlar olinadi. Bu o'g'itlar suvda yaxshi eruvchi, tarkibida begona qo'shimchasi bo'lmagan, konsentrlangan o'g'itdir (55 % gacha oziqa elementlari bor).

Azofoskni olish uchun, tabiiy fosfatlarni nitrat kislota bilan o'zaro ta'siri natijasida olingan eritmadan kalsiyini, kalsiy nitrat shaklida eritmasini sovitish yo'li bilan cho'ktirib ajratib olinadida, so'ngra ammiak bilan neytrallanadi. Shunday qilinganda suvda eruvchi fosfor saqlovchi fosfatlar olish imkoniyati tug'rladi. Reaksiyani umumiy holda quyidagicha yozish mumkin.



Neytrallashning oxirgi bosqichida KC1 qo'shiladi. Bunda almashinish reaksiyasi tufayli hosil bo'ladigan KN<sub>3</sub> va NH<sub>4</sub>C1 ham azofosk tarkibiga kiradi. Azofoskning tarkibida ko'p miqdorda suvda eruvchi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> saqlovchi fosfor birikmalari bo'ladi.

## 5- §. Kaliyli o'g'itlar ishlab ehiqarish

Kaliyli o'g'itlardan keng tarqalgani kaliy xlorid va kaliy sulfatdir. Kuliyli o'g'itlarning asosiy xomashyosi: silvinit -  $KCl - NaCl$ , fcngbeynit -  $K_2SO_4 - 2MgSO_4$ , karnallit- $KCl - MgCl_2 - 6H_2O$ , kainit -  $KClMgSO_4 - 3H_2O$ , shenit  $K^+ - 6H_2O$  boshqalardir. Rossiyaning yirik kaliyli tuz konlariga Ural (Verxnekamskiy va Verxnepechorskiy), Belorusiyadagi Starobinskiy, g'arbiy Ukrainadagi Prikarpatkiy, O'rta Osiyodagi Gaurdakkiy, Karlyukskiy, Jilyanskiy va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

Kaliy xlorid silvinitdan gallurgiya usuli bilan ajratib olinadi (gallurgiya yunoncha so'z bo'lib, «sho'r ish» ma'nosini anglatadi). Bu usul  $KCl$  va  $NaCl$  ning eruvchanlik harorat koeffitsienti har xilligidan foydalanishga asoslangan.  $KCl$  ni issiqlikda yaxshi erishi va sovitilganda uni eruvchanligi kamayib oson kristallanishidan foydalanib,  $NaCl$  dan ajratib olinadi.  $NaCl$  esa issiqda ham, sovuqda ham eruvchanligi taxminan bir xildir.

Silvinitdan  $KCl$  ni sanoatda ajratib olish quyidagi asosiy bosqichlardan iboratdir:

1. Silvinit eritmasidan  $KCl$  ni kristallab ajratib olingach, qolgan sho'robani qizdirib unda maydalangan silvinitni eritish. Bunda eritmaga faqat  $KCl$  erib o'tadi.  $NaCl$  esa to'liq qattiq fazada qoladi.

2. Sho'robani cho'kmadan ajratib olish va uni begona qo'shimchalardan tozalab tindirish.

3. Eritmani ( $KCl$  va  $NaCl$  aralashmasidan iborat) vakuimli sovitish orqali  $KCl$  ni kristallash, cho'kmaga tushirish.

4.  $KCl$  kristallarini sho'robadan ajratib olish va uni quritish.

5. Sho'robani 110—115°C gacha qizdirish va unda yana yangi porsiya silvinitni eritish.

Keyingi yillarda silvinitdan  $KCl$  ni flotatsiya usuli bilan  $NaCl$  dan ajratish keng tarqalmoqda. Yana grovitatsiya ( $KCl$  va  $NaCl$  ni zichligi har xilligidan foydalanib ajratish usuli), elektrostatik seperatsiya (qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalarning elektr maydonida ajratishiga asoslangan usuldir) usullari ancha istiqbolli

hisoblanadi. Xlorsiz kaliyli o'g'it, masalan,  $K^{\wedge}SO_{\wedge}$ , Rossiyada aso Prikarpatskiy konidagi (zaxirasi 2,5 mlrd. t.) xlorid sulfatli kali minerallardan, gallurgiya va flotatsiya usullari bilan olinadi.

## 6- §. Mikroo'g'itlar

Ta'sir etuvchi moddasi mikroelement bo'lgan mineral o'g'itla *mikroo'g'itlar* deyiladi. Davriysistemadagi 107taelementlarning 8 %i shu jumladan, og'ir metallarning barchasi (temir bundan mustasno) mikroelementlardir. Ular o'simlik va hayvonlar organizmida (quruq holdagisiga nisbatan hisoblanadi) 0,01 % dan oshmaydi. Har erga solinadigan normasi 0,1—3 kg atrofida bo'ladi. Hoziga qadar 14 ta mikroelementning hayotiyjarayonlardagi muhim roli, ahamiyati aniqlangan. Shularjumlasiga B, Mn, Cu, Zn, Co, Mo va boshqalar kiradi. Ular hayotiyjarayonga ta'sir ko'rsatuvchi muhim moddalar, fermentlar, gormonlar, pigmentlar va boshqalar tarkibiga kiradi. Ular o'simliklar organizmida turli fiziologik va biokimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi.

Masalan, ular fermentlar aktivligini oshirish orqali, uglevodorodlar almashinuviga ta'sir o'tkazadi, fotosintezjarayonida nurni o'zlashtirishni kuchaytiradi, oqsil sintezini tezlatadi. Ayrim mikroelementlar o'simliklarning ba'zi foydali xossalarni kuchaytiradi. Masalan, qurg'oqchilikka, sovuqqa chidamliligini oshiradi, urug'ning rivojlanishini va pishishini tezlashtiradi, kasalliklarga chidamliligini oshiradi va hokazo.

Zarur mikroelementlarning yetishmasligi esa o'simlik va hayvonlarda modda almashinuvini buzilishiga, ularni turli kasalliklarga chalinishiga olib keladi. Masalan, borning yetishmasligi bahorgi bug'doy, kanop va qand lavlagini kasalliklarga chidamliligini kamaytiradi, marganets yetishmasligi fotosintez jadalligini kamaytiradi, molibden yetishmasligi barglarda nitratlarning to'planishiga va hosilida oqsilning kamayishiga, temirning yetishmasligi esa barglar xloroziga sabab bo'ladi.

Biroq mikroelementlarning ko'pi ham o'simlik va hayvonlarga zaharli ta'sir etadi. Ayniqsa, ko'pgina og'ir metallar (masalan, qo'rg'oshin va simob) zaharli ta'sir etadi. Shuning uchun ham



Uproqda mikroelementlar miqdori va sifati aniqlanishi va unga qiladigan ekinlarning ularga bo'lgan talabi o'rganilmog'i lozim va |hu ma'lumotlar asosida u yoki bu mikroelement turi va miqdoridan foydalanish kerak bo'ladi.

Keyingi yillarda mikroelementlardan foydalanish (tarkibida mikroelementlar saqllovchi yangi tur o'g'itlarning yaratilishi va ishlab chiqarilishi ayniqsa, kengayib bormoqda) tez sur'at bilan o'sib bormoqda. Mikroo'g'it sifatida tarkibida mikroelementlar saqllovchi tabiiy ruda minerallari, ba'zi sanoat ishlab chiqarish chiqindilari, texnik tuzlar, maxsus tayyorlangan moddalar va aralashmalar, masalan, kompleksonatlar (ichki kompleks birikmalar); firitlar (qattiq aralashmalar suyuqlanmasidan olinadigan shishasimon yoki metalsimon donachalar) vaboshqalar ishlatiladi.

Mikroo'g'itlar ekishdan oldin tuproqqa solish yoki o'simlikka changlantirish (sepish) va purkash hamda urug'larga ishlov berish yo'li bilan ishlatiladi.

**Borli o'g'itlar.** Mikroo'g'itlar orasida eng keng tarqalgani borli mikroo'g'itlardir. Eng konsentratlangan borli o'g'it borat kislotasi -  $H_3B_0_3$  dir. Uni urug'larga sepganda talk bilan aralashtiriladi (14—16 % gacha  $H_3B_0_3$  saqllovchi aralashmasi ishlatiladi), oddiy, qo'sh superfosfat hamda nitroammofosk va boshqalarga qo'shiladi. Bu maqsadda bura  $N a ^ O / 10H_2O$ , borat kislotasining kalsiyli tuzi ham ishlatiladi. Kul tarkibida ham (1kg kulda 200—700 mg gacha) bor uchraydi. Shuning uchun borli o'g'it sifatida kul ham ishlatiladi.

Sanoatda turli tabiiy bor minerallaridan borat kislota ishlab chiqarishda, chiqindi sifatida qoldiq eritma hosil bo'ladi, u tarkibida 21-23 %  $MgSO_4$  va 1,8-2,5 %  $H_3B_0_3$  saqlaydi. Bu eritma bug'lantirilib, tarkibida 13 %  $H_3B_0_3$  va 13 %  $MgO$  saqllovchi bormag'liyli o'g'it olinadi. Bu tarkibida ham bor, ham magniy saqllovchi o'g'it hisoblanadi

**Misli, ruxli, marganetsli, molibdenli, kobaltli o'g'itlar.** Misli o'g'itlarga odamlarning sutkalik talabi 2 mg atrofida bo'ladi. Misli o'g'it sifatida sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan kolchedan kuyundisi va mis ishlab chiqarishda hosil bo'luvchi kuyundilar qo'llaniladi. Ular tarkibida 0,3—0,6 % mis va boshqa mikroelementlar: Zn, Co, Mo saqlaydi. Konsentrlangan misli o'g'it sifatida mis

kuparosi,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (tarkibida 23,4—24 % gacha Cu saqlaydi) qo'llaniladi. U ham sof holda, ham boshqa o'g'itlarga qo'shib ishlatiladi. Masalan, miskaliyli o'g'it (90 % KCl, 1 % - Su dan iborat). B markali ammofos (0,3—0,5 % Cu saqlaydi) ishlab chiqariladi.

Ruxli o'g'it sifatida  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (21,8—22,5 % Zn saqlaydi) hamda ruhli belila ishlab chiqarish korxonalarining chiqindisidan olinadigan PMU-7 markali (*polimernoye mednoye udobreniya*) so'zlarining bosh harflaridan olingan, tarkibida 25 % gacha Zn saqlaydi) o'g'itlar ishlatiladi. PMU-7 tarkibida Mn va boshqa mikroelementlar ham uchraydi. Ruxli o'g'itlarni 1,4 % gacha atmosferaga, 1,5—1,7 % gacha karbamidga qo'shib ishlatilganda yaxshi foyda beradi.

Marganetsli o'g'it sifatida marganetsli rudalarni ho'l usulda boyitilganda hosil bo'ladigan chiqindi ham ishlatiladi. U tarkibida 14 % gacha  $\text{MnO}_2$  ushlaydi, ammo u suvda juda qiyin eriydi. Suvda yaxshi eruvchi marganetsli o'g'it bu  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dir. U karbonatli marganets rudalarini sulfat kislota bilan ishlov berib olinadi. Oddiy superfosfatga donadorlashdan oldin  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  qo'shib marganetslangan oddiy superfosfat olinadi u tarkibida 19 % gacha  $\text{P}_2\text{O}_5$  va 1,5 % gacha Mn ushlaydi.

Asosiy molibdenli o'g'itlarga ammoniy paramolibdat  $3(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 7\text{MoO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  yoki ammoniy molibdat  $5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  hamda natriy-ammoniy molibdatlar kiradi. Bular ferroqotishmalar ishlab chiqarish chiqindilaridan hamda elektr lampochkalar ishlab chiqarish chiqindilaridan olinadi. Ularning superfosfatga qo'shib molibdenli superfosfatlar ishlab chiqariladi (tarkibida 0,13—0,03 % gacha Mo saqlaydi). Qo'sh superfosfatga (0,8% gacha Mo saqlaydi) hamda nitroammofoskka ham (0,2 % Mo saqlaydi) qo'shiladi. Kobaltli o'g'itlar asosan sulfatli va xlorti Co tuzlari shaklida foydalaniladi. Qo'sh superfosfatga va nitroammofoskka 0,1 % gacha qo'shiladi, fosfat uniga 0,001—0,02 % gacha qo'shiladi.

Shuningdek, kompleks mikroo'g'itlar ham ishlab chiqariladi. Shundaylardan mis, rux, kobalt, marganets sulfatlari, ammoniy molibdat va kaliy yodidlarini borat kislota bilan qo'shib tayyorlanadi. Ular tarkibida 5,5 % B, 2,8% Cu, 5,5 % Zn, 0,1 % dan Mo, Co va J, 11 % Mn saqlaydi. Ular massasi 0,18 va 0,36 g li tabletkalar shaklida hamda kukunlar shaklida chiqariladi.

## **VBOB. SILIKATLAR TEXNALOGIYASI**

### **1- §. Silikatli materiallarning klassifikatsiyasi va ishlatilishi**

Silikatlar, yarimsilikatlar, alyumosilikatlar aralashmasi yoki suyuqlanmalaridan tashkil topgan materiallarga *silikatlar* deb, ularning ishlab chiqaruvchi sanoat tarmog'iga *silikatlar sanoati* deb ntaladi. Silikatli materiallar kimyoviy tarkibi, olinish sharoiti xossalari va ishlatilish sohalariga qarab uch guruhga: keramika, bog'lovchi materiallar va shishaga bo'linadi.

Keramika yunoncha «keramikos» so'zidan olingan bo'lib, giltuproq degan ma'noni anglatadi. Keramik materiallar va buyumlar asosan turli xildagi giltuproqlardan hamda ba'zi bir oksidlardan ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  vaboshqalar) tayyorlanadi. Sopol materiallar va buyumlarni tayyorlashdagi umumiylik, pishirish jarayonidaxomashyoyumshab, zarrachalarning bir-biriga yopishib yaxlitlanishidir. Bunda xomashyo tarkibidagi oson suyuqlanuvchi aralashmalarning mayda zarrachalari bilan sovush paytida mustahkam birikib, qattiq keramikaga, ya'ni sopol parchasiga aylanadi. Pishirish yaxlitlanish darajasiga qarab ikki xil, g'ovak va zich pishgan keramika hosil bo'ladi.

Birinchi guruhga: g'isht, fayans, kafel (koshin), cherepitsa (tomga yopiladigan sopol), terrakota (jigarrang sopol), kulol va o'tga chidamli buyumlar (shomot, dinas va boshqalar) kiradi.

Ikkinchi guruhga: chinni, kimyo sanoati uchun kislotalarga chidamli buyumlar, yo'lka va qoplama plitalar va boshqalar kiradi.

Sopol buyumlar sirtining holatiga qarab sirlangan (glazurlangan) va sirlanmagan buyumlarga bo'linadi. Sirlangan buyumlarning sirti shishasimon yaltiroq sir bilan qoplangan bo'ladi. Silikatlar aralashmasini to'liq suyuqlanguncha qizdirib, so'ngra suyuq massani sovitilsa, turli navdagi shishalar hosil bo'ladi.

Kukunsimon silikatlar va alyumosilikatlarni hamda boshqa mineral moddalarni quydirilsa bog'lovchi xossaga ega bo'lgan birikmalarga aylanadi. Hozirgi zamonda silikatli materiallar ishlatilmaydigan sohani ko'rsatish qiyin. Silikatli materiallar ayniqsa, qurilishda, masalan, qurilish g'ishtlari, cherepitsalar, qoplama materiallar, o'tga chidamli

va kimyoviy buyumlar, elektr issiqlik va shovqinni izolyatsiyalo (o'tkazmaydigan) materiallar qurilish va bezak ishlari tayyorlas keramik quvurlar olishda, elektrotexnika va radiotexnika sanoa turii xildagi chinni izolyatorlar, isitish asboblari uchun har keramik qismlar, sanitariya-gigiyena (ozodalik) texnikasi na va hokazolar tayyorlashda ishlatiladi.

Sopo! materialariga qiziqish shunchalik oshdiki, XXI asrni ba' keramika asri deb ham atalmoqda. Hozirning o'zida noyob mex; magnit, elektrik va optik xossalarga ega bo'lgan, xalq xo'jaligini turli-tuman sohalarida ishlatiladigan keramik materiallar yaratila

## 2- §. **Keramika buyumlari**

*Keramika* deb, turli mineral ashyolardan, asosan tabiiy giltuproqdan, dolomit, magnezit, kvarsit, talk va shunga o'xshash boshqa materiallardan tayyorlangan buyumlarga aytiladi.

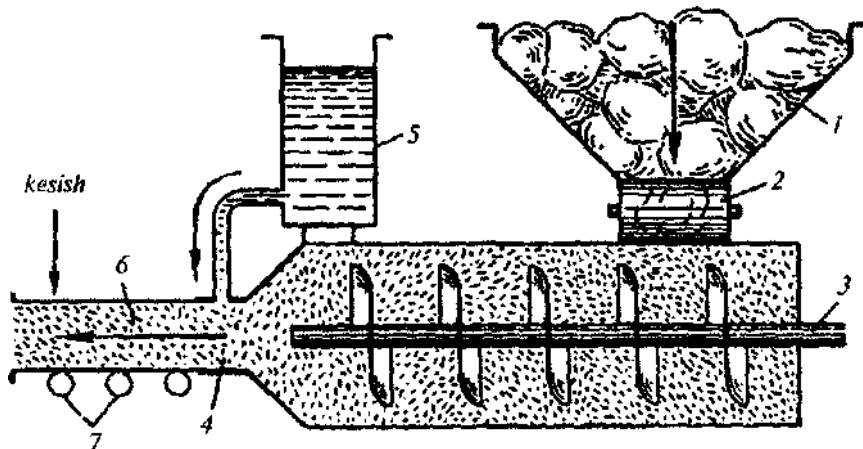
Nisbatan keng tarqalgan va eng ko' ishlab chiqariladigan keramik materiallarga qurilish g'ishtlari kiradi.

Qurilish g'ishtlari uchun xomashyo ko'p uchraydigan, keng tarqalgan, oson suyuqlanuvchi tuproq bo'lib, uning tarkibi 53—81%  $\text{SiO}_2$ , 7-23%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2-8%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 14% gacha  $\text{CaO}$  va ozroq miqdorda  $\text{MgO}$  hamda ishqoriy metallarning oksidlari va boshqa aralashmalardan iborat bo'ladi. G'isht aralashmalardan iborat bo'ladi. G'isht kuydirilganda pemi birikmalari oksidlanib g'ishtga qizil rang beradi. Agar tuproq tarkibida qum kam bo'lsa, unday tuproqdan tayyorlangan materiallar pishirilganda «o'tiradi», ya'ni hajmi kichrayib yoriladi, nuqsonli bo'ladi. Shuning uchun ham g'isht tayyorlash uchun tuproqqa ko'pincha qum qo'shiladi.

Keramik buyumlarni tayyorlash uchun awal tarkibida barcha zarur elementlari bo'lgan xomashyodan loy tayyorlanadi. Olingan loyga biror-bir shakl beriladi. Loyga shakl berish ikki usulda amalga oshiriladi: plastik usul va yarim quruq usul.

Plastik usulda shakl berib g'isht olish uchun tuproq qum bilan aralastirilib 18-25% gacha suv solinib, loy tayyorlanadi. Bujarayon turli xildagi aralastirgichlarda amalga oshiriladi. Shakl berish lentali

sslash mashinasida olibboriladi (79- rasm). G'isht loyi mashinaga qadaq(1) orqali kiradi. So'ngra shnek (3) loyni surib presslash mushtugi(4)ga (nayga) o'tkazadi. U erda loy yana qo'shimcha iralashchadi, zichlashadi. Namlagich (5) dan mushtukni ho'llash uchun suv berib turiladi (loy tiqilib qolmasligi uchun). Mushtukda lenta (tasma) shaklini olgan loy kesuvchi mashina(6) bilan yoki qo'lda g'isht shaklida kesiladi.



79- rasm. Lentali press apparati.

1 — ortish qadag'i; 2 — valslar — yoyuvchi; 3 — shnek; 4 — press mundshutgi; 5 — ho'llagich; 6 — lenta(tasma) ko'rinishidagi loy massasi; 7 — tayanch roliklar.

Tayyor bo'lgan g'isht awal tabiiy holda ochiq havoda yoki maxsus quritgichlarda quritiladi. Maxsus quritgichlarning takomillashgan turi tunnelda (yer ostidagi joylar va yerto'lalarda) quritishdir. Tunnelning uzunligi 50 m bo'lib, uning bir tomonidan yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar oqimi harakat qilsa, unga qarama-qarshi tomonga qarab xom g'isht ortilgan vagonchalar harakat qiladi. Tunnelda quritishning ustunligi shundaki, bunda ishlab chiqarish jarayoni uzluksiz boradi, doimiy rejimda va tez quriydi(bunda g'isht 2—3 kunda quriydi). Agar g'isht loyiga elektrolitlar (tuzlarning eritmalari) qo'shilsa, tez quriydi. G'isht pishirilgandan keyingina

yetarli mustahkamlikka ega bo'ladi. Plastik usulda olingan g'ish 900-1050°C da yarim quruq usulda olingan g'ishtlar esa 950-1100 da kuydiriladi.

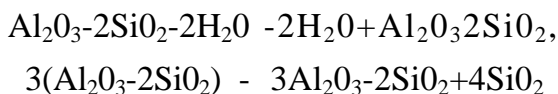
G'isht yarim quruq usulda ishlab chiqarilganda xomashy tayyoriash: tuproqni quritish, maydalash va yaxshilab aralash tirishdan iboratdir. Tuproq turli konstruksiyali apparatlarda quritiladi. Ulardan mahsuldorligi yuqori bo'lgani quritish barabanlaridir. Tuproq to'g'ri oqim prinsipida ishlaydi. Barabanning bir tomonidan havo; tuproq, ham issiq gaz kiritiladi. Bunda tuproq harorati 110°C dan yuqori bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi, chunki bundan yuqori harorat tuproq plastiklik xossasini yo'qotadi. Quritilgan tuproq maydalash yuboriladi va elakda elanadi. Elangan tuproq kukuni kerakli miqdor qum bilan aralastirilib suv yoki bug' bilan (8—12% gacha) namlanadi va shakl beriladi. Bu ishlarning barchasi mexanizatsiyalashtirilgan. Presslashda yuqori bosimni ( $10^7$ — $2,5 \cdot 10^7$  n/m<sup>2</sup>) qo'llash g'isht sifatini oshiradi, chunki bunda tuproq zarrachalari yuqori darajada zichlashadi.

Mexanik presslash mashinalarining mahsuldorligi soatiga 5 ming dona g'ishtga teng. Lentali presslash mashinasining mahsuldorligi esa 10 ming dona soatga teng.

Yog'och qiqiqlari aralastirib tayyorlangan g'ishtlar ham muhim ahamiyatga ega bo'lib, pishirilganda qiqiqlar yonib ketishi tufayli g'ovak g'ishtlar hosil bo'ladi. Bunday g'ovak g'ishtlar issiqlikni yaxshi saqlab turish (izolyatsiyalash) xossasiga ega bo'ladi. Ichi bo'sh — g'ovak g'ishtlar ham keng qo'llaniladi. Uni tayyoriash uchun lentali presslash mashinasining mushtugiga temall sterjen o'rnatiladi va sterjen g'isht orasida qolib g'ovak hosil qiladi. Presslash mashinalarida esa sterjen loyni bosib unda g'ovaklar hosil qiladi. Yuqori harorat ta'sirida ishlovchi apparatlar va metallurgiya pechlarini qurishda o'tga chidamli g'ishtlar ko'p ishlatiladi. O'tga chidamli g'ishtlarning issiqlik ta'sirida kengayish koeffitsienti kichik bo'lishi kerak, haroratning keskin o'zgarishiga chidamli bo'lishi, mexanik mustahkamligini saqlab qolishi, suyuq metall va shlak ta'siriga chidamli bo'lishi kerak.

O'tga chidamli materiallarning muhim guruhiga alyumosilikatli materiallar kiradi. Ular tarkibiga qarab yarim nordon (65 % dan ko'proq SiO<sub>2</sub> va 30 % dan kamroq Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), shomotli (30-45% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) va glineozomligiga (aluminiy oksid U 4 5% dan ko'proq Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) bo'linadi.

Bulardan eng ko'p ishlab chiqariladigan shomotli o'tga chidamli Hiateriallardir. Uni olish uchun asosiy xomashyo o'tga chidamli glltuproq - kaolin ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) bo'lib tarkibida kvars ( $\text{SiO}_2$ - minerali), organik moddalar va boshqalar bo'ladi. Xomashyo kuydirilib sovutiladi vayaxshilab kukun holiga kelguncha maydalanadi. Maydalangan shomot kukuni o'tga chidamli tuproq bilan 1:1 yoki 4:1 nisbatda aralashtirilib suv bilan loy qorilib g'isht tayyorlanadi va qayta  $1300\text{—}1450^\circ\text{C}$  dapishiriladi. Pishirilganda kaolin parchalanib mullit hosil bo'ladi:



### Mullit

Bu reaksiyada ajralib chiqqan  $\text{SiO}_2$  xomashyo tarkibidagi begona aralashmalar bilan birga qo'shilib suyuqlanadi va mullit zarrachalarini bir-biriga bog'laydi, yopishtiradi. Bunday shomot g'ishtlari  $1600\text{—}1750^\circ\text{C}$  gacha o'z mustahkamligini saqlaydi. U kislotali va asosli shklarga hamda suyuq shishaga chidamli bo'ladi. Binolarning old tomoni devorini bezash uchun ishlatiladigan g'ishtlar va plitachalar xom shomotli materiallarga kiradi. Glinozyomli materiallar ham shomotli materiallardek tayyorlanadi. Bunda xomashyo sifatida sillimonit va kianit ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{SiO}_2$ ) minerallari yoki o'tga chidamli tuproqqa glinazyom ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) qo'shib foydalaniladi. Bunday g'ishtlar  $1750\text{—}1950^\circ\text{C}$  gacha chidamli bo'ladi. Glinozyomli g'ishtlar asosan elektropechlar, shisha suyuqlantirish pechlari va tunnel pechlarini qurishda ishlatiladi.

Keng tarqalgan o'tga chidamli materiallardan yana biri dinasdir. Dinas tarkibida 93 % dan kam kvars ( $\text{SiO}_2$ ) saqlamaydi. Kuydirilganda boshqa minerallarga (tridimit va kristobalitga) aylanadi. Dinas xomashyosi kvarsit bo'lib, u kuydirib, maydalanib va elanib olingach bog'lovchi materiallar: aluminij oksidi, temir oksidi va boshqalar qo'shiladi, so'ngra suv qo'shilib loy qoriladi va mexanik presslash mashinalarida shakl berilgach buyum kuydiriladi. Kuydirish jarayoni juda ehtiyotkorlikni talab etuvchi operatsiyadir. Kuydirganda hajmning ortishi bilan jarayon, ya'ni kvarsning polimorf o'zgarishi sodir bo'ladi. Natijada tridimit va kristobalit hosil bo'ladi. Kuydirish paytida 3—4 sutka davomida harorat sekinlik bilan bir tekisda oshirib boriladi.

Sovutilganda ham bir tekisda ohistalik bilan 3—4 sutka mobaj sovutiladi. Dinas nordon g'isht bo'lib, nordon shlaklarga juda chidamli bo'iadi. Uning o'tdachidamliligi 1690-1730°C gacha bo'iadi. U shisha pishirish pechlari va koks pechlarini qurishda ishlatiladi.

Magnezit g'isht uchun xomashyo magnezitdir ( $MgCO_3$ ), kuydirilganda magniy oksidga aylanadi, so'ngra unga yopishtirish moddalar (sulfat — spirtli barda, spirtni haydaganda qoladigan qol spirt ishlab chiqarish mavzusiga qarang) qo'shilib, 1600—1750°C da kuydiriladi. !4

Magnezitli g'ishtlar asosli bo'lib, asosli shlaklar ta'siriga VE chidaydi. Uning o'tga chidamliligi (2300-2500°C ga teng bo'lib, elektr pechlari va marten pechlarini qurishda ishlatiladi. Dolomit g'ishtlar magnezitli g'ishtlar kabi tayyorlanadi. Uning xomashyosi dolomitdir ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ). Xromomagnezitli g'ishtlarning tarkibi asosan xromit ( $FeCr_2O_4$ ) va magniy oksididan ( $MgO$ ) iborat bo'lac Ular kimyoviy ta'sirotlarga chidamli bo'lib, 2000°C dan yuqoridagi haroratga chidaydi va asosan metallurgiya sanoatida ishlatiladi.

Korundli o'tga chidamli materiallar asosan aluminiy oksididan iboratdir. ( $Al_2O_3$  s.t. 2050°C). Bunday materiallar haroratning keskin o'zgarishiga chidamli bo'lib, ulardan tigellar (shisha suyuqlantirish pechlari tayyorlanadi. Ular yuqori harorat va kislotali shlakka chidamli bo'lib, asosan quyuv qoliplari, retortalar, elektr pechlarining ichki qoplamlari tayyorlash uchun ishlatiladi. Sirkoniy oksidi ( $ZrO_2$  s.t. 2687°C) va toriyoksidi ( $ThO_2$  s.t. 3050°C) asosida tayyorlangan materiallar eng yuqori o'tga chidamlilik xossasiga ega bo'iadi. Ular asosan rangli metallurgiyada tigellar, quvurchalar, qayiqchalar va hokazolar tayyorlashda ishlatiladi.

Uglerodli o'tga chidamli materiallar, maydalangan koksni toshko'mir smolasiga aralastirish yo'li bilan tayyorlandi. U qizdirilganda suyuqlanmaydi. Bunday materiallar domna pechlarkla, rangli metallurgiya pechlarida hamda aluminiy suyuqlantirilib olish elektrolizorlarini tayyorlashda ishlatiladi.

**Chinni vafayans.** Chinni fayansdan kimyoviy tarkibi bilan farq qiladi. Chinning shixtasi tarkibida kvarts ( $SiO_2$ ) va dala shpati ( $Na_2O(K_2O) \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) miqdori ko'p bo'iadi va chinni fayansga nisbatan yuqori haroratda kuydiriladi. Shuning uchun ham chinni zarrachalari zich joylashgan, tiniq va mustahkam, qattiq bo'iadi,



yans esa g'ovak, tiniq emas, bo'sh bo'ladi. Chinni buyumlar xanik mustahkam, termik chidamli, kislota va ishqorlarga chidamli mda yuqori elektr o'tkazmaslik xossasiga ega. Chunki ikki xil: ttiqvayumshoq bo'ladi.

Qattiq chinni ko'pincha kimyoviy idishlar, yuqori voltli va faolyatorli (tok o'tkazmovchi buyumlar) vaboshqa texnik buyumlar tayyorlash uchun ishlatiladi. Yumshoq chinni mustahkamligi biroz past, ammo yaltiroq, tiniq bo'ladi. Undan asosan xo'jalik idishlari (choynak, piyola, kosa, tavoq va hokazolar) hamda san'at buyumlari tayyorlanadi. Qattiq chinnini tayyorlash uchun 45—55% tuproq minerallari (30—40 % kaolin, keramik massaga yetarlicha plastiklik berish uchun 10—15% o'tga chidamli giltuproq ) 25—30 % kvars yokitoza oqqum va 15—20 % dala shpati olinadi, aralashtirib loy qoriladi vashakl berilib, 1350—1450°C haroratda kuydiriladi. Yumshoq chinni uchun shixta tarkibi 25—40 % giltuproq minerallaridan (kaolin) 20—45 % kvars, 30—35 % dala shpatidan iborat bo'ladi va 1300- 1350°C da kuydiriladi.

Fayansham ikki xil qattiq va yumshoq bo'ladi. Qattiq fayans sanitariya texnik buyumlari (rakovinalar, vannalar va boshqalar) devorlarning sirtini qoplash uchun glazurlangan plitalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Yumshoq fayansdanesa chinnidan ancha arzon bo'lgan xo'jalik buyumlari tayyorlanadi. Qattiq fayans shixtasi tarkibida 25—30 % kaolin va giltuproq, 25-30 % kvars va 10 % dala shpati kiradi. Yumshoq fayans 30—35% kaolin va tuproq, 36% kvarsdan tayorianadi. Fayans 1200—1270°C haroratda kuydiriladi. Chinni va fayans uchun ishlatiladigan xomashyo toza bo'lishi kerak, ayniqsa, tarkibida temirvaboshqa zararli aralashma miqdori bo'lmasligi yoki judakam bo'lishi kerak. Tabiiy kaolin suv bilan suspenziya hosil qilib tinch qoldiriladi. Dala shpati va kvarsni maydalashquruqusulda amalga oshiriladi, maydalangandan so'ng elanadi, so'ngraho'lusulda sharchali maydalagichda kukun holga keltiriladi.

Ko'pchilik chinni va fayans buyumlari 15-25% suvsaqlovchi plastik massasidan g'ovak gipsdan yoki po'latdan yasalgan qoliplarda tayyorlanadi. Plitalar esa yarim xo'lusuldapresslardashaklberiladi. Murakkab shaklli buyumlar mayin dispersli suvli suspenziyadan quyish yo'li bilan tayyorlanadi. San'at buyumlari va standart

b Imagan buyumlar q lda shakl beriladi, shuning uchun ustadan katta mahorat talab qilinadi. Shakl berib havoda quri buyumlar tga chidamli materiallardan yasalgan qopqoq b yopiladigan maxsus ilofga solinib keyin kuydiriladi. kuydiriladigan buyumlarning tashqi yuzasini yoqil i gaz ta'siridan himoya qiladi. Agar kuydirish pechi kuydirilad' buyumlarga yoqil i gazi tegmaydigan qilib yasalgan b lsa, u ho buyumlar ilofsiz bevositapech ichiga q yiladi.

Chinni va fayans ikki martadan kuydiriladi. Birinchi kuyd' chinni va fayansning toshi hosil b iishi uchun, ikkinchisi buyumlarni sirlash uchun. Chinni buyumlar birinchi kuydirish ikkinchisiga nisbatan past haroratda (900°C) fayans esa aksinc' birinchi kuydirishda, ikkinchisiga nisbatan yuqori haroratda kuy diriladi, chunki fayansning glazuri past haroratda suyuqlanadu Glazurning suvli suspenziyasiga buyumlar botirib olinadi yoki maxsus purkagichlar bilan buyumning tashqi tomoniga purkalanadi;

Kuydirilganda glazur suyuqlanib shishasimon yaltiroq massaga aylanadi va sovigach, buyumning yuzasiga mustahkam yopishib qoladi. Glazur buyumni tashqi ko'rinishini chiroyli, yaltiroq, tiniq, gaz, suv o'tkazmaydigan, qattiq va kimyoviy ta'sirlarga mustahkam qiladi. Uchxil glazurlar keng qo'llaniladi: ishqoriy- yer glazuri (kislota va ishqorlarga chidamli buyumlar uchun), sho'r glazurlar va qo'rg'oshinsiz glazurlari.

Glazurlarning suyuqlanish harorati sopol buyumlarning suyuqlanish haroratiga mos bo'lishi kerak. Shuning uchun ham glazur tarkibiga plavney (giltuproq) Qo'shiladi, (masalan, dala shpati). Chinni buyumlar uchun glazur tarkibi taxminan quyidagicha bo'ladi. Kaolin 9 %, kvars 27 %, dala shpati 64 %. Glazurning kengayish koeffitsienti keramik buyumning kengayish koeffitsienti bilan iloji boricha teng bo'lishi lozim, aks holda kuydirish paytida glazur yorilib ketadi.

Turli tosh buyumlari glazurlash uchun sho'r glazurdan foydalaniladi. Ularni pechda kuydirayotganda, kuydirish tugash oldidan pechga ozroq osh tuzi solinadi. Bunda osh tuzi bug'lanib, uning bug'lari kuydirilayotgan tosh buyumlar tartibidagi kremniy vaaluminiiy birikmalari hamda suv bug'lari bilan birikib natriy silikatlar va natriy alyumosilikatlarni hosil qiladi.

Kuydirilgan buyumlarga rasmlar va turli naqshlar, har xil Inr hilan qo'lda chiziladi, trafaretlar yordamida pulverizatorlar II bo'yoqlar purkaladi, fotokeramika usuli bilan dekalkomeniya 'o/.dagi rasmlarni chinni buyumlarga yopitirib o'tkazish) II yoki bo'yoqlarni shtampovkalash (qoliplash) usulida beriladi. usullardan dekalkomaniya keng tarqalgani usuli bo'lib, bunda |Hni keramik bo'yoqlardaqog'ozga chizilgan bo'ladi. Nakleykalar buyumlarga yopishtiriladi, maxsus ishlov berib mustahkalangan buyum quritiladi, so'ngra pechda kuydiriladi. Fotokeramika usulida kuydirilgan va ko'pincha glazurlangan buyumlarga yorug'lik sezgir yuipqa qatlam tushiriladi va rasmga olinadi, pechkada pastroq haroratda kuydiriladi.

Keramik bo'yoq sifatida asosan turli metallarning oksidlari va tuzlari Ishlatiladi: silikatlar, boratlar, aluminatlar. Temiri oksidi ( $Fe_2O_3$ ) to'q sariqdan qo'ng'irgacha turli rang beradi, Xrom oksidi ( $Cr_2O_3$ ) yashil, xrom oksidi bilan kaliy oksidi ( $K_2O$ ) — och-qizil, kobalt oksidi — ko'k, qo'rg'oshin va natriy birikmalari — binafsha, mis oksidi ( $CuO$ ) — ko'k, surma oksidlari — to'q sariq ranglar hosil qiladi. Buyoqlar buyumlarga birinchi kuydirilgandan keyin yoki ikkinchi kuydirilgandan va glazurlangandan keyin, glazur ustiga beriladi va shundan so'ng yana bir marta kuydiriladi.

Keramik buyumlar maxsus davriy yoki uzluksiz ishlovchi pechlarda kuydiriladi. Nisbatan afzalligi, foydalirog'i uzluksiz ishlovchi tunelli pechlardir (40- rasm). Tunelli pechlarda uzun (160 metrgacha uzunlikda) kuydirish kanali bo'lib, u kanal ichida temir yo'l o'rnatilgan. Temir yo'ldan kuydiriladigan buyumlar ortilgan vagonlar 3 davriy ravishda harakat qilib turadi. Vagonlarning ichi o'tga chidamli g'ishtlar bilan qoplangan, harakat qilganda bir-biriga yaqin kelib zichlashadi va relsni hamda vagonlarni, ostki temir qismlarini issiqlikdan himoya qiluvchi to'siq vazifasini ham o'taydi. Vagonlarining yon tomonlarida metall qalqonlar o'rnatilgan bo'lib, qalqonlar vagonlar bilan birga qum to'siq vazifasini ham o'taydi (issiqlik o'tkazmalik uchun qo'yilgan yopqich) orqali harakat qiladi.

Pech gaz yoki suyuq yoqilg'i bilan yoqib qizdiriladi. Vagonchalardagi buyumlar ketma-ket uchta zonadan: qizdirish, kuydirish va sovitish zonalaridan o'tadi. Pechga kiritilgan buyumlar

kuydirish zonasida yoqilg'ini yonishidan hosil bo'lgan issiq oqimida taxminiy qiziydi. So'ngra vagonchalar kuydirish zon o'tdi. Bu yerda buyumning kuyish jarayoni boradi, unda harora 1000—1700°C da bo'ladi. Shuning uchun ham bu zona yi haroratga chidamli sifatli g'ishtlar bilan qoplangan bo'ladi. **Yoq** yonishi uchun kerak bo'ladigan havo, sovitish zonasidan ki vagonchalardagi buyumlarni sovitadi va o'zi qizib maxsus kanalc' orqali garelkaga kiritiladi. Kuydirish zonasidan chiqgach, vagonc sovitish zonasiga o'tadi va bu yerda buyumlar sovigan pech chiqarib olinadi. Tunelli pechlarda qarama-qarshi oqim prinsipi yoqilg'i yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlardan foydalanilganT tufayli yoqilg'ini ancha iqtisod qilish imkonini beradi ham jarayonning to'xtovsiz borishi, mexanizatsiyalanganligi bunda pechlarning yuqori mahsuldorligini (yiliga 150 ming tonnagacha ta'minlaydi. Keyingi yillarda plitalar va yupqa idishlarni kuydirishda konveyrli pechlardan foydalanilmoqda. Bunda buyumlar **o'tga** chidamli g'ildirakchali taglikda harakat qiladi. Buyumlarni kuydirish muddati bir tekisda qizdirilganligi va sovitilganligi tufayli bir necha soatlarda tugaydi. Tunelli pechlarda esa bir necha sutkada tugashi yuqorida aytilgan edi.

Respublikamizda chinni va fayans buyumlar ishlab chiqarish sanoati ancha kech barpo etildi. Eng keksa (birinchi) chinni zavodi Toshkent chinni zavodidir. U 1954- yilda qurilib, mahsulot bera boshladi. Keyinchalik Samarqand chinni zavodlari (1975- yil), Angren keramika kombinati (1976- yil), Quvasoy chinni zavodlari (1979- yil) qurildi. Hozirgi paytda O'zbekistonning chinnilari nafaqat respublikamizda balki, chet ellarda ham mashhur bo'lmoqda.

### 3- §. Mineral bogiovchi moddalar

*Bog'lovchi modda* deb, suv bilan aralastirilganda suyuq yoki plastik-xamirsimon massa hosil qilib, ma'lum vaqt o'tgach qotib, qattiq toshga aylanuvchi moddalarga aytiladi.

Bog'lovchi moddalar mineral va organikka bo'linadi. Organik yopishtiruvchi moddalar: smolalar, bitumlar, organik elimlar va hokazolar bu qo'llanmada o'rganilmaydi.

Mineral bog'lovchi moddalar havoda va suvda qotuvchi moddalarga Ilnudi. Havoda qotuvchi moddalar faqat havoda qotadi, masalan, k gijis va magnezial va bog'lovchi moddalar. Gidravlik yopishtiruvchi "dalar ham havoda, ham suvda qotadi. Masalan, gidravlik ohak, lundsement va boshqa sement turlari.

*Havoda qotuvchi va bog'lovchi moddalar.* Havoda qotuvchi-lovchi moddalardan ko'p ishlab chiqariladigani ohakdir. Ohak Unoatda yuqori haroratda ohaktoshni yoki bo'rni kuydirib olinadi.

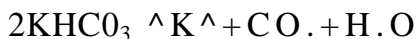


Haroratni oshirish va hosil bo'lgan  $\text{CO}_2$  ni reaksiya muhitidan ehiqarib olish reaksiyani o'ngga siljitadi. Reaksiya 898—900°C da boradi, ammo, uni 1200°C da olib boriladi. Ohaktoshni kuydirish ko'pincha shaxtali pechlarda, ba'zan esa aylanib kuydimvchi pechlarda amalga oshiriladi.

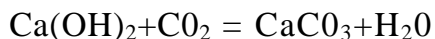
Shaxta pechlari silindrsimon, ko'pchilik hollarda esa pechni o'rta yoki ostki qismi biroz kengaygan holda bo'ladi. Pechning balandligi 30 m, diametri 4,5 m bo'lib, tashqi tomon oddiy, ichki qismi esa o'tga chidamli g'ishtlardan yasaladi. Yoqilg'i sifatida ko'mir yoki tabiiy yonuvchi gaz qo'llaniladi. Xomashyo pechning tepasiga shnek orqali ko'tarilib, to'kuvchi qadoq orqali pech ichiga to'kiladi. Shixta pech ichida tekis to'kilishi uchun taqsimlovchi konus ham o'rnatilgan, pechning tepa qismida shixta chiqib ketuvchi issiq gazlar ta'sirida quriydi va qiziydi. O'rta qismda esa harorat 1000—1200°C gacha ko'tariladi natijada karbonatlar parchalanadi. Ostki qismda hosil bo'lgan issiq ohak ostdan kirayotgan sovuq havodan soviydi.

Pechning osti qo'zg'aluvchan bo'lib, *ulita* deyiladi. Ulitaning aylanishi natijasida hosil bo'lgan ohak pechning ostki teshigiga tushadi va pechdan ehiqarib olinadi. Pechda qarama- qarshi oqim prinsipi qo'llaniladi hamda hosil bo'lgan ohak va karbonat angidridning issiqligidan shixta va pechga kiritiladigan gazni qizdirishda foydalaniladi. Pechdan chiquvchi gaz 30 % karbonat angidrid saqlaydi va u ham turli sohalarda (soda, kant, karbamid, quruq muz va boshqalar olishda) ishlatiladi. Shuning uchun ham u havoga ehiqarib yuborilmay balki, ushlab olinadi. Buning uchun gaz siklon apparatlarda yoki elektrofiltrlarda changdan tozalaniladi, so'ngra

nasadkali minoralarda suv bilan yuviladi va potash eritm yuttiriladi, natijada hosil bo'lgan kaliy gidrokarbonati 70—8 haroratda qizdirilib parchalanadi.



Olingan  $\text{CO}_2$  ko'ritiladi va kerakli joyda bevosita yoki bosim suyuqlantirilib ishlatiladi. Olingan ohak esa *so'ndirilmagan oh* deyilib, u suv bilan so'ndiriladi. So'ndirish jarayoni maxsus so'n' gichlarda (gidrotatorlarda) olib boriladi. So'ndiruvchi suv ko'p solinsa, so'ndirilgan ohakning xamirsimon massasi hosil bo'ladi kam solinganda esa kukun holdagi ohak hosil bo'ladi. So'ndirilgai ohakning bir qismiga qism qum yoki bir qismiga sement va qisnf qum aralastirilib, suv bilan loy qorilganda ohakli yoki ohak-sementli eritma deb ataluvchi xamirsimon massa hosil bo'ladi, bunday eritmadan g'isht terishda bog'lovchi modda sifatida yoki uy devorlarini andova (shtukatura) qilishda foydaniladi. Bu loy qotganda suv bug'lanib ketishi natijasida eritmadan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning mayda kristallchalari ajralib chiqadi hamda havo tarkibidagi  $\text{CO}_2$  ta'sirida ohak  $\text{CaCO}_3$ ga aylanadi:



Hosil bo'lgan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  va  $\text{CaCO}_3$  kristallari bir-biri hamda qum zarrachalari bog'lanib mustahkam toshga aylanib qoladi. Ammo bu jarayon uzoq yillar (100 yillargacha) davom etadi.

Ohak yana oq silikatli (ohak-qumli) g'isht tayyoriashda foydalanadi. Buning uchun 92—95 %li qum va 5—8 % so'ndirilmagan ohak aralastirilib, suv bilan loy qorishtiriladi. Qorishmada yarim quruq usulda g'isht tayyorlanadi. Bunday g'isht  $175^\circ\text{C}$  haroratgachabu bilan qizdiriladi. Bundan kimyoviy reaksiya borib, kalsiy gidrosilikati hosil bo'ladi ( $\text{CaO}, \text{SiO}_2, n\text{H}_2\text{O}$ ) va qum zarrachalarini yopishtirib oladi. Ohakso'ndirilmagan yoki so'ndirilgan holda xlorli ohak, soda olishda, qand ishlab chiqarishda, suvni yumshatishda metallurgiyada va boshqa ko'pgina sanoat tarmoqlarida ishlatiladi.

Havoda qotuvchi moddalardan yana bin gipsli bog'lovchi moddadir. Gipsli bog'lovchi moddalar ikkalasiga past haroratda va yuqori haroratda kuydiriluvchi moddalarga bo'linadi.

<sup>5</sup> Qurilish ishlarida ishlatiladigan gips tabiiy gipsni ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) "C-IWC haroratda kuydirib olinadi. Olingan gidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) maydalanib qurilish ishlarida foydalaniladi. Masalan, rllish panellarihaykaltaroshlikbuyumlari, keramik buyumlarning llplarini tayyorlashda, tibbiyotda singan-chiqqanlarni gipslashda, dh plombasida, ohak va qum aralashrnasi esa andovalash ishlarida ihlatiladi. Gipsning qotish jarayoni 0,5 mol suvli (yarim gidratli) lpsning suvda erib 2 mol suvli, suvda erimaydigan gipsga aylanishiga »noslangan. Gips loyi tez (5—15 daqiqada) qotadi, uni qotishini ickinlashtirish uchun, unga ohak, elim, organik materiallar (masalan, spirtli barda) qo'shiladi. Yuqori haroratli kuydiriluvchi gips 900-1100°C da kuydirib olinadi.



Lining tarkibi  $(\text{CaO})_n (\text{CaSO}_4)_m$  formulaga mos keladi, chunki  $\text{CaSO}_4$ ning bir qismi pachalanib qoladi. Bunday gips asosan sun'iy marmar toshlar olishda, uning pollarini tayyorlashda vaboshqa qurilish materiallari tayyorlashda ishlatiladi. Uning qotishi asosan CaOning gidratlanishi vaqisman  $\text{CaSO}_4$ ning gidratlanishi hisobiga boradi.

Magnezial bog'lovchi moddalar ham ishlab chiqariladi. Ular magnezitni yoki dolomitni shaxtali yoki aylanib kuydirish pechlarida 750—850°C haroratda kuydirib olinadi. Dolomit tarkibidagi  $\text{CaCO}_3$  bunday haroratda parchalanmaydi. Kuydirilgan mahsulot sharli maydalagichlarda maydalanadi.

Magnezial bog'lovchi moddalar suvda emas, balki  $\text{MgCl}_2$  eritmasida loy qorilib qotiriladi. Chunki suvda loy qilinib qotirilsa, sekin qotadi hamda qotgan toshi mustahkam bo'lmaydi.  $\text{MgCl}_2$  eritmasida loy qilinganda esa juda tez qotadi va qotgan toshi juda mustahkam bo'ladi. Magnezial bog'lovchi moddalardan turli materiallar tayyorlanadi. Masalan, to'ldiruvchi sifatida najak, korund, kvarts qumi qo'shilsa, undan charx toshlari olinadi, yog'och qipiqalar qo'shilsa, turli issiqlik va tovush o'tkazmaydigan materiallar olinadi.

*Gidravlik bog'lovchi moddalar.* Sement. Gidravlik bog'lovchi moddalarga turli xil sementlar kiradi. Ulardan eng muhimi

portlandsementdir (Bu nom Angliyaning ushbu sement birinchi marta ishlab chiqarilgan Portland shahri nomidan olingan). U olish 75—80 % kalsiy karbonat (Ohaktosh, bo'r yoki matosh), 20—25 % oson suyuqlanuvchi tuproqdan iborat aralas' chala suyuqlanib, bir-biriga yopishib qolguncha kuydirish asoslangan.

Ko'pchilik zavodlarda xomashyo sifatida *mergel* ataluvchi tog' jinsi ishlatiladi (mergel — ohaktoshlarning mayda zarrach bilan tuproq minerallar zarrachalarining taxminan 3; 1 nisbat tabiiy aralashmasidan iborat mineraldir). Shaxtaga domna pechlarini shakllari va changlari ko'miryoki slanek uchun, pint kuyundilaj qo'shiladi. >

Portlandsement ishlab chiqarish ikki usulda, quruq va xo'l usulda amalga oshiriladi. Bu usul keng tarqalgan va iqtisodiy jihatdan samarali va mahsuldorligi yuqori usuldir. Bu usulda shixta tarkibiga kiruvchi barcha moddalar maydalanib aralashtiriladi, so'ngra sharchali maydalagichlarda suv ichida kukun holiga keltiriladi va suv bilan aralashib shlam-quyuq suspenziya hosil bo'ladi, shlam (tarkibida 35-40 % suv saqlaydi) birjinsli massa emas, shuning uchun u nasoslar yordamida katta basseyinga olinadi va u yerda siqilgan havo bilan yaxshilab aralashtiriladi, kimyoviy tarkibida aniqlanadi.

Shundan keyin u yerda aylanuvchi pechga, kuydirish uchun olinadi. Pech (39- rasm ) uzunligi 185 m diametri 5 m gacha bo'lgan po'lat baraban(1)dan iborat bo'lib, 2—5° qiya holda o'rnatilgan, shixta barabanning baland qismidan past qismiga o'zi oqib keladi, uning ichi shomot va xromomag-nezitli g'isht bilan qoplangan. Barabanga po'lat xalqalar-belbog'lar (2) kiygizilgan, belbog'lar tayanch gildirakchalarga (3) o'rnatilgan, uning yordamida hamda tishli-g'ildirak (shestern) (5) va elektromotor (4) yordamida baraban aylanadi (bir daqiqada 0,5—1,2 marta).

Shlam ta'minlagich (6) yordamida uzluksiz pechga solinib turiladi va u yerda yoqilg'ining (ko'mir, gaz, suyuq yoqilg'ilar) yonishidan hosil bo'lgan va qarama-qarshi oqim prinsipida keladigan issiq gaz oqimida qiziydi. Eng awal (100—120°Cda) shlamdan suv bug'lanib ketadi, so'ngra tuproq minerallari suv ajratib parchalanadi. U harakat qilib pastga tushgan sayin (650—1000°C



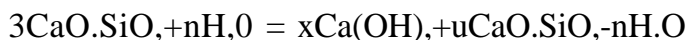
ohuktosh parchalanib CaO ning kukunini hosil qiladi, so'ngra 0-1300°C da hosil bo'lgan kalsiy oksidi  $\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ lari in birikib, sun'iy minerallarga aylanadi.

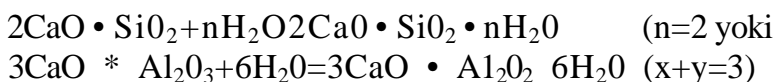
Kalsiy oksidi va kremniy oksididan ikki kalsiyli silikat (belit)  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  hosil bo'ladi, belit suyuqlanma holda bo'lib, kalsiy ildi bilan birikib qattiq holdagi uch kalsiyli silikatga (alit)  $\text{InO} \cdot \text{SiO}_2$  aylanadi. Shu bilan bir qatorda oz miqdorda uch llsiyli aluminatning suyuqlanmasi  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  va to'rt kalsiyli llumoferritlar  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  (brounmillerit) ham hosil bo'ladi. Keyinchalik harorat 1450°C gacha ko'tarilgach, belitlar wyuqlanib, bir-biriga yopishib unchalikkattabo'lmaganbo'laklarga - klinkerga aylanadi. Shixlaga 1 % gacha plavik shpatini qo'shish klinker hosil bo'lish jarayonini tezlashtiradi, yoqilg'i sarfini 5-7 % kamaytiradi. Pech mahsulotdorligini o'rtacha 10% gaoshiradi.

Klinker pishirish zonasidan chiqgach, sovitgichga o'tadi va u ycrda yonishi uchun kiritilgan (qarama-qarshi oqimda) sovuq havo ta'sirida soviydi (50-200°C gacha). Sovigan klinker kimyoviy reaksiyalar to'liq tugashi uchun 2-4 haftagacha omborlarda saqlanadi. Bu davrda klinker ancha yumshoq bo'lib qoladi. So'ngra uni awal maydalagichlarda yanchiladi, keyin sharli maydalachilarda kukun holga kelguncha kattaligi 0,1 mm dankichik bo'lguncha yaxshilab maydalanadi.

Maydalash jarayonida qotishni sekinlatish uchun unga 5 % gacha gips toshlari qo'shiladi va qotish paytida ajralib chiqariladigan kalsiy gidroksidini biriktirib olish uchun (suvga chidamligi shunday yo'l bilan oshiriladi) esa 15 % gacha gidravlik qo'shimchalar (tabiiy kremnazyomning turli xillari) qo'shiladi.

Pechning mahsuldorligi 1800 t/sutka yoki 650 ming t/yilga teng. Sement suv bilan aralastirib loy qilingach, ko'pi bilan 45 daqiqadan keyin qota boshlaydi, 12soatdan keyin qotadi. Uning qotib toshga aylanish jarayoni uzoq vaqt davom etadi. Qotish hodisasining tizimi rus olimlari A.A. Baykov va P.A. Rebinderlar tomonidan o'rganilgan bo'lib, ularning nazariyasiga asosan sement menerallari gidratlanadi. Awal suvda qisman eriydi, sement zarrachalari yemiriladi so'ngra suv bilan birikib, gidrosilikatlar va gidroalumintlarga aylanadi:





Hosil bo'lgan mahsulotlar suvda yomon eruvchan bo'lg uchun eritmadan awal mayda kristallchalar shaklida ajralib chiq keyinchalik kristallchalar yiriklashadi va bir-biri bilan mustahk birikadi, yaxlit toshga aylanadi. Shlakli sementlarni bog'lov moddalar bilan domna pechlarining shlaklarini aralashtiri maydalash orqali olinadi. Shlak tarkibida asosan CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Si oksidlari bo'ladi. Glinoziomli sementning asosiy tarkibiy qismi metaluminatdir Ca(AlO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> U glinazyomga (masalan, boksitga) bo'lgan tabiiy metallarga ohaktosh qo'shib kuydirish orqali olina U tez qotadi, uning qotishi gidroliz va gidratlanish reaksiyal natijasida amalga oshadi:



Glinoziomli sementdan tayyorlangan beton ko'l va dengizning sho'r suvlariga, ishqor eritmalariga chidamli bo'ladi, tez qotadi va juda mustahkam hisoblanadi.

Sementning ishlatilishi sohalari keng, ammo, asosan beton tayyorlash uchun ishlatiladi (sun'iy toshning bir turi). Beton tayyorlash uchun sementga to'ldiruvchilar qo'shib suv bilan aralashtiriladi. Yirik to'ldiruvchilarga: shag'al yoki sheben (granit, ohaktosh yoki g'isht) maydalari kiradi.

Yaxshi to'ldiruvchilardan biri keramzitdir (keramzit oson suyuqlanuvchi tuproqni kuydirib olinadigan, 4 sm gacha kattalikdagi sharsimon g'ovak toshlar bo'lib, undan tayyorlangandigan beton mustahkam, yengil va issiqlikni kam o'tkazuvchan bo'ladi).

Yirik to'ldiruvchilarning bo'laklari orasida mayda to'ldiruvchilarning (qum, ko'mir kuli kabilar) donalari joylashib, ular sement bilan bir butun bo'lib bog'lanadi va mustahkam sun'iy toshga aylanadi (1 qism sementga taxminan 3,5—4 qism yirik va 2—2,5 qism mayda to'ldiruvchilar aralashtirilib, 0,5—0,7 qism suv bilan loy qoriladi). Beton loyini aralashtirish maxsus beton aralashtirgich apparatlarida olib boriladi. Hosil bo'lgan loy qorishma taxta yoki metall qoliplariga solinib, shakl beriladi va qotishi uchun qoldiriladi, qotgach qolip

lib olinadi. Qotishini tezlashtirish uchun maxsus kameralarda bilan ishlov beriladi. Betondan bloklar, yig'ma uylar uchun Vorlar, tug'onlar, yo'llar, basseynlar, quvurlar va boshqa lil malar quriladi.

Odatdagi beton katta zichlikka ega bo'lib ( $2500 \text{ kg/m}^3$ ), yengil va ovak to'ldiruvchilar qo'shilganda uning zichligi  $1200\text{-}1400 \text{ kg/m}^3$  |icha kamayishi mumkin (masalan, tufo-beton, shlakabeton va boshqalar). Ayniqsa, gazobeton va ko'pikbetonjuda yengil, issiq va tovushni yomon o'tkazuvchanbo'ladi.

Gazobeton, sement xamiriga gaz hosil qiluvchi moddalar Al (vodorod ajratib chiqaradi),  $\text{N}_2\text{O}_2$  (kislrorod ajratib chiqaradi) qo'shib tuyyorlanadi.

Ko'pikbeton, sement xamiriga ko'pik hosil qiluvchi moddalar qo'shib olinadi. Chidamli beton olish uchun sement kalsiy xlor tuzining suvdagi eritmasida qoriladi. Tuz eritmasi sovuqqa chidamli bo'lib, betonda muz zarralari hosil bo'lmaydi, sovuq paytlarda ham beton qilish imkoniyatini beradi.

Ayniqsa, sinishga, egilishga, tortilishga o'ta mustahkam beton bu temir betondir. Uni olish uchun sement xamiri orasida po'lat simlar va armaturalar qo'yiladi. Shifer tayyorlash uchun sementga (10 % massa bo'yicha) asbest aralashtirib xamir qilinadi va asbestosementli material (shifer, quvurlar, plitalar va hokazolar) yasaladi.

O'zbekistonda sement ishlab chiqarish sohasiga katta hissa qo'shgan olimlardan T. Otaqo'ziyev oq rangli sementlar ishlab chiqarishda fosfor va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish korxonalari chiqindilaridan fosfogipslardan foydalanish mumkinligini ko'rsatib berdilar. T. Otaqo'ziyev yangi oq, tez qotuvchi sulfoaluminat — silikatli sement olish va uni ishlab chiqarish texnologiyasini yaratdi. Bu sement fosfogips, kaolinitli tuproq va ohaktoshdan foydalanib olingan, 400 markali sement oq portlant sementga qaraganda 25-30 % kam energiya sarflab olinishi, sifatligi va ancha arzonga tushishi bilan diqqatga sazavordir.

Shuningdek, T. Otaqo'ziyev tomonidan sulfat saqllovchi sementning fizik-kimyoviy xossalari o'rganilib, uni past haroratda kam energiya sarflab olish texnologiyasi yaratilgan.

Hozirgi paytda 7 mln tonnadan ko'proq sement 1 chiqarilmoqda. O'zbekiston 1970 yildayoq kishi boshiga hisob Turkiyaga nisbatan 20, Pokistonga nisbatan 35 marta ko'p se ishlab chiqarishga erishgan.

**Shisha.** Shisha eng qadimiy kimyoviy mahsulot (Misrda e 6 ming yil ilgari shisha ishlab chiqarilgan). Qovushqoqligi katta bo' o'ta sovitilgan suyuqlik deb qaraladigan materialdir. S suyuqlanganda ham juda qovushqoq bo'lib, uning tarkibi zarrachalarning (kimyoviy moddalarning) erkin harakati juda bo'lganligi sababli to'g'ri, normal kiristall panjara hosil bo'la o

Uning aniq suyuqlanish va qaynash harorati bo'lma<sup>1</sup> Qizdirilganda u sekinlik bilan yumshaydi va so'ngra suyuqlanadi. Si tiniq, mexanik mustahkam, kimyoviy agressiv reagentl chidamli, elektr tokini o'tkazmaydi. Issiqlikni kam o'tkazadi. M shu ajoyib xossalar borligidan keng ko'lamdi ishlatiladi. Ammo mo'rt bo'ladi. Bu kamchiligi uni termik ishlov berish yo'li bil kamaytiriladi.

Shisha tarkibiga asosan 3 xil tipdagi oksidlar: ishqoriy, ishqori yer va kislotali oksidlar kiradi. Shisha quyidagi umumiy formula bil ifodalash mumkin:  $riRjO \cdot mROpR_2(R_2O_3)$ . Koefhsentlar o'zgaruv chan qiymatlardir. Bunda,  $Rfi$  — ishqoriy metallarning oksidl  $Na_2O$ ,  $K^O$ ,  $Li_2O$  va boshqalar,  $RO$  — ishqoriy-yer metallarini oksidlari:  $CaO$ ,  $BaO$ ,  $PbO$ ,  $SrO$ ,  $ZnO$ ,  $FeO$ ,  $MnO$  va boshqal  $RO_2$  ( $RA$ ) — kislotali oksidlar  $SiO_a$ ,  $B_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  va boshqalar. ( $Si_6_2$ ning miqdori 70—75 % dan kam bo'lmaydi, ba'zan  $SiO_2$  ni qisman  $B_2O_3$  bilan almashtiriladi,  $Al_2O_3$  esa 1—4 % dan oshmaydi).

Shishaning xossalari uning tarkibiga kiruvchi oksidlarning sifatiy va miqdoriy tarkibiga bog'liq bo'ladi. Kislotali oksidlar shishaga mexanik, termik va kiyoviy mustahkamlik beradi. Ishqoriy metall oksidlari shishaning qovushqoqligi, mexanik, kimyoviy mustahkamligini kamaytiradi. Aksincha, ishqoriy-yer metallari esa kimyoviy chidamligini va qovushqoqligini oshiradi. Tarkibida faqat  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$  va oksidlarni saqlovchi shisha keng miqyosda qo'llaniladi.  $Nafi$  ni niga  $^O$  va  $CaO$  hamda  $MgO$  o'rniga  $PbO$  ishlatilsa, tiniqligi, yaltiroqligi, nurni burish xossasi ortadi (masalan, billur (xrustal) va optik shishalar). Kimyoviy idishlar tayyorlash uchun ishlatiladigan shisha olishda, ishqoriy metallar oksidlarining

ori kamaytiriladi va  $\text{SiO}_2$  ni qisman  $\text{B}_2\text{O}_3$  hamda  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bilan tiriladi. Bunda kimyoviy va termik mustahkamligi ortadi.

Shisha pishirish uchun asosiy xomashyo: kvarts qumi, ohak- i yoki bo'r va soda yoki suvsiz natriy sulfat, potash, kaolin, ni/it, dalomit, glyot ( $\text{PbO}$ ), borat kislotasi yoki burn va boshqalar lib, ularga *shisha hosil qiluvchilar* deyiladi. Qo'shimcha xomashyo shisha massasini, xossasini o'zgartiruvchi moddalar bo'lib, bunga ngsi/lantirgichlar (oqartirgichlar) natriyli selitra, ba'zan ammoniy /,lari, mishyak (III) oksidi (0,5—1 % gacha) kabilar kiradi.

Shisha xomashyosining asosiy komponenti soda bo'lib, natriy IULLilga nisbatan o'zining ko'pgina texnik ustunliklarga ega. Masalan, fexla  $851^\circ\text{C}$  da suyuqlansa, natriy sulfat esa  $885^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi, bundan tashqari soda suyuqlanishi bilanoq  $\text{SiO}_2$  bilan birikib,  $\text{CO}_2$  Ulratib chiqaradi. Natriy sulfat esa parchalanmay suyuqlanadi va  $1200^\circ\text{C}$  dagina parchalanadi, demak, ko'p energiya sarflanadi. Yana KMa tarkibida 58,5 %  $\text{Na}_2\text{O}$  bo'lsa,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tarkibida esa 43,6 %  $\text{Na}_2\text{O}$  bor, demak,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ko'p miqdor talab qilinadi. Agar soda o'rniga  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ishlatilsa, unga ko'mir ham qo'shish kerak bo'ladi. Bunda, natriy silikat quyidagi tenglamaga muvofiq hosil bo'ladi.

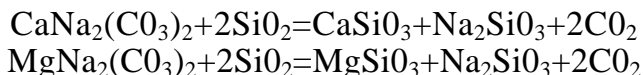


Rangli shishalar olish uchun shixtaga turli bo'yoqlar (turi metall oksidlari, ular shishada eriydi) qo'shiladi. Masalan, temir oksidi shishani sariq yashil rangga bo'yaydi,  $\text{MnO}_2$  — binafsha,  $\text{MnO}$  — och sariq yoki qizil, nikel oksidi — qizil-qo'ng'ir, kaliy oksidi — binafsha, kobalt oksidi — ko'k ranglarga bo'yaydi. Bulardan tashqari shixtaga 25—30% gacha shisha siniqlari qo'shiladi. Tiniq bo'lmagan, oq — sutsimon shishalarni olish uchun shixtaga so'ndiruvchilar: masalan, qalay oksidi, kalsiy fosfat, kriolit, talk, surma va fluor birikmalari qo'shiladi. Bunda, ular shisha suyuqlanganda unga erib o'tadi, qotayotganda esa mayda kristallchalar shaklida ajralib chiqadi. Xomashyo quritiladi, maydalaniladi, kukun holiga keltiriladi va elanadi. Qum tarkibidagi tuproq zarralari va temir oksidlarini yuqotish uchun yuviladi. Shishaning tarkibidagi moddalarning hammasi qo'shib, yaxshilab aralashtiriladi. Tayyor shixta vannasimon pechlarga solinib pishiriladi. *Shishani pishirish* deb bir jinsli shisha

massasi hosil bo'lguncha shixtani suyuqlantirish jarayoniga a Shishani pishirganda murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar b Shixta qizdirilganda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  va  $\text{SiO}_2$  qisman qo'sh tuzlar hosil bo'ladi:



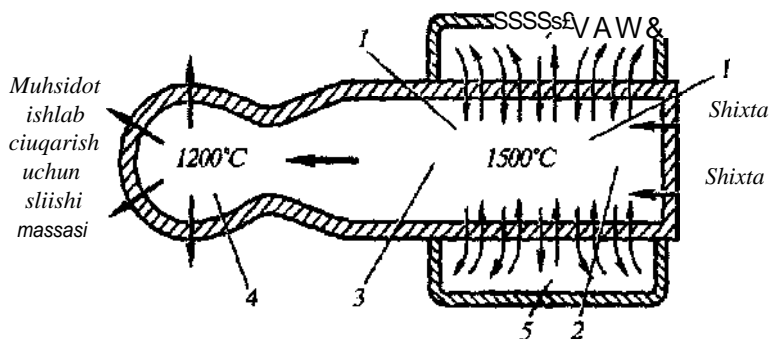
ular so'ngra  $\text{SiO}_2$  bilan reaksiyaga kirishadi:



Dastlabki karbonatlar  $\text{SiO}_2$  bilan bevosita ham reaksiyaga ki silikatlarni hosil qiladi.  $750\text{--}900^\circ\text{C}$  haroratda suyuq faza hosil bo' natijada silikatlar hosil bo'lishi tezlashadi. Haroratning ko'taril' bilan reaksiyaga kirishmagan ohaktosh parchalanib, hosil bo'l kalsiy oksidi reaksiyaga kirishmagan soda,  $\text{SiO}_2$  bilan birikib silikatl aylanadi. Reaksiyaga kirishmay ortib qolgan  $\text{SiO}_2$  silikatlar suyuq lanmasida asta-sekin eriydi. Shixtaga ozgina  $\text{CaF}_2$  (plavik shpati qo'shish, suyuqlanishini ancha tezlashtiradi.

Kimyoviy reaksiyalar tugagach, suyuqlangan shisha massasi hali bir jinsli deb bo'lmaydi, u tarkibida havo  $\text{CO}_2$  va boshqa *gi* pufaklari saqlaydi. Yanada qizdirilgach, harorat 1200 dan  $150^\circ\text{C}$  gacha ko'tarilgandan keyin shisha massasining qovushqoqligi kamayib, oquvchan bo'lib qoladi, diffuziya tufayli tarkibi gomogenlashadi va gazlar chiqib ketadi.

Shisha maxsus uzluksiz ishlovchi vanna pechlarida pishiriladi. (80-rasm.) Pechning asosiy qismi to'g'ri burchakli garizontal holda o'rnatilgan basseyn bo'lib, uzunligi 40 metr, eni 10 m va balandligi 1,5 m, tanasi gumbas shaklida qoplangan bo'lib, dinas plitalardan qilingan basseyn devorlari esa sirkoniyli-korundli to'rt burchakli toshlar bilan qoplanadi. Shisha pishirish pechlari, ichida olov yoqiladigan pechlarga kiradi. Xomashyo ham, suyuq shisha ham ustki qismidan yonuvchi gaz alangasida qizdiriladi. Hosil bo'lgan issiq gazlar regeneratrlar orqali chiqadi va unga o'z issiqligini beradi. Gazni yoqish uchun kiritiladigan havo esa regeneratrlar orqali qizib o'tadi (Regeneratrlar 2 ta bo'lib, biridan issiq gaz o'tayotgan bo'lsa, ikkinchisidan, sovuq havo o'tayotgan bo'ladi).



**80- rasm.** Vannasimon shisha pishirish pechi.

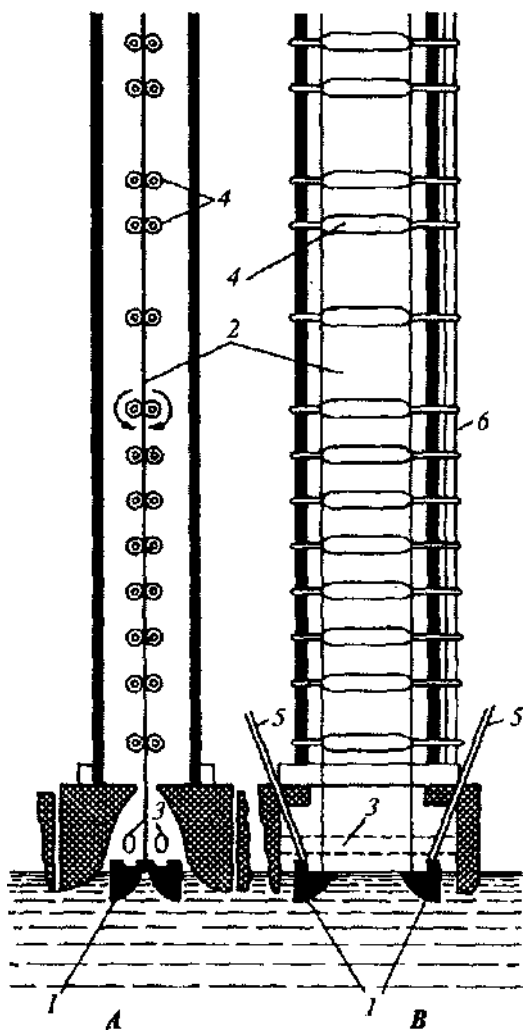
I pishirish basseyni (vannasi); 2 — pishish zonasi; 3 — oqarish zonasi; 4 - shisha buyum tayyorlash basseyni; 5 — regeneratordarga oiib boavichi kanallar.

Shixta pechning old qismidan (pishirish zonasi) uzluksiz yoki clavriy ravishda solinib turiladi. Shisha massasi pechning tiniqlashtirish /onasiga o'zi oqib o'tadi (harorat  $1500^{\circ}\text{C}$ ). So'ngra shisha massasi oqib tayyorlash zonasiga boradi, u yerda  $1200^{\circ}\text{C}$  gacha soviydi, natijada uning qovushqoqligi ortadi. U yerdan turli buyumlar tayyorlash uchun olinadi. Vannali pechlarning mahsuldorligi 300 t/sutkaga teng.

Deraza shisha, shisha listlari va butilka shishalarni tayyorlash uchun elektr toki bilan qizdiriladigan pechlar ham qo'llaniladi. Optik shishalarni olishda shomotdan yasalgan tuvaksimon pechlardan foydaniladi.

Shisha buyumlariga shakl berish uchun turli usullar: cho'zish, prokatlash, puflash, presslash, kuyish va boshqalar qo'llaniladi. Shisha suyuqlanmasi sovitilganda uning qovushqoqligi sekinlik bilan ortadi, bu xossasi unga shakl berishni osonlashtiradi.

Shisha sanoatining asosiy mahsuloti, deraza shishasidir. Uni shisha suyuqlanmasining ustki qismidan, qayiqcha usilida mashina yordamida shisha listlarini cho'zib tortish orqali olinadi. Bunda o'tga chidamli materialdan yasalgan qayiqcha (qayiqchani o'rtasida, uzinasiga kesilgan uzun teshik bo'lib, undan shisha suyuqlanmasi chiqadi) shisha suyuqlanmasining ustiga qo'yiladi. Qayiqcha maxsus qisuvchi moslama yordamida shunday o'rnatiladiki, bunda qayiqcha teshigining ustki qismi shisha suv sathidan past bo'ladi. Natijada teshikdan shisha massasi va u mashinaning temir romi yordamida yuqoriga cho'zib tortiladi (81- rasm).



**81- rasm.** Shisha listini shisha suyuqlanmasidan cho'zib tayyorlash.  
 A — qayiqcha tirqishga(yorig'i) perpendikular yo'nalishdagi kesimi;  
 B — qayiqcha yorig'i yo'nalishi bo'yicha kesimi; 1 — qayiqcha; 2 — shisha  
 ientasi; 3 — sovitgich; 4 — asbestlangan valiklar (kichik yoyish asbobi);  
 5 — bosuvchi moslama; 6 — valiklarni harakatga keltiruvchi o'q (val).

Qayiqchaga yaqin joyda tortiladigan shisha listining ikki tomonida sovitgichlar o'rnatilgan bo'lib, shishani sovitadi. Mashinaning balandligi 5,5 m, unda juft val o'rnatilgan. Vallar asbest bilan qoplangan, ularning orasida shisha listi bo'lib, ikki tomonidan vallar



Innib, uni yuqoriga k taradi. Vallarni umumiy vertikal val nissimon tishli gildirak yordamida harakatga keltiradi. Qaysiki, u klromatorga ulangan shisha listining harakat tezligi 120 m/s gacha 'ladi.

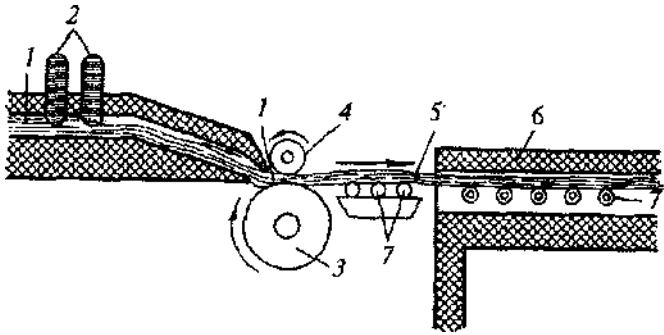
Olingan shisha mashinaning yuqori qismiga chiqqach qirqib Olnadi, uning qalinligi 2— 6 mm, qayiqcha usulida olingan shishalar llo'pincha nuqsonli bo'ladi. T lqinsimon shakldagi yoki yuzasida Chiziqlari b lgan shishalar olinadi. Qayiqchasiz usulda nuqsonsiz, llatli shisha olinadi, suyuqlanmasi olinadigan joyga maxsus tga ehidamli panjara rnatiladi, suyuqlanmaga tushiriladi va bir tekisda Nliisha suyuqlanmasi tortiladi. Bunda ham qayiqcha usulda q llaniladigan mashina ishlatiladi.

Muhim shisha mahsulotlardan biri shisha tolasidir. U shisha to'qi-malar, shisha paxta va boshqa narsalar uchun ishlatiladi. Shisha tolasi olish uchun elektr pechlarida tayyorlangan shisha suyuqlanmasi pcchning maxsus joyda teshikchalari (teshikchalarning kattaligi 1-3 mm bo'ladi) orqali oqib ostga tushadi, ch ziladi va qotib (2-30 kkm, qalinlikdagi) shixta tolalariga aylanadi.

Sayqallangan shisha olish uchun (82- rasm) shisha suyuqlanmasi, shomotli quygich orqali ichi bo'shliqdan iborat bo'lgan va ichki tomonidan suv bilan sovitiladigan, metallardan yasalgan vallar oraligidagi bo'shliqqa tushadi, vallar aylanib to'kadi (ikkalasi bir tomonga aylanadi). Valdan chiqqan shisha lentasi yumshatish uchun maxsus tunnel pechiga o'tadi (tunnel pechi - yer ostida qurilgan pech).

Olingan shisha listlari pardozlanib, silliqlangach (sayqal berilgach), oyna tayyorlash uchun, avtomobillar kabinasiga qo'yish, vitrinalarga o'rnatish uchun ishlatiladi. Olingan shisha listlarini qizdirib tez sovitish (havo oqimi yordamida) orqali toblangan (chinniqtirilgan) shishalar olinadi. Ular xavfsiz shisha bo'lib, avtomobil va samolyotlarning kabinalariga o'rnatiladi.

Puflash usulida tara va kimyoviy idishlar olinadi. Hozirgi paytda puflash, siqilgan havo bilan mashinalar yordamida amalga oshiriladi. Presslash usulida turli buyumlar: bankalar, stakanlar, izolyatorlar, munchoqlar, tugmalar va boshqalar tayyorlanadi. Bunda, cho'yandan yasalgan presslash qoliplariga shisha suyuqlanmasi quyilib, uning ustidan bosuvchi kern bilan bosiladi, natijada qolip bilan kern oralig'ida shisha, qolip shaklini egallaydi, bir tekisda taqsimlanadi.



82- rasm. Uzlüksiz prokatlash orqali sayqallangan shisha listini tayyorlas' sxemasi,

1 — shisha massasi; 2 — to'siq (qopqoq); 3,4 — valiklar (yoygichlar); 5 — shish lentasi; 6 — yumshatish pechi; 7 — shisha lentali harakatlantirish uchun g'ildiraklar.

Quyish usulida po'lat qolipga (biron bir buyum shakliga) shisha *suyuqlanmasini* quyish yo'li bilan buyum tayyorlanadi. Bu usulda turli xildagi arxitektor qurilish va san'at buyumlari hamda optik asboblari uchun shishalar olinadi.

Ayniqsa, ko'pik shishada ajoyib foydali xossalar mujas-samlashgan, u g'ovak-g'ovak tuzilgan bo'lib, ajoyib issiqlik va tovush o'tkazmas-tkxossalariga ega. Uning zichligi  $100-700 \text{ kg/m}^3$ , mexanik jihatdan juda mustahkam, uni shisha kukuni va 3% gacha gaz hosil qiluvchi moddalar (koks, qurum va boshqalar) aralashmasini  $700-900^\circ\text{C}$  da o'tga chidamli po'lat qoliplarga solib pishirish orqali olinadi.

Yangi material sifatida katta ahamiyat kasb etayotgan shisha bu sitallardir. (silikat va kristali so'zlaridan olingan, Amerikada uni «Pirokeram» deb ataladi.) Sitallar,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va  $\text{SiO}_2$  lar asosida tayyorlangan shisha massasiga qo'r sifatida ozroq  $\text{TiO}_2$  qo'shib buyum tayyorlanadi, so'ngra u  $700-1000^\circ\text{C}$  haroratda uzoq muddat qizdiriladi. Natijada qisman mayda 1 m.km dan kichik kristallar hosil bo'ladi. Ammo 15—45 % shisha amorf holda qoladi, kristallanmaydi. Mexanik mustahkamligi jihatdan sitallar hatto po'latdan ham ustun turadi. Ularning kengayish koeffitsienti taxminan nolga teng,  $1000^\circ\text{C}$  gacha haroratning o'zgarishiga ham chidamli.

Shlakositallar domna shlaklari 35% gacha kvars qumi, 2—4% va ko'r (temir, rux yoki marganets sulfatlar) qo'shib tayyorlanadi. Undan uylarni yemirilishiga chidamli pollari, zinalar, dereza tok-chalar tayyorlanadi. Respublikamizda Chirchiq, Quvasoy shisha zavodlari ishlab turibdi.

## VI BOB. EEEKTROKIMYO

### 1- §. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish

Elektrokimyo, elektr energiyasi qabul qilish yoki chiqarish bilan boradigan kimyoviy reaksiyalarni o'rganadigan kimyoning bir bo'limidir. Bunday jarayonlar elektrokimyoviy jarayonlar deyiladi.

Elektrokimyoviy reaksiyalarda kimyoviy energiya elektr energiyasiga va aksincha elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi (Elektr va kimyoviy hodisalarning bir-biriga bog'liqligi haqidagi Uvsawurlar XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida paydo bo'ldi. Elektr haqidagi ta'limotning asoschilari Italiya ftzigi Viola (1793-1801 y.), Shved olimlari Berselius (1802 y.), Arrennius (1887 y.), Angliya olimlari Devi (1807 y.), Faradey (1833 y.) vaboshqalar hisoblanadi).

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish jarayoni elektrokimyoviy reaksiyalarga asoslangan suvli eritmalar va suyuqlanmalar elektroliz qilinganda elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi, Eritma va suyuqlanmalarning elektrolizi sanoatning ko'pgina tarmoqlarida, texnika va turmushda keng qo'llaniladi. Suvli eritmalarini elektroliz qilish yo'li bilan ko'pgina anorganik mahsulotlar. xlor, brom, yod, vodorod, kislorod, natriy va kaliy gidroksidlari, gipoxloritlar, xloratlar, permanganat, persulfit, vodorod peroksid va boshqalar olinadi.

Elektrokimyoviy jarayonlar ba'zi organik moddalarni ishlab chiqarishda ham qo'lanildi. Masalan, spirtlardan, anodli oksidlash yo'li bilan aldegid va ketonlar olinadi, funksional guruhlarining elektrokimyoviy qaytarish yo'li bilan nitrobenzoldan benzidin olinadi. Suvli eritmalarini elektroliz qilib ko'pgina rangli metallar: mis, vismut, surma, qalay, qo'rg'oshin, nikel, kobalt, kadmiy, rux olinadi va tozalanadi. Suyuqlanmalarni elektroliz qilib, ko'pgina yengil, oson suyuqlanadigan va nodir metallar qotishmalari olinadi, metallar tozalanadi. Aluminiy, natriy, kaliy, litiy, magniy kabi metallar faqatgina elektrokimyoviy usulda olinadi.

Avtomobil sanoatida, mashinasozlik va boshqa qator sohalarda metallar sirtini elektrokimyoviy qoplash (galvanoplastika) usulidan

keng foydaniladi. Galvonoplastika orqali buyumlarning aniq nusxalari olinadi. Bosmaxonalarda klishelar, matritsa, bos radiotexnik sxemalar tayyorlanadi. Po'latni elektrokimyoviy silliq: aluminiy va magniyni oxorlash ishlari ham elektroliz yordami bajariladi. Nikellash, xromlash, oltin, kumush bilan sirtim" qopl kabi bir qator muhim ishlar amalga oshiriladi. Bular metallanr korroziyaga chidamliligini oshiradi, qatliqligi va emirilishga chk oshiradi ko'rinishini chiroyli qiladi.

Turli akkumulyatorlar ishlab chiqarish ham kimyoviy energiy? elektr energiyasiga ayfantirishga asoslangan. Elektrokimyoning t: suratlarga o'sib, taraqqiy etib borishi va undan sanoatning tur\* tarmoqlarida foydalanishning kengayib borishi boshqa usuldan masalan, sof kimyoviy usuldan ancha afzalligi bilan izohlanadi. Elektrolizni qo'llash ishlab chiqarish jarayonlarida turli apparat va jihozlar sonini qisqartirish imkonini beradi.

Bunda bosqichlar sonini ancha qisqartirish, arzon xomashyodan to'liq foydalanish, juda toza, sifatl mahsulot olish imkoniyati tug'iladi. Elektrokimyoviy usulning asosiy kamchiligi, tokni ko'p sarflashidir. Shuning uchun ham bunda elektr energiyasini tejashga e'tibor qaratilmog'i lozim.

## 2- §. Suvli eritmalar va suyuqlanmalar elektrolizining nazariy asoslari

*Elektroliz* deb, elektrolit eritmasidan yoki suyuqanmasidan o'zgarmas elektr toki o'tganda sodir bo'ladigan oksidlanish — qaytarilish reaksiyasiga aytiladi. Bunda elektrolitlar parchalanib, elektrodlarda mahsulotga ayianadi. Elektrodlarda elektr tokining paydo bo'lishi bilan (tok manbaiga ulangach) elektrolitlar parchalanib, kation va anionlar hosil qiladi.

Kationlar katodga (elektronlar manbaiga) tomon, anionlar esa anodga tomon harakat qiladi. Kationlar katodga borgach, elektron olib, anionlar esa anodga kelgach, elektron berib zaryadsizlanadilar. Natijada elektrodlarda gazzimon, suyuq yoki qattik neytral moddalar hosil bo'ladi. Bunda elektrolitning boshqa molekulari dissotsiyalanadi. Natijada, ionlarning zaryadsizlanishidan buzilgan muvozanat qayta

Hklanadi. Agar anod elektrolitda eriydigan metallan yasalgan bo'lsa, 1! holda anodning erib eritmaga o'tishi hisobiga muvozanat tiklanadi (metall ionlari — kationlar hosil bo'lishi hisobiga).

Elektrolitlarda odatda turli xil ionlar bo'ladi. Ulardan qaysi birining elektrod potentsiali kichik bo'lsa, o'sha ion birinchi bo'lib wiryadsizlanadi. Ionlarning ketma-ket navbat bilan zaryadsizlanishi fi/.ik-kimyoviy qommlari bilan aniqlanadi.

Amaliyotda elektroliz mahsulotlarining elektrodlarda ajralish tartibi, nafaqat normal elektrod potentsiallarining qiymati bilan balki, elektrolizni o'tkazish sharoitlariga: elektrodning qanday materialdan qilinganligiga, elektrolit konsentratsiyasiga, aralastirishning jadalligiga, haroratiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi, Texnologik sharoitni tanlash bilan, elektrolizda ionlarning zaryadsizlanish tarkibini o'zgartirish mumkin. Masalan, ba'zi elektrodlarda ionlar zaryadsizlanishining o'ta kuchlanish hodisasidan foydalanish orqali.

Yengil metallar (litiy, kaliy, natriy, magniy, aluminiy) va ba'zi og'ir metallarni (xrom, tantal, qo'rg'oshin) birikmalarini suvdagi eritmalarini elektroliz qilish yo'li bilan metall olib bo'lmaydi, chunki ular vodorodga nisbatan elektromanfiyroqdir, shuning uchun ham elektrodlarda metall emas balki, faqat vodorod ajralib chiqadi. Bunday metallarni faqat ular birikmalarini (tuzlari, oksidlari yoki gidroksidlarini) suyuqlanmalarini elektroliz qilish yo'li bilan olish mumkin (chunki suyuqlanmada vodorod ioni bo'lmaydi). Suyuqlanmalar elektrolizi ham eritma elektrolizi qonunlariga asoslanadi, ammo, ayrim o'ziga xos tomonlari bilan farq ham qiladi (masalan, bunda harorat yuqori bo'ladi 1400°C gacha, erituvchi ionlari bo'lmaydi).

Elektroliz nazariyasi Faradey qonuniga asoslangan (1833 yil) elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralib chiqqan moddaning miqdori, eritmadan o'tgan elektr miqdoriga to'g'ri proporsionaldir (birinchi qonuni). Bir nechta elektrolit eritmasi orqali teng miqdorlarda elektr o'tkazilganda elektrodlar ajralib chiqadigan moddalarning og'irlik miqdorlari, ayni moddalarning kimyoviy ekvivalentiga proporsional bo'ladi (ikkinchi qonuni).

Faradeyning ikkinchi qonuniga ko'ra har qanday moddaning bir ekvivalentini ajratib chiqarish uchun teng miqdor elektr talab

qilinadi va bu elektr miqdori Faradey soni deyilib, u 96500 k molga teng.

Elektrolizning asosiy texnologik ko'rsatkichi va elektr energiyasidan ratsional foydalanish kriteriyasi bu: tok bo'yicha unum, energiyadan foydalanish darajasi, energiya bo'yicha sarfiy koeffitsienti, elektrolizga berilgan kuchlanish va boshqlardir.

Tok bo'yicha unum  $\eta$  (%) yoki birning qandaydir ulushlarida ushbu formula

$$\eta = \frac{G_a}{G_H} \cdot 100 \quad (3.3)$$

asosida topiladi. Bunda,  $G_a$  - elektroliz natijasida amalda olingan mahsulot massasi;  $G_H$  - Faradey qonuni bo'yicha nazariy olinishi mumkin bo'lgan mahsulot miqdori (massasi). Mahsulotning nazariy massasi Faradeyning ikkala qonunini birlashtiruvchi formula asosida hisoblab topiladi.

$$G_H = \frac{J \cdot \tau \cdot A}{nF} = J \cdot \tau \cdot E \quad \text{yoki} \quad G_H = \frac{J \cdot \tau \cdot A}{F} \quad (3.4)$$

Bunda,  $J$  — tok kuchi (Amper);  $\tau$  — elektroliz vaqti (soat);  $A$  — ionning massasi yoki atom massa (g);  $n$  — ion zaryadi;  $F$  — Faradey soni;  $E$  — moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti.

Energiyadan foydalanishi darajasi,  $\mu$  (%), bu ayni miqdordagi moddani ajralib chiqishi uchun kerak bo'ladigan nazariy energiya miqdorining -  $W_n$ , amalda sarflangan faktik energiya miqdoriga -  $W_f$  bo'lgan nisbati:

$$\mu = \frac{W_n}{W_f} \cdot 100 \quad (3.5)$$

Elektroenergiyaning nazariy miqdorini (KVm · C):

$$W_H = V_H J \tau = V_H \cdot Q \quad (3.6)$$

formulasi orqali hisoblab topiladi. Bunda,  $V_n$  — elektrolit parchalanishining nazariy kuchlanishi (Volt); ( $Q$  — elektr miqdori (Kl). (3.7)

Elektrodlarda nazariy kuchlanish anod  $\varphi_{an}$ , va katodning  $\varphi_k$  muvozanat potentsiallari orqali topiladi.

$$V_n = \varphi_{an} - \varphi_k \quad (3.8)$$

Muvozanatdagi potentsiallarning qiymatlari Nernst formulasi bo'yicha topiladi. U qiymatlar ma'lumotnomalarda berilgan. Elektrolizyorlarda nazariy kuchlanish,

$$V_H = \frac{\Delta G_{298}^\circ}{n \cdot F}$$

formuladan foydalanib topiladi. Bu yerda,  $\Delta G_{298}^\circ$  – reaksiyaning erkin energiyasining o'zgarishi, j/mol. ( $\Delta G_{298}^\circ$  – standart Gibbs eyengiyasi ham deyiladi).

Energiyaning haqiqiy (faktik) sarfi  $W_f$  elektroliz vannasiga beraqan kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Qaysiki, u har doim elektrodlarning qutublanishi sababli hamda Om birligidagi elektrolit, elektrodlar diafragmalar tok beruvchilar (uzatuvchilar) va boshqalarning qarshiligi sababli nazariysidan ko'p bo'ladi. Faktik energiya sarfi ( $W_f$  ni hisoblash uchun 3,5 formula bo'yicha) quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$W_f = V_f \cdot J \cdot \tau = V_f \cdot Q \quad (3.9)$$

3.9 va 3.6 formuladagi  $V_H$  va  $V_f$  larni qiymatlarini 3.5 formulaga qo'yib

$$\mu = \frac{V_H}{V_f} \cdot \eta \quad (3.10)$$

formulani keltirib chiqaramiz.

(3.10) formuladan kelib chiqadigan xulosa shundan iboratki, qanchalik tok bo'yicha unum ko'p va elektrolizyorga berilgan kuchlanish qanchalik kam bo'lsa, energiyadan foydalanish darajasi shunchalik katta bo'ladi.

Sanoatda eritmalar elektrolizida turli ishlab chiqarishlarda tok bo'yicha unum 60–90 % dan va energiyadan foydalanish darajasi 50–60 % dan oshmaydi. Suyuquqlanmalar elektrolizida esa tok bo'yicha unum 70–80 % ni tashkil etsa, energiyadan foydalanish

eritma elektrolizidan ancha past bo'ladi. Masalan,  $Al_2O_3$  va krio suyuqlanmasi elektrolizining energiyadan foydalanish darajasi % dan oshmaydi. Umumam olganda elektrokimyoviy ishlab chiqari energiyadan foydalanish darajasining kamligi bilan va **demak**, elektroiz mahsulotlaririting, ayniqsa, metallarning tannarhii yuqoriligi bilan tavsiflanadi.

### 3- §. Natriy xlor eritmasining elektrolizi

Natriy xlor (osh tuzi) nisbatan arzon xomashyo bo'lganligi hamda uning elektrolizidan uchta (xlor, natriy gidrooksidi va vodorod) muhim sanoat mahsuloti olinishi sababli, shu bilan bir qatorda elektroiz jarayonining soddaligi tufayli uning eritmasini elektrolizi iqtisodiyjihatdan ancha samarali usul hisoblanadi.

Xlor normal sharoitda gaz —  $34,1^{\circ}C$  da suyuqlanadi, —  $101,6^{\circ}C$  da muzlaydi. O'tkir hidli, sariq-yashil rangli, zaharli gaz. Xlor: xlororganik birikmalar (plastmassalar, erituvchilar, kauchuk, kimyoviy tola, zaharli kimyoviy birikmalar va boshqalar) olishda, metallurgiya (rudalarni xlorlab kuydirishda), to'qimachilik, sellyuloza - qog'oz sanoatlarida (oqartirish va tozalash uchun), ichimlikva oqova suvlarini *tozalash*, sterillash va boshqalarda juda keng qo'llaniladi.

Elektrolizning ikkinchi mahsuloti natriy gidrooksidi bo'lib, muhimligi jihatidan asosiy mahsulotdan (xlordan) qolishmaydi. Natriy gidrooksidi qattiq, oq rangli suvda yaxshi eriydi,  $328^{\circ}C$  da suyuqlanadi. Natriy gidrooksidi organik sintezda, sun'iy tola ishlab chiqarishda, sellyuloza va qog'oz olishda, sovun va aluminiy ishlab chiqarishda, neftni qayta ishlash sanoatida keng ko'lamda ishlatiladi.

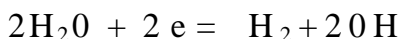
Elektroiz qilish uchun osh tuzining to'yingan eritmasidan (305-310 g/l) sho'robadan foydalaniladi. Elektroiz ikki xil apparatda qattiq po'latli diafragma yoki diafragmasiz suyuq simob katodli apparatlarda (elektrolizyordlarda) olib boriladi. Har ikkala holda ham uglerodli (grafitli) anod yoki sirti ruteniy oksidi bilan qoplangan titanli anod ishlatiladi. Bu ikkala usul katod bo'shlig'ida boradigan jarayonlar bilan bir-biridan farq qiladi. Elektroiz paytida qo'shimcha reaksiyalar ketishining oldini olish hamda elektroiz mahsulotlarini



||rulishi uchun qattiq katodli elektrolizyorlardan anod va katod fazasi bir-biridan g'ovakli diafragma bilan ajratilgan bo'ladi.

**Oshtuzi eritmasini qattiq katodli elektrolizyordagi elektrolizi.**

Oshtuzi tuzimning suvdagi to'yingan eritmasida Na, H<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> va OH<sup>-</sup> ionlari bo'ladi. Eritmadandoimiytoko'tkazilganda bu ionlarning ziiryadsizlanib ajralib chiqish tartibi elektrod potensiallarining kattaligi va bir-biriga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi. Natriy ionlarining po'lat kalodlarida qaytarilishi (zaryadsizlanishi) mumkin emas, chunki, bu jarayonning potentsiali katta manfiy qiymatga ega (- 2,71 V). Shuning uchun katodda muvozanat potentsiali kichik (- 0,415 V ga long) bo'lgan vodorod ajralib chiqadi.



Katod bo'shlig'ida qolgan gidrooksid (OH<sup>-</sup>) ionlari natriy ionlari bilan birikib, natriy gidroksidni hosil qiladi.



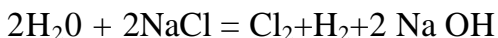
Anodda esa xlor ajraladi:



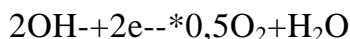
Xlorning to'yingan eritmada muvozanat potentsiali gidrooksid ionnikidan katta.

$$\varphi_{OH^-} = 0,82 \text{ V}; \varphi_{Cl_2} = 1,32 \text{ V}$$

Ammo ko'mir-grafitli yoki ruteniy oksidi bilan qoplangan anodlarda OH<sup>-</sup> ioni katta o'ta kuchlanish bilan zaryadsizlanadi, shuning uchun ham anodda gaz holda ajraladi. Natriy xlor eritmasini elektrolizini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:

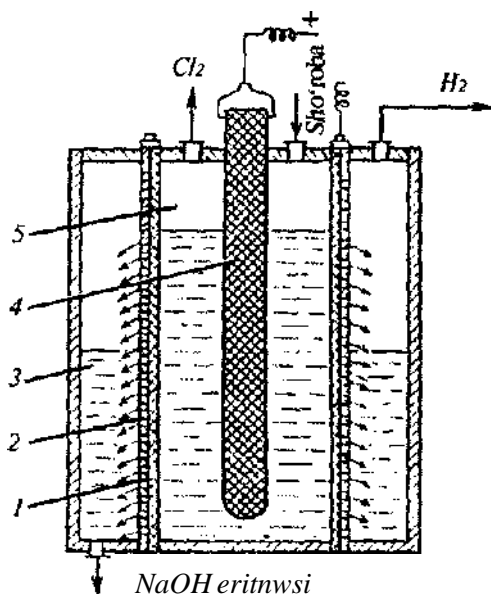


Amalda asosiy reaksiyalar bilan bir qatorda qo'shimcha reaksiya ham ketadi. Anodda kislorod ajralib chiqadi.



Kislorod uglerodli elektrod bilan ta'sirlashib,  $\text{CO}_2$  ga aylana Anod bo'shlig'ida, xlorning suvda erishidan ikkilamchi reaksiya borib, gipoxlorit ( $\text{NaClO}$ ) va xlorat ( $\text{NaClO}_3$ ), shuningdek, xloridlar hosil bo'ladi. Barcha bu qo'shimcha reaksiyalarning bo'yicha asosiy mahsulotlar unumini hamda energiyadan foydalanish darajasini kamaytiradi.

83- rasmda uzluksiz ishlovchi, vertikal filtrlovchi diafrac elektrolizyori (vannasi) sxemasi berilgan. Vannaning korpusi asbestdan tayyorlangan filtrlovchi diafragma bilan katod va anod bo'shliqlariga ajratilgan, diafragma, perforatsiyalangan (ko'teshiklar qilingan) po'lat katodga yopishtirib qo'yiladi. Anod bo'shlig'ida esa grafitdan yasalgan anod o'rnatiladi.



**83- rasmi.** Filtrlovchi diafragma elektroliz vannasining sxemasi.

- 1 — g'ovak asbestli diafragma; 2 — ko'p teshikli po'lat katod; 3 — katod bo'shlig'i; 4 — grafitli anod; 5 — anod bo'shlig'i.

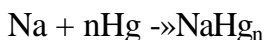
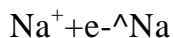
Tozalangan sho'roba (rassol) anod bo'shliqqa solinadi. Hidrostatik bosim tufayli u diafragmadan va katoddan filtrlanib o'tadi. Elektr toki o'tgach, katodda vodorod ajralib vannadan chiqadi, anoddan

xlor ajralib chiqadi. Katod bo'shliqda natriy gidrooksidi hosil 'lib, vannadan uzluksiz chiqarib olinib turiladi. Hosil bo'lgan r-gaz tarkibida 93—96 % xlor ushlaydi. U gaz 20°C haroratgacha vitish yo'li bilan quritiladi (bunda suv bug'lari kondensatlanadi) n kons, sulfat kislotasi bilan yuviladi.

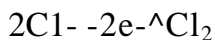
So'ngra xlor kerakli joylarga sintezlar uchun yuboriladi yoki I 12 MPa bosimda uyharoratida yoki 0,3—0,6 MPa bosimda — 5 -25°C gacha haroratda suyuqlantiriladi. Suyuq xlor maxsus ballonlar yoki sisternalarda kerakli joylarga tashiladi.

Katod mahsuloti (natriy gidrooksidi eritmasi) tarkibida 120—140 g/l NaON va 170-180 g/l parchalanmagan osh tuzi bo'ladi. Eritma bug'lantiriladi. Eritmada natriy gidrooksidining konsentratsiyasi ortishi bilan osh tuzi cho'kmaga tushadi ( NaOH ning issiq suvda eruvchanligi yuqori, osh tuzining cruvchanligi esa kam bo'lganligidan NaOH ning eritmda konsentratsiyasi ortishi bilan NaCl cho'kmaga tushadi). Natriy gidrooksid eritmasi to'liq bug'lantirib, suyuq holda suvsiz natriy gidrooksid olinadi. U tarkibida 92—95 % NaOH va 2— 4 % NaCl saqlaydi.

**Natriy xlor eritmasini simob katodli elektrolizyordlarda elektroliz qilish.** Simob katodli vannalarda katodda vodorod katta kuchlanish bilan ajralib chiqadi (simobli katodda H<sup>+</sup> ionining zaryadsizlanish potentsiali 1,7—1,85 V, temir katodda esa u 0,1415 Vgateng). Natriy esa simobdan tez va osonlikcha ajraladi. Chunk) natriy ionining simob katodida zaryadsizlanish potentsali muvozanat potentsialidan ancha kichik va u 1,2 V ga teng. Bu hodisa katodda kimyoviy birikma natriy amalgamasi hosil bo'lishi bilan tushintiriladi. Natijada amalda simob katodda vodorod hosil bo'lmaydi, bunda quyidagi jarayonlar boradi:



Simob katodining ustida joylashgan grafit anodda xlor zaryadsizlanib, gaz holda ajralib chiqadi.



Natriy amalgamasi (0,1- 0,3 % Na saqlaydi) vannadan c olinadi va boshqa reaktorda issiq suv bilan parchalantiriladi. ham elektrokimyoviy reaksiya boradi va natriy gidrooksidi vodorod gazi hosil bo'ladi.



Simob katodli elektroliz usuli NaCl eritmasini juda qat tozalashni talab qiladi, chunki eritmada magniy, temir va bosh metallarning bo'lishi, simobli katodda vodorodning kuchlanis' \* pasaytirib yuboradi. Bu hoi katod jarayonini buzilishiga va portl olib keladi. Vodorod ionining zaryadsizlanishini kamaytirish uch tok zichligi oshiriladi.

Simob katodli elektrolizyornlarning asosiy yutug'i, bun kimyoviy toza (tarkibida) NaCl boshqa begona aralashala bo'lmagan) yuqori konsentratsiyali ishqor olish mumkin bo'ladi. Suvni elektroliz qilib vodorod olish ayniqsa, istiqbolli usuldur.

#### 4- §. Sintetik xlorid kislota ishlab chiqarish

Vodorod xloridi — o'tkir hidli, rangsiz gaz, — 85°C da qaynaydi, suvda yaxshi eriydi (1 hajm suvda 20°C da 400—450 hajmda vodorod xlorid gazi eriydi).

Xlorid kislota — rangsiz yoki sarg'ishroq rangli tiniq suyuqlik. Odatda konsentrlangan xlorid kislota 37 % li bo'lib, zichligi 1,19 g/sm<sup>3</sup>.

Xlorid kislota kuchli bir negizli kislotaadir. U turli xloridlarni olishda, metallarni payvandlashda, bug' qozonlarini cho'kindilardan tozalashda platina, oltin va kumushlarning gidrometallurgiyasida neft sanoatida — neftni qazib olishda qog'ozni gidrolizlashda, terini oshlashda — uni charmga aylantirishda gazlamalarni bo'yashda, bo'yoqlar ishlab chiqarishda, sirka kislota, plastmassalar ishlab chiqarishda va boshqalarda ishlatiladi.

Xlorid kislota XV asrning oxirida alkimyogar Vasiliy Valentin va I Anderiy Libaviy hayot malhamini (eleksir) qidirib, osh tuzi, hchiqtosh va mis kuporasini aralashtirib qizdirish orqali toza Imagan xlorid kislota olgan va uni «nordon spirt» deb atagan.

1658- yilda nemis olimi Glauber xlorid kislota olishning yangi ulini topdi, u osh tuzini konsentrlangan sulfat kislota bilan birga l.dirib ajralib chiqqan gazni suvga yuttirdi. Bu usul hozir ham laboratoriya va sanoatda xlorid kislota olishda qo'llaniladi.

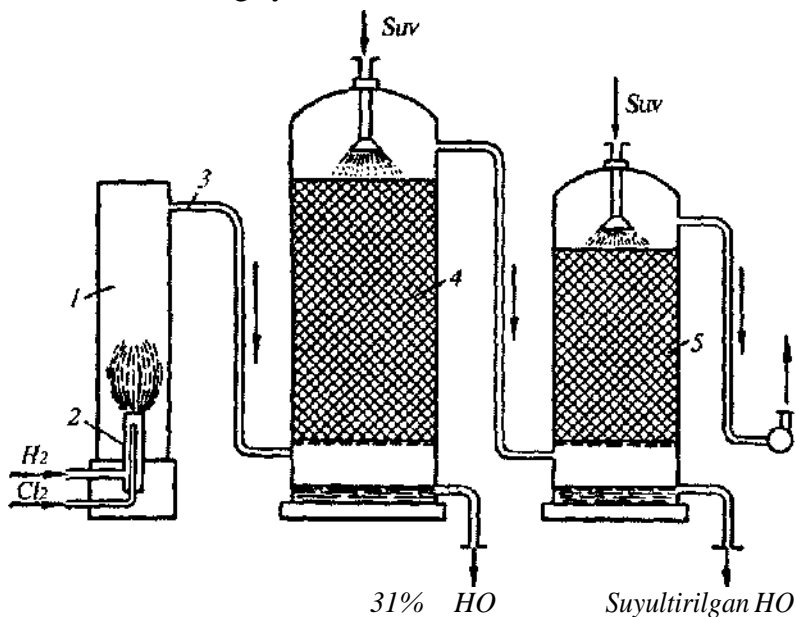
Xlorid kislota olish uchun vodorod xlorid gazini olish kerak. Vodorod xlorid turli yo'llar bilan olinadi: 1. Sulfat usuli. Bu usulda 92-93 % li sulfat kislota 500-550°C haroratda osh tuziga ta'sir cltiriladi. Bunda 28—31 % li texnik xlorid kislota olinadi. Bu usul hozirgi paytda qo'llanilmaydi. 2. Vodorod xloridini sintez usuli 1920- yillarda paydo bo'ldi. Bu usulga binoan xlor va vodorod gazlarining o'zaro ta'siridan vodorod xloridi sintezlanadi. To'yingan uglevodorodlarni xlorlashda chiqindi sifatida vodorod xloridi hosil bo'ladi:  $RH + Cl_2 \rightarrow RCl + HCl$ .

Hosil bo'lgan vodorod xloridining konsentratsiyasi turlicha (odatda 25-30 dan 95-98 % gacha HCl) bo'ladi. Uning tozaligi ham xlorlanadigan organik moddalarning tozalik darajasi, xossalari, reaksiyani olib borish sharoiti kabilarga bog'liq bo'ladi. Xlororganik mahsulotlar ishlab chiqarish to'xtovsiz o'sib bormoqda va unda chiqindi sifatida hosil bo'luvchi vodorod xloridi ham ko'paymoqda. Hozirgi paytda uning miqdori sintetik vodorod xloridiga nisbatan 1,5—2,5 martako'p.

Sintetik xlorid kislota olish uchun elektroliz usulida olingan xlor, vodorod bilan kontakt pechida (84- rasm) bevosita birlashtiriladi. Pech o'tga chidamli po'latdan yasalgan bo'lib, balandligi 6 m, diametri 1 m. Pechning ostki qismida yoqgich (gorelka) o'rnatilgan. Yoqgich ikkita naychadan iborat bo'lib, biri ikkinchisining ichiga kirgan. Ichki nay orqali quruq xlor, tashqi nay orqali esa vodorod kelib, naydan chiqqan joyda ularqo'shiladivayonadi. Natijada katta issiqlik (92,1 kJ/mol) ajralib chiqadi. Alangasining harorati 2400°C ga etadi. Hosil bo'luvchi vodorod xlorid gazini xlor bilan ifloslanishining oldini olish maqsadida yoqgichga 5 % gacha ortiqcha vodorod yuboriladi.

Olingan vodorod xlorid suvga yuttirilib, xlorid kislotaga aylantiriladi yoki suyuq holatga o'tkaziladi (Vodorod xloridni

suyultirish uchun, u sovitgichlarda sovitiladi, bunda xlorid ki bug'lari kondensatlanadi. Keyin yanada quritish uchun sulfat ki bilan sug'orilib turuvchi minora orqali o'tkaziladi. So'ngra vo" xloridi 100 atm. bosim bilan siqiladi va bir vaqtning o'zida suvda sovitiladi. Suyulgan vodorod xloridi po'Iat ballonlarda saql Vodorod xloridini suvga yutilishi adiabatik sharoitda olib boriladi.



**84- rasm.** Vodorod xloridini adiabatik absorbsiyalash yo'li bilan sintetik xlorid kislota ishlab chiqarish sxemasi.

1 — kontakt pechi; 2 — gorelka; 3 — po'Iat gaz o'tkazgich; 4 — yuttirish minorasi; 5 — sanitar minorasi.

Vodorod xloridi po'Iat gaz o'tkazish quvuri orqali o'tib 200-250°Cgacha soviydi, so'ngra yuttirish minorasining ostki qismidan kiradi. Minoraning ichida keramik xalqalardan iborat nasadka bo'ladi. Bu minorada yutilmay qolgan vodorod xloridi, ikkinchi sanitar minorasiga yuboriladi. Unda 1 % li xlorid kislota hosil bo'ladi. Yuttirish minorasining ostki qismidan issiq (70°C) 31 % li sintetik xlorid kislota chiqadi va u omborga yuboriladi. Apparating mahsuldorligi 100 % li xlorid kislotaga aylantirib hisoblaganda 15 t/sutkaga teng. 1 t. sintetik xlorid kislota olish uchun 1 t. xlogazi, 330 m<sup>3</sup> ga yaqin vodorod, 12-15 m<sup>3</sup> suv va 15 -25 kvt/s. elekter energiyasi sarflanadi.

## VII BOB. METALLISHLAB CHIQRARISH VA UNI SINFLARGA AJRATISH

### 1- §. Metallarning sinflarga bo'linishi

Metallarning sanoatda olinish usullari haqidagi fan - *metallurgiya*, tegishli zavodlar metallurgiya zavodlari va boshqa xomashyolardan metallar ajratib oluvchi sanoat tarmog'iga esa *metallurgiya sanoati* yoki to'g'ridan-to'g'ri *metallurgiya* deyiladi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan elementlardan 85 tasi metallardir.

Metallarni sinflarga bo'lishda ularning tarqalishi, ishlatilishi, fizik va qisman kimyoviy xossalari asoslanadi.

Barcha metallar ikkiga: qora va rangli metallarga bo'linadi. Qora metallarga temir, marganets va ular asosida olinadigan qotishmalar kiradi (Qora metall deyilishiga sabab, qizdirilganda yuzasiga yupqa qora rangli kuyindi-oksid qavati hosil bo'ladi).

Rangli metallar 4 guruhga bo'linadi: 1. Og'ir rangli (zichligi  $5 \text{ g/sm}^3$  dan katta) metallar — mis, qo'rg'oshin, qalay, nikel, rux. 2. Yengil rangli (zichligi  $5 \text{ g/sm}^3$  dan kichik) metallar — aluminiy, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari. 3. Qimmatbaho metallar — platina iridiy, osmiy, palladiy, rodiy, ruteniy, oltin, kumush. 4. Siyrak yoki nodir metallar (qolgan barcha metallar shu guruhga kiradi): a) qiyin suyuqlanuvchi: volfram, molibden, vanadiy, kobalt, titan, sirkoniy, neobiy; b) sochma: garmoniy, galliy, talliy, iridiy, reniy; d) siyrak yer, lantanoidlar; e) radiaktiv: toriy, rodiy, aktiniy, protaktiniy, uran; f) su'niy: poloniy, astat, neptuniy, plutoniy, protoktoniy, uran va urandan keyingi metallar.

Temirning barcha qotishmalari tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab cho'yan va po'latga bo'linadi. Tarkibida 2% dan ko'p (odatda 3,5-4,5 %) uglerod saqlanadigan temir qotishmasiga cho'yan va 2% dan kam uglerod saqlasa, po'lat deb ataladi.

Temir kumushsimon oq plastik metall, nisbatan yumshoq, og'ir ( $r = 8,87 \text{ g/cm}^3$  ferromagnitlik xossasiga ega, toza holda  $1539^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi).

Temir to'rt (*afi,y,d*) allotropik shakl o'zgarishlarida uchraydi. Oddiy sharoitda *a* ~ temir holatda bo'lib, hajmiy markazlashgan

kub shakldagi kristallik panjaraga ega.  $768^{\circ}\text{C}$  ga magnitga torti xossasini yo'qotib /5 — temir holatga o'tadi. Bunda uning kris panjarasi o'zgarmaydi.  $910^{\circ}\text{C}$  da yangi allotropik shakli  $\gamma$  — te ~ aylanadi va u qiralli markazlashgan kub shaklidagi kristallik panj egabo'ladi, magnitga tortilmaydi. Nihoyat  $1400^{\circ}\text{C}$  da  $p$ - temir  $d$  temirga aylanadi va yana hajmiy markazlashgan kristallik panjaraga bo'ladi. Fizik xossalari bilan u  $a$  — temirga o'xshaydi, magnitga torti"

Temir o'ziga ko'pgina elementlarni(C, Si, p, S, Mn va bo qalar) eritadi. Uning, ayniqsa, uglerodni eritishi kristallik panja rasining tuzilishi va haroratga bog'liq bo'ladi.  $a$  — holatdan  $\gamma$  holatga o'tganda uglerodni eritishi keskin ortadi.  $a$  — temirning ei ko'p uglerodni eritishi  $723^{\circ}\text{C}$  da bo'lib, u 0,04 % ga yaqin va bunda temirning qattiq eritmasi ferit deyilib, magnitga totiladi, plastik va mexanik jihatdan bo'sh bo'ladi.  $\gamma$  — temirda esa uglerodning eruvchanligi  $1130^{\circ}\text{C}$  da 2% va undan ortiq bo'ladi. Temirning bunday qattiq eritmasiga austenit deb ataladi. U juda qattiq va mo'rt bo'ladi, magnitga totilmaydi.

Uglerod suyuq temirda erish bilan bir qatorda kimyoviy birikma ham hosil qiladi. Uning uglerod bilan hosil qilgan birikmasiga temir karbidi  $\text{-Fe}_3\text{C}$  yoki sementit deyiladi. Sementit tarkibida 6,67 % (massa bo'yicha) uglerod saqlaydi. U juda qattiq (olmosga yaqin) va mo'rt bo'ladi. (uning suyuqlanish harorati  $1600^{\circ}\text{C}$ ). Cho'yan sekinlik bilan sovutilsa tarkibidagi sementitning ko'p qismi ferrit va grafitga parchalanadi va cho'yanni kulrang qilib qo'yadi. Shuning uchun ham bunday cho'yan kulrang cho'yan deyiladi. Kulrang cho'yan yumshoqroq, mo'rtligi ham kamaygan va unga ishlov berish ham ancha oson bo'ladi.

## 2- §. Cho'yan ishlab chiqarish

Cho'yan ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida temir rudalari, flyus, yoqilg'i, havo va ba'zan marganets rudalari ishlatiladi.

Temir rudalari tarkibida temir birikmalaridan tashqari keraksiz jinlar: kremnazyom, tuproq, slanets va boshqalar hamda, begona qo'shimchalar: oltingugurt, fosfor, rux va mishyak birikmalari ushlaydi. Oltingugurt ruda tarkibida  $\text{FeS}_2$  (kolchedan) shaklida uchraydi. Ruda



yuqlantirilganda S cho'yan va po'lat tarkibiga erib o'tadi, ularni lisiqda sinuvchan, mo'rt qilib qo'yadi. Shuning uchun ham uning miqdori, rudatarkibida 0,15 % dan ortiq bo'lmagligi kerak. Fosfor esa ruda tarkibida fosforit va apatitlar shaklida uchraydi. U ham cho'yan va po'lat olish jarayonida erib, ularning tarkibiga o'tadi. Uning miqdori ham 0,15% dan ortiq bo'lmagligi kerak. Fosfor cho'yan vapo'latning sifatini pasaytiradi (ular sovuqda sinuvchan, mo'rt qilib qo'yadi). Boshqa qo'shimchalar ham (Cu, Ti, Cr, Mn, V va boshqalar) cho'yan va po'lat tarkibiga suyuqlanib kiringach, ularning fizik, mexanik xossalari o'zgartirib yuboradi.

Temir rudalari turi 300 xildan ortiqroq bo'lishiga qaramay, cho'yan va po'lat ishlab chiqarishda asosan quyidagi temir rudalari ishlatiladi: 1. Magnit temirtosh (magnetit)  $Fe_3O_4$  tarkibida 50-70 % temir saqlaydi, qo'shimcha sifatida kamroq  $FeS_2$  ushlaydi. 2. Qizil temirtosh (gemotit)  $Fe_2O_3$  tarkibida 50-70% gacha temir saqlaydi. Qo'shimcha sifatida ozroq S va P saqlaydi. 3. Qo'ng'ir temirtosh (limonit)-  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  temir gidroksidi bo'lib, tarkibidagi absorbsiyalangan suv miqdori o'zgarib turadi. Bu ruda tarkibida temir miqdori 25-53 % gacha bo'lib, tarkibida aralashma sifatida S, P, As ushlaydi. Tarkibida 2% gacha xrom va 1 % gacha Ni saqlovchi turlari ham uchraydi va u tabiiy ligirlangan cho'yan va po'lat ishlab chiqarishda qo'llaniladi. 4. Shpatli temirtosh (siderit)-  $FeCO_3$ . Tarkibida 30-37 % gacha temir ushlaydi. Bu ruda kuydirilgach, temir miqdori 50-60 % gacha ortadi. U tarkibida juda kam miqdorda S va P, hamda 1-10% gacha Mn saqlaydi.

Odatda ruda tarkibida temir miqdori 30 % dan kam bo'lsa, u cho'yan va po'lat ishlab chiqarish uchun ishlatilmaydi. Xomashyo sifatida kam bo'lsa-da qora va rangli metallurgiya chiqitlari, svorka shlaklari (tarkibida 45-50 % gacha temir saqlaydi) kolchedan kuyundilari, marganets rudalari ( $MnO$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $MnCO_3$  va boshqalar) temir siniqlari va shu kabilar ham ishlatiladi.

Flyus nemischa so'z bo'lib, suyuq degan ma'noni anglatadi. Flyus domna jarayonida qiyin suyuqlanuvchi oksidlarni oson suyuqlanuvchi cho'yan bilan aralashmaydigan shlakka aylantiradi, ruda tarkibidagi bekorchi jinslarni, cho'yan va po'latning sifatini pasaytiruvchi elementlarni, k mimuming kulini (koks kulini) biriktirib oladi. Flyus sifatida asosan ohak-tosh ( $CaCO_3$ ) va dolomit ( $CaCO_3MgCO_3$ )

ishlatiladi. Flyusning ahamiyati juda katta. Olinadigan cho'yanr sifatini yaxshilash va uni boshqarish imkonini beradi. 1 t. cho\* olish uchun 0,4-0,81. gacha flyus qo'shiladi.

Yoqilg'i sifatida koks (tarkibi 80-86 % C, 2-7 % H<sub>2</sub>O, 1,2-1, % S va 15% gacha kuldan iborat) va tabiiygaz ishlatiladi. Koks uning oksidlanishidan hosil bo'lgan CO (is gazi) ruda tarkibi temir oksidlaridan qaytarish uchun xizmat qiladi hamda koks temirdai qisman erib, uni nisbatan pastroq haroratda suyuqlanadigan qiladi.

Keyingi yillarda cho'yan ishlab chiqarishda, koksning miqdori\* kamaytirilib, uning o'rniga tabiiygaz ko'p ishlatilmoqda, natijada qimmatbaho koksni tejashga va cho'yanning tannarxini arzonlashtirishga erishildi. Hatto kokssiz ishlaydigan metallurgiya ham paydo bo'ldi. AQShning Middend Ross finnasi tomonidan ishlab chiqilgan bu usulda koks o'rnida konvertor gazidan foydalaniladi.

*Domna pechidagi kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradigan sharoitla*  
Domna pechining mahsuldorligi faqat uning hajmiga (kattakichikligiga) bog'liq bo'lib qolmay, balki unda boradigan kimyoviy jarayonlarning borish tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi omillar; konsentratsiya, harorat va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning to'qnashuv sirti oshiraladi.

Kimyoviy reaksiya tezligini oshirish uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi oshiriladi. Buning uchun: temir rudasi boyitiladi; domnaga kiritiladigan havoga toza kislorod qo'shiladi; tabiiy gaz metan ham kiritiladi. Metan ham yoqilg'i, ham qaytaruvchidir, chunki u yonganda hosil bo'lgan suv cho'g' holdagi koks bilan birikib vodorod gazini hosil qiladi. Vodorod esa kuchli qaytaruvchidir.

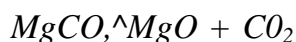
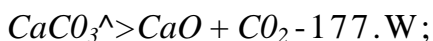
Reaksiya tezligi haroratga ham bog'liq bo'ladi. Domnada haroratni oshirish uchun, unga puflanadigan havo awal kauperlarda qizdiriladi. Bunda ko'pincha reaksiya issiqligidan foydalaniladi,

Kimyoviy reaksiya tezligini oshiradigan omillardan yana biri yuza ta'sirini oshirish uchun, domnaga tushiriladigan ruda, koks va flyus ma'lum optimal o'lchamga ega bo'lishi lozim. Domna pechining mahsuldorligini oshirishda, yoqilg'ini tejashda shixtani tayyorlash muhim rol o'ynaydi. Shixta tarldbiga kiruvchi komponentlar kattaligi muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lib, rudaning kattaligi 40-100 mm,

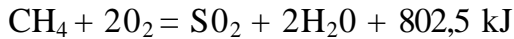
koksniki 40-80 mm va ohaktoshniki 30-80 mm bo'lishi kerak. Buning Uchun ruda maydalanadi, g'alvirdan o'tkaziladi, bo'laklarining kallaligi bir xillik darajasi oshiriladi va nihoyat boyiti-ladi. Maydalari Uglomeratsiyalanadi (Changsimon mayda zarrachalari koks va flyus bilan aralashtirilib chala suyuqlantiriladi, natijada zarralarbir-biriga yopishib yiriklashadi, so'ngra u sovutilib qotirilgach, kerakli kattalikda inaydalab olinadi).

Temir rudasiga boy mamlakat bu — Rossiyadir (Ural, Kursk magnit anomaliyasi, Kerch, Krivoy Rog, Sharqiy Sibir, Uzoq Sharq, Kola Yarim oroli va boshqalar) unda dunyo temir rudasining 50 % ga yaqini joylashgan. O'zbekistonda ham temirning 60 ga yaqin konlari bo'lib, ulardan yiriklari Sulton Uvays tog'lari, Amudaryo etagidagi Tabinbo'loq (rudasi tarkibida 15-16 % temiri bor), Markaziy Qizilqumdagi Kenes va Jadir (miqdori 300 mln. t. dan ortiq) konlaridir. O'zbekiston temirining asosiy miqdorlari Sulton Uvays tog'lari (68 %), Qizilqumda (14 %), qolgan qismi Toshkent va Surxondaryo viloyatlaridadir. Kezi kelganda shuni aytilish lozimki, respublikamizda har yili taxminan 2 mln. t. temir- tersaklar yig'iladiki, uni hammasi cho'yan va po'latga aylantirilsa, mamlakatimizning unga bo'lgan ehtiyojini 50-60% ni qondirgan bo'lar edi, ammo hozirgi kunda to'planayotgan temir tersaklarning atigi 27 % qayta ishlanayotir.

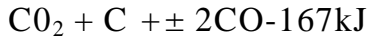
*Cho yan ishlab chiqarishda boradigan asosiy reaksiyalar*, Cho'yan domna pechi deb ataluvchi reaktorlarda eritib olinadi. Cho'yan eritib olish jarayonida quyidagi kimyoviy reaksiyalar boradi. Pechning yuqori qismidan, shixta pastga tomon, ostidan yuqoriga qarama-qarshi yo'nalishda esa, yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan gazlar harakat qiladi. Shixta pastga tushgan sayin qiziydi, natijada eng awal oson bug'lanuvchi moddalardan (namlik, CO<sub>2</sub> gazlari va boshqalar) tozalanadi. Shixta namligi (200°C da) bug'lanib qurigach, uning harorati orta boradi va 400—600°C da Fe, Mn va Mg karbonatlari jadal parchalana boshlaydilar. Pech harorati 800—900°C ga yetgach, ohaktosh va dolomit parchalana boshlaydi.



Shixta tarkibidagi koks ham pechning ostidan domna qizdirgichlarida (kauperlar) 800°C gacha qizigan va kislo boyitilgan gaz bilan to'qnashib yonadi.  $S + O_2 \rightarrow SO_2 + 401 \text{ kJ}$  yonish uchun kiritilgan gaz yonadi.



Yuqoridagi reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan gazlar ham ( $C$ ,  $H_2O$ ) turli ta'sirotlariga uchraydi.  $CO_2$  gazi pechning yuqoris<sup>1</sup> ko'tarilib, issiq koks bilan reaksiyaga kirishadi va is gaziga aylan



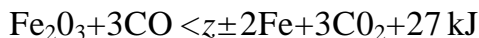
Suv bug'i esa issiq koks bilan qaytarilib  $SO$  va  $N_2$  hosil qiladi.



Hosil bo'lgan  $CO$  gazlari  $H_2$  temirni, oksidlaridan qaytaradi. Temir oksidlari turlicha qaytariladi. Eng oson qaytariladigani  $Fe_2O_3$ , keyin  $Fe_3O_4$  va eng qiyin qaytariladigani  $FeO$  dir.



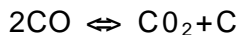
Qaytarilgan temir suyuqlanib, pastga tushadi.  $CO_2$  esa yuqoriga ko'tariladi. Muvozanat batamom o'ngga siljiydi. Vodorod ham  $CO$  kabi yuqoridagi reaksiyaga o'xshash temir oksidlarini qaytarish uchun sarflanadi. Bunda hosil bo'lgan suv bug'lari yuqorida aytilganidek, koks bilan qaytarilib yana  $H_2$  va  $CO$  ga aylanaveradi. Temir oksidlarini qaytarish natijasida hosil bo'lgan  $CO_2$  ham yuqoriga ko'tarilgach, issiq koks ta'sirida yana  $CO$  ga aylanadi. Shunday qilib, bu jarayon takrorlanaveradi. Temir oksidlarining qaytarilishini umumiy bir tenglama bilan yozish mumkin:



Reaksiya qaytar bo'lganligi uchun  $CO$  va  $H_2$  kabi gazlarning hammasi qaytarishga sarflanmay qisman domna gazlari bilan pechdan

ib ketadi. Domna gazlari tarkibida  $N_2$ ,  $CO_2$  27—30 %  $CO$  da ozroq  $H_2$  va  $CH_4$  bo'ladi.

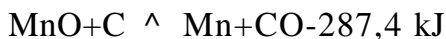
Temir oksidlari nafaqat  $SO$  va  $N_2$  bilan balki, uglerod (koks) n ham qaytariladi. Temir oksidlarining uglerod bilan qaytarilishiga *Jfr/ qaytarish* deyiladi. Uglerod bilan qaytarilish  $1000^\circ C$  dan qori boradi. Qaytarish uchun faqat koks uglerodi emas, balki  $CO$  ning termik parchalanishidan hosil bo'lgan uglerod ham qaytariladi.



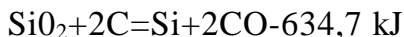
I) omna jarayonida temirdan tashqari shixta tarkibida bo'lgan boshqa elementlar ham qaytariladi.  $1000^\circ C$  da  $Mn_2O_3$  qaytarilib  $Mn_3O_4$ , so'ngra  $MnO$  va nihoyat  $Mn$  hosil bo'ladi.



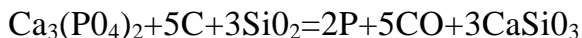
Hosil bo'lgan  $MnO$  ni qaytarilishi asosan yuqori haroratli zonadan uglerod hisobiga boradi. Qaytarilgan marganetsning bir qismi erib, cho'yan tarkibiga o'tadi.



Ammo marganets oksidining ko'p qismi qaytarilmay, shlak tarkibiga o'tadi. Kremniy ham qattiq uglerod bilan qisman yuqori haroratda qaytariladi.

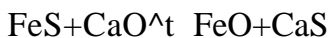


Fosfor esa  $C$  va  $SiO_2$  ta'sirida qaytarilib, erkin fosforga aylanadi va har ikkalasi ham cho'yan erib uning tarkibiga o'tadi.



Nikel va mis to'liq qaytariladi va cho'yan tarkibiga kiradi. Xrom, titan va vanadiylar domna jarayonida odatda qaytarilmaydi (ularning

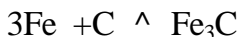
qaytarilishi uchun juda yuqori harorat kerak bo'ladi). S esa me bilan sulfidlar (FeS, CaS, MnS va boshqalar) hosil qil Sulfidlarning suyuq temirda eruvchanligi turlicha, masalan, yaxshi, MnS esa yomon eriydi, CaS esa umuman erimaydi, a u shlakda yaxshi eriydi. Shuning uchun ham FeS larni CaS ho o'tka2ish domna jarayonida muhim vazifalaridan biridir. CaO marganetslar oltingugurtni temirdan ajratib olishning aso manbalaridir.



Bunda hosil bo'lgan MnS erib, shlakka o'tadi va shlak tarkibidagi CaO bilan qaytarilib, CaS ga aylanadi.



CaS esa erib shlakka o'tadi. Domnada qaytarilish reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan temir bulutsimon (ya'ni g'ovak) temir bo'lib, uning g'ovaklarida CO ning parchalanishdan hosil bo'lgan uglerod (koks) bilan (temirning bir qismi) karbit (sementid) hosil bo'ladi.

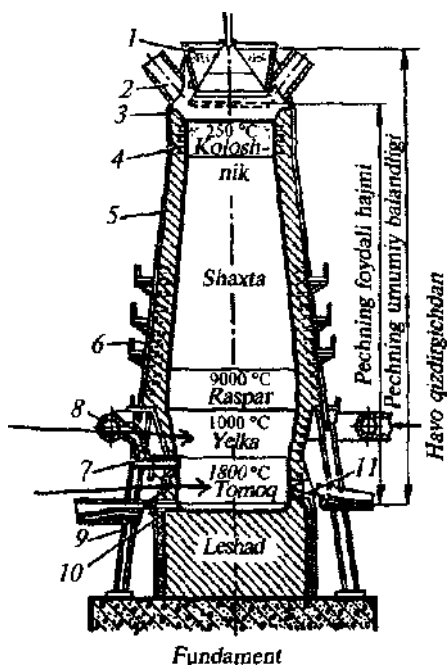


Hosil bo'lgan temir karbidi va uglerod, temirda eriydi. Natijada ancha oson suyuqlanadigan qotishma (tarkibila 4,3 % uglerod saqlovchi, temirning uglerod bilan evtektik aralashmasi, suyuqlanish harorati 1140°C bo'lgan qotishma) hosil bo'ladi. Bu qotishma yuqorida aytilganidek, C, Si, Mn, P, S va boshqa elementlarni o'zida eritib cho'yanga aylanadi (tarkibida 4,5 % uglerod saqlaydi) uning zichligi shlaknikidan katta bo'lganligi uchun pastga cho'kadi.

Shlak hosil bo'lish jarayoni 1000°C da boshlanadi. Ohaktoshni parchalanishidan hosil bo'lgan CaO, dolomitning parchalanishidan hosil bo'lgan MgO hamda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>lar bunday sharoitda (domna jarayonida) qaytarilmaydi. Ammo bir-biri hamda SiO<sub>2</sub> va ko'mirning kuli bilan birikib, turli xil tarkibli birikmalarni: kaliy silikat (CaO+SiO<sub>2</sub>=CaSiO<sub>3</sub>), magniy silikat (Mg+SiO<sub>2</sub>= MgSiO<sub>3</sub>), kalsiy aluminat (CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), kalsiy alyumosilikat (CaO)<sub>2</sub> • Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> • SiO<sub>2</sub>),

i oson suyuqlanuvchi aralashma - shlakni hosil qiladi. Shlakning **hllgi** cho'yannikidan kichik bo'lganligidan, u cho'yanning ustida planadi va cho'yanni oksidlanishdan himoya qiladi.

*Domna pechining tuzWshi.* Domnapechi (85- rasm) to'xtovsiz laydigan konussimon minora bo'lib, umumiy balandligi 60 m, **'ametri** 10 m. Minora devorlari o'tga chidamli g'ishtdan qilingan **sbo'lib**, isib ketishdan saqlash uchun devor oralig'iga ichidan suv **\*O'tib** sovituvchi sovitgichlar o'rnatilgan. Yuqoridan pastga tushgan **liri** devor qalinligi ortib boradi va ostki qismida (gornda) 1,5 m. ga ycladi. Chunki u yerda harorat eng yuqori bo'ladi. Pechning ostki qlsmi o'txonasi (gorn) keng bo'lib, diametri 12-16 m. gacha bo'ladi. Yuqori qismi esa torayib ketgan, konussimon. Pechning bunday tu/ulishi shixtaning bir tekisda pasta tushishini, gaz oqimining pechning butun hajmida teng taqsimlanishini taminlaydi. Tashqi tomondan pech po'lat g'ilof bilan qoplangan.



85- rasm. Domna pechining kesimi.

- 1 — to'kuvchi apparat; 2 — gaz chiqish joyi; 3 — po'lat g'ilof;  
 4,5 — qoplamasi; 6 — sovitgich; 7 — tayanch halqa; 8 — havo kiradigan joy;  
 9 — kolonna; 10 — cho'yanch chiqish joyi; 11 — shlak chiqish joyi.

Domna pechi bir necha qismlarga bo'linadi: tepa to koloshnik, o'rta qismi - shaxta, eng keng qismi - raspar, (silindirsimon) qismi - gorn, rasparni gorn bilan tutashtiru qismi - zaplechnik va gorning yuqori qismida havo puflash teshi furma, ostki qismi leshad va boshqalar.

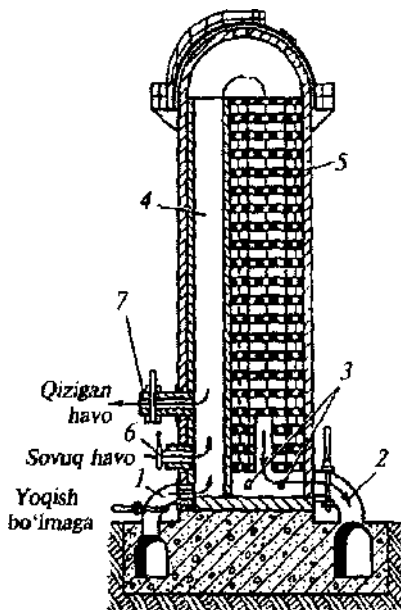
Pechning tepa qismida avtomat to'quvchi qurilma o'rnatilgan bo'lib, u xomashyoni germitik to'kish uchun xizmat qiladi va do gazlarining tashqarisiga chiqib ketishiga qo'ymaydi. Tayyorxoma' ombordan bunkerlarga kelib tushadi, keyin avtomat taroziga un skipga (skip - shixtani pechning tepasiga olib chiqib to'kuv vagoncha) keladi. Qiya o'rnatilgan ko'prikdagi relslarda *sl~'* ko'targich orqali pechning tepasiga chiqadi. Bir yo'la ikkita *s''* harakat qiladi: bittasi pech tepasiga chiqqanda, ikkinchisi, do ostiga tushadi. Skipdagi xomashyo pech tepasiga olib chiqilgach, yo'naltiruvchi qimirlamaydigan qadag'ga to'kiladi, undan qabu' qadag'iga o'tadi. Bu qadaq uni ostki qismidan yopib turuvchi kichik konus bilan birgalikda o'z o'qi atrofida aylanadi. Va konus bilan birgalikda xomashyoni to'kgach, ma'lum burchakka (600 ga ) aylanadi.

Shunday qilib xomashyo har gal domnaning bir joyga to'kilavermay, har 5-10daqiqada alohida porsiyalar shaklida qavat-qavat (bir qavat ruda, ikkinchisi flyus va uni ustida koks) pechning koloshnik qismiga to'kiladi. To'kish uchun navbat bilan awal kichik konus, pastga tushadi, keyin u yuqoriga ko'tariladi, katta konus to'shadi. Natijada pech ichida shixtaning bir joyda to'planib qolishining oldi olinadi va uni bir tekisda taqsimlanishi taminlanadi. Shixta pech ichiga sekinlik bilan tusha boshlaydi, qiziydi va qaytarila boradi. Pechning ostidan gorn qismiga furma orqali qizigan va kislorodga boyitilgan havo yuboriladi, (qarama-qarshi oqim prinsipi). Pechning raspar va zaplechnik zonalarida qaytarilgan temir, yuqori haroratli zona orqali o'tib uglerod bilan to'yinib, suyuqlanadi va gorn qismiga oqib tushadi. Gorn tagida suyuq cho'yan va shlak, qavat hosil qilib yig'iladi. Ular maxsus teshiklar orqali chiqarib olinadi. Shlak har 1 soatda, cho'yan har 4—6 soatda bir marta olinib turiladi.

Domna pechiga beriladigan havo 900—1300°C gacha regeneratordalarda (Kauperda) qizdirib yuboriladi. Kauper (bu so'z regeneratomi ixtiro etgan, Fransuz injenerining nomidan olingan)



Vriy ravishda ishlovchi Ulrsimon apparat bo'lib, (86-m) balandligi 45 m, ichining iimctri 6-9 m. Ichi o'tga Idamli g'isht bilan (shomot) plangan. Kauperning ichi Ifoqish (4) va nasadka (5) po'lmlaridan iborat, tepa qismi gumbazsimon va bo'sh bo'ladi. Domna gazlari changdan Uixminan tozalanib, tabiiy gaz bilan qo'shilib kauperning yoqish bo'lmasiga havo bilan qo'shib yuboriladi va u yerda gaz yonadi.



86- rasm. Kauper.

1, 6, 7 — gaz kirish-chiqish tuynuklari; 2 — tutun chiqish joyi; 3 — sovuq havo kirishi; 4 — yoqish bo'linmasi; 5 — nasadka bo'linmasi.

Yonishdan hosil bo'lgan issiq gazlar gumbazdan aylanib, yuqoridan pastga tomon nasadka orqali o'tadi va uni qizdiradi. Nasadka harorati 1200-1300°C ga yetgach (2-3 soatdan so'ng) gazni yoqish to'xtatiladi va tutun chiqaruvchi mo'ri (2) berkiladi. Shundan so'ng issiq nasadka orqali sovuq havo yuboriladi. Havo qizib kauperning gaz chiqish teshigidan (7) chiqadi va domna pechiga yuboriladi. Jarayonning uzluksizligini ta'minlash maqsadida har bir domna pechi yonida kamida ikkita kauper quriladi. Chunki kauperning bittasida gaz yoqilib nasatkalar qizdirilayotgan bo'lsa, ikkinchisidan esa havo o'tkazilib kauper nasadkasi sovitilayotgan bo'ladi. Domna jarayonida 1000-1300°C gacha isitilgan havoni qo'llash (haroratning har 100°C oshishida mahsuldorlikni 2% ga ko'paytirish va koks sarfini 2% ga kamaytirish imkonini beradi) domna mahsuldorligini ancha oshiradi.

Domna pechlarida suyuqlantirib olinadigan cho'yantarkibida Fe dan tashqari, 3-5,5 % C, 0,3-2,5 % Si, 0,5-6,0 % Mn, 0,08-2,2 % P va 0,03-0,12 % S saqlaydi. Ular ishlatiladigan sohasiga qarab har xil bo'ladi: 1) oq cho'yan (tarkibida uglerod sementit -  $Fe_3C$  shaklida bo'ladi va u juda qattiq bo'lib, unga ishlov berish qiyin)

po'lat olish uchun ishlatiladi; 2) kulrang cho'yan (tarkibida u grafit shaklida bo'ladi va u ancha yumshoq bo'ladi) turli xil bu\* quyish uchun ishlatiladi; 3) maxsus cho'yan (ferrosilisiy tarki 10—12 % gacha Si, oynasimon yaltiroq -12-20 % gacha Mn, fc marganets — 60—80 % gacha ushlaydi) po'lat olish uchun ishla\*

Domnadan chiqindi sifatida olinadigan shlak ham keng soh' ishlatiladi. Masalan, shlakdan sheben, graviy, shlakabeton, penza, penabeton, shlakpaxta, shlakoportlandsement va bosh ishlab chiqariladi. Yana domna gazi tarkibida 30% gacha CO, 60 N<sub>2</sub>, 10 % CO<sub>2</sub> va changlar bo'ladi. Bu gaz changlardan tozak turli maqsadlarda yoqish uchun ishlatiladi. Domnaning mi ko'rsatkichlariga uning foydali hajmidan foydalanish koeffitsien (FHFk) va koks sarfi kiradi.

Domna pechining samaradorligi, uning FHFk bilan bahola Yani 1 t. cho'yan olish uchun pechning (sutka/m<sup>3</sup> larda) qancl foydali hajmi to'g'ri kelishini ko'rsatadigan kattalik. Hozirgi FHFk kamayib 0,45-0,5 % ga, pechning foydali hajmi esa 5000 m<sup>3</sup> gacha yetkazilgan (1913- yillarda esa FHFk 2,5-3 ga, pechning foydali hajmi esa 200 m<sup>3</sup> ga teng edi). Shunday ulkan pechlarda bir yilda 4,2 mln. t. gacha cho'yan ishlab chiqariladi.

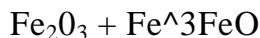
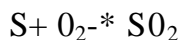
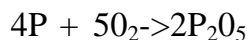
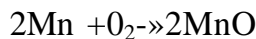
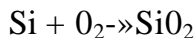
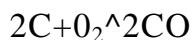
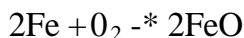
Domnaning foydali ekanligining ikkinchi ko'rsatkichi 11. cho'yan olgandasarflanadigan koksning sarfidir. Keyingi yillarda 11. cho'yanga 360-400 kg koks sarflanmoqda (1960- yillarda bu son 950 kg edi.) Hozirgi zamon foydali hajmi 2700 m<sup>3</sup> bo'lgan domnalarda bir sutkada 8600 t. tarkibida 64 % Fe bo'lgan ruda - aglomerat, 2500 t. koks, 2001 flyus, 0,6 mln m<sup>3</sup> tabiiygaz, 0,5 mln m<sup>3</sup> kislorod va 7 mln m<sup>3</sup> havo ishlatiladi, unda shuncha xomashyodan bir sutkada 5500 t cho'yan (2 mln t/yil) 1900 t shlak, 11 mln m<sup>3</sup> domna gazi ishlab chiqariladi.

Domna pechlarining bunday mahsuldorligi eng awalo yoqilg'i sifatida tabiiy gazni qo'llab koks sarfini qisman kamaytirish orqali taminlanadi. Undan tashqari domna agregatlarining birlik quwatini oshirish uni takomillashtirish, ruda tarkibida temirning konsentratsiyasini oshirish, domnaga kiritilgan gazlarni isitish va uni kislorodga boyitish, ta'sir yuzani kengaytirish, cho'yan olishdagi barcha jarayonlarni mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish, EHM larni qo'llash kabilar pech jadalligini oshirishning asosiy omillaridir.

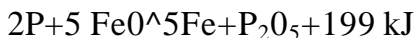
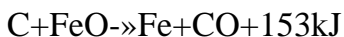
### 3- §. Po'lat ishlab chiqarish

P lat maxsus pechlarda qayta ishlanuvchi cho'yanga (oq va maxsus ho'yanga) temir-tersak (skrapa) qo'shib suyuqlantirish orqali **lnadi**. Po'lat ishlab chiqarish jarayonining cho'yan ishlab chiqarish **Jimyonidan** asosiy farqi shundaki, po'lat ishlab chiqarishda cho'yan **turkibidagi** C, Si, Mn laming miqdorini havo kislorodi bilan oksidlash yo'li orqali ma'lum miqdorda kamaytirish va S bilan P ni imkoni boricha to'liqroq yo'qotish ko'zda tutiladi. Bu qo'shimchalarning po'lat tarkibida bo'lishi maqbul emas, chunki S po'latni issiqda sinuvchan (po'lat qizdirib turib mexanik ishlaganda darz ketadi), P esa po'latni sovuqda sinadigan (odatdagi sharoitda ishlaganda mo'rtligini oshiradi) qilib qo'yadi.

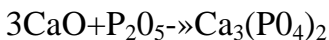
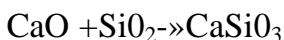
**Po'lat ishlab chiqarishda sodir bo'ladigan asosiy reaksiyalar.** Po'lat ishlab chiqarishda cho'yan ishlab chiqarishdagiga teskari reaksiya, ya'ni temirning havo kislorodi bilan oksidlanish reaksiyasi ketadi (cho'yan ishlab chiqarishda temirning oksidlaridan qaytarilish reaksiyasi ketar edi). Temir bilan bir vaqtning o'zida cho'yan tarkibidagi begona qo'shimchalar ham qisman kislorod bilan oksidlanadi hamda temirning yuqori oksidlari temir bilan qaytariladi.



Hosil bo'lgan FeO cho'yanda yaxshi eriydi va unda erigan boshqa elementlarni oksidlaydi, chunki birinchidan, temirning konsentratsiyasi katta bo'lgani uchun ko'p hosil bo'ladi, ikkinchidan, cho'yandagi qo'shimchalar (C, Si, Mn, S) temirga nisbatan kislorod bilan shiddatliroq reaksiyaga kirishadi.

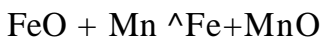
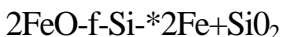


Hosil bo'lgan oksidlar:  $SiO_2$ ,  $MnO$ ,  $P_2O_5$  flyus bilan bu shlakka aylanadi. Shlakka qisman oltingugurt ham  $CaS$  shaklida o'tadi, chunki  $CaS$  suyuq metallda erimaydi.



Metall ustida shlakning hosil bo'lishi suyuq metallni kislo: bilan bevosita tasiridan saqlaydi. Ammo oksidlanish jarayoni  $FeO$  tasirida davom etaveradi (biroq sekinlashadi).

Suyuq metalldan  $CO$  ning ajralib chiqishi po'latning «*qaynash*» deyiladi. Po'lat suyuqlanmasi tarkibidagi uglerod miqdori tez analiz (ekspress analiz) usullari yordamida aniqlanadi. Suyuqlanma tarkibi talab darajasiga yetgach, ya'ni oksidlanish reaksiyalari tugagandan keyin tarkibida hali ma'lum miqdorda  $FeO$  qoladi, u po'latning sifatini buzadi. Uni yo'qotish uchun shlak pechdan chiqarib olinadi va suyuq po'latga oksidlovchilar (raskislitellar) deb ataluvchi moddalar - ferromarganets, ferrosilitsiy qo'shiladi. Marganets va kremniy temir (II) - oksid bilan reaksiyaga kirishadi.

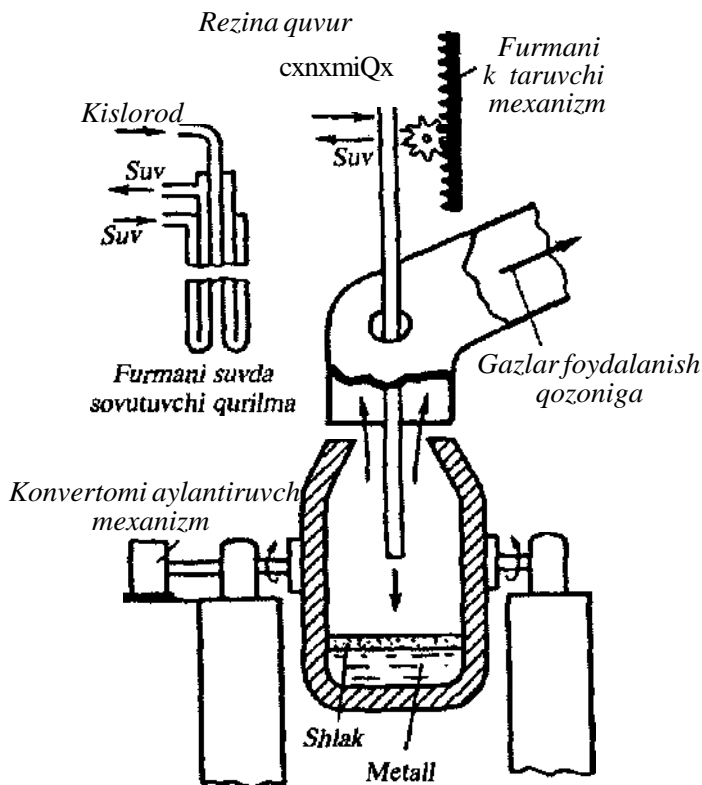


$MnO$  esa  $SiO_2$  bilan reaksiyaga kirishib, marganets silikatni hosil qiladi va u shlak sifatida chiqarib tashlanadi.  $MnO + SiO_2 \rightarrow MnSiO_3$

Po'latni suyuqlantirishning oxirgi bosqichida zarur bo'lsa, suyuq po'latga ligerlovchi elementlar qo'shiladi.

Ch yanni p latga aylantirishning bir necha usuli ma'lum. rning hammasi ham yuqorida k rib chiqilgan oksidlanish - British reaksiyasigaga asoslangan.

*Kishrod-konvertor usuli.* P latolishning konvertorusulini 1854- da ingliz olitni G. Bessemer kashf etdi (bu usulni *Bessemer usuli* m deyiladi). Bu usulda ch yanning qayta ishlab p lat olishda yan tarkibidagi q shimchalarni oksidlash jarayoni noksimon lhfklidagi katta metall qurilma - konvertorlarda amalga oshiriladi (87- KKIII). Konvertor ichi tga chidamli isht bilan qoplangan noksimon qurilma b lib, tashqi tomoni p lat bilan qoplangan ikki yon tomonidan q z almas ushlagichlarga - gorizontal qlarga mahkamlangan holda osilib turadi va uni og'zini pastga qaratib ag'darib VM yana z holiga qaytarish, ya'ni aylantirish mumkin.



87- rasm. P lat eritish uchun kislorod konvertori.

Konvertor ichiga gorizontol holda uni og'zi orqali c ishlanuvchi suyuq cho'yan va flyus - ohak yoki ohaktosh **sol** havo yoki kislorodga boyitilgan havo esa vertikal holda tepa qif - og'zidan puflanadi. Bunda yuqorida qayd qilingan oksidl reaksiyalari ketadi. Bu usulning asosiy afzalligi shundaki, u **te** usuldir. Kerakli haroratni (1700°C) saqlab turish uchun **yoq**<sup>1</sup> yoqish talab yetilmaydi, balki qo'shimchalarning oksidla ekzotermik reaksiya bo'lganligidan reaksiya issiqligidan foydalai Jarayon tugagach, konvertordan shlak ag'darib olinadi va ta,, po'lat quyib olinadi.

Bu usul, tarkibida kam fosfor saqlovchi cho'yanni qayta ishk yaroqlidir. Tarkibida ko'p fosfor saqlovchi cho'yanni qayta ishl usulini 1878- yilda ingliz injeneri Tomos kashfetdi. Bu usulda po' l olish konvertorining ichi asosli xossaga ega bo'lgan o'tga chidi materiallar (dolomidli g'ishtlar) bilan qoplangan bo'ladi. Bu usul yuqori harorat asosan fosforming oksidlanishidan hosil bo'ladi hosil bo'lgan shlak tarkibida fosforni ( $\text{Ca}_3(\text{P}_4)_2$  shaklida) **ko'p** ushlagani uchun maydalanib, tomosshlak nomi bilan fosforli o'g'it sifatida ishlatiladi.

Har ikkala konvertor usulning asosiy kamchiligi po'lat eritishda po'lat cho'yanga temir-tersak qo'shib bo'lmasligidadir hamda hosil bo'lgan po'lat tarkibida anchagina azotni o'ziga eritib oladi, natijada uning sifati buziladi (bunday po'lat eskirgach, ya'ni vaqt o'tishi bilan uning elastikligi kamayib mo'rt bo'lub qoladi).

1951- yilda Avstriyada kislorod — konvertor usulining toza kislorodli turi kashf etildi. Bu usul ham Bessemer usuliga o'xshaydi. Asosiy farqi shundaki, bu usulda havo o'rniga toza kislorod (99,5 %) 0,9—1,4 MPa bosim bilan furma orqali puflanadi va furma suv bilan sovutilib turiladi. Kislorod katta bosim ostida suyuq cho'yanga puflangani uchun cho'yan orasidan o'tib uni qo'zg'aydi va shlak bilan aralashishini taminlaydi. Toza kislorod bo'lgani uchun bu usulda oksidlanish reaksiyasi jadal ketadi, bu holat konvertorga temir-tersak, ruda va flyus qo'shish imkonini beradi. Konverdorda po'latning cho'yanga aylanish jarayoni 35-40 daqiqada tugallandi. Hajmi 100 tonnali kislorod konvertorining balandligi 8 m, diametri 4 m, unda po'lat suyuqlantirilib olish jaryoni 45 daqiqa davom etadi. Shunday pechning mahsuldorligi 750 ming t/yilga teng.

*Marten usuli.* Bu usul 1864- yilda fransuz injeneri P. Marten onidan kashf etildi. Marten pechi (50- rasm) ikki qismdan: nna va regeneratordan tuzilgan. Pech tepa qismi, vanna usti mbazi, vanna, old orqa va yon devorlaridan iborat. Vannaning hki devorlari o'tga chidamli g'ishtlardan yasalgan. Pechning oldingi tfevorida 3-4 ta metall kiritish tuynuklari bo'ladi. Shixta - cho'yan, temir-tersak va flyus shu yerdan pechga solinadi. Pechning orqa devorida OKI po'lat chiqariladigan teshiklari bo'ladi. Tayyor bo'lgan po'lat nhu teshiklardan chiqarib olinadi. Vannaning ikkala yon tomonida yoqilg'i va havo keladigan hamda yonish mahsulotlari chiqib kctadigan 4 ta kanal regeneratordari bo'lib, ularning ichi o'tga chidamli g'ishtdan yasalgan nasadka bilan to'lg'azilgan.

Havo va yonuvchi gazlar regeneratorda qizdirib olinadi. Bir juft rcanerator orqali yoqilg'i yonishida hosil bo'lgan issiq gazlar (1600°C) o'tkaziladi. Natijada regenerator devorlari (nasadka qattiq qiziydi). So'ngra gazlar oqimining yo'nalishi o'zgartiriladi. Yani qizdirilgan regeneratordar orqali havo yonuvchi gaz, qizdirilmagan ikkinchi juft regenerator orqali esa yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar o'tkazaladi. Pechda harorat 1700—1750°Cgacha ko'tariladi, chunki marten pechida kislorod konvertoridan farq qilib, havo (kislorodga boyitilgan havo) suyuq cho'yan orqali emas, balki uning ustidan o'tadi. Shu boisdan uning yuzasida bo'lgan qo'shimchalargina oksidlanadi.

Suyuqlantirilgan massaning ichida esa qo'shimcha elementlarning oksidlanishi temir-tersakda bo'ladigan temir (II) oksid hisobiga boradi. Suyuq po'latni chiqarib olishdan ilgari zaruriyatga qarab ligerlovchi elementlar qo'shiladi. Marten pechida xomashyo qayta ishlanuvchi cho'yan, temir-tersak, yuqori sifatli temir rudasi va flyus hisoblanadi. Natijada xomashyo sifatida cho'yanning miqdorini 40-60 % gacha kamaytirish imkoniyati tug'iladi. Buholat, po'lat ishlab chiqarishni cho'yanga nisbatan ancha ko'paytirish imkoniyatini beradi. Hajmi 500 tonnali marten pechinning (bir marta suyuqlantirganda 5001. po'lat tayyorlab beradi) uzunligi 16 m, eni 6 m, vannasidagi suyuq po'lat va shlak qatlamining qalinligi 1,2 m. Shunday pechning mahsuldorligi 300 ming t/ yilga teng bo'ladi.

Marten usulining afzalligi shundaki, bu usulda cho'yanni po'latga aylantirish jarayonini nazorat qilib turish va har xil markaU po'latlar

olish mumkin. Ammo marten usulini kislorod konvertor u taqqoslanadigan bo'lsa, anchagina kamchiliklarga ega. M yuqorida aytilganidek, konvertor usulida po'lat suyuqlantirib jarayoni 35—45 daqiqa davom etsa, eng takomillashgan m pechida esa bu jarayon 6—8 soat davom etadi. Mahsuldorligi b bo'lgan kislorod konvertor sexini qurilishi uchun marten s nisbatan 25—35 % kapital mablag' kam sarflanadi va olina po'latning tannarxi ham 5—7 marta arzonga tushadi, Shuning u ham hozirgi paytda po'lat olishning Marten usulida zavod q-to'xtatilgan. Eskilarining samaradorligi turli yo'llar bilan oshirilm Masaian, pechga kiritiladigan havo 30% gacha kislorodga boyit qo'llanilmoqda, ikki vannali Marten pechlariga almashtirilmoq yoqilg'i sifatida gazdan foydalanilmoqda va hokazo.

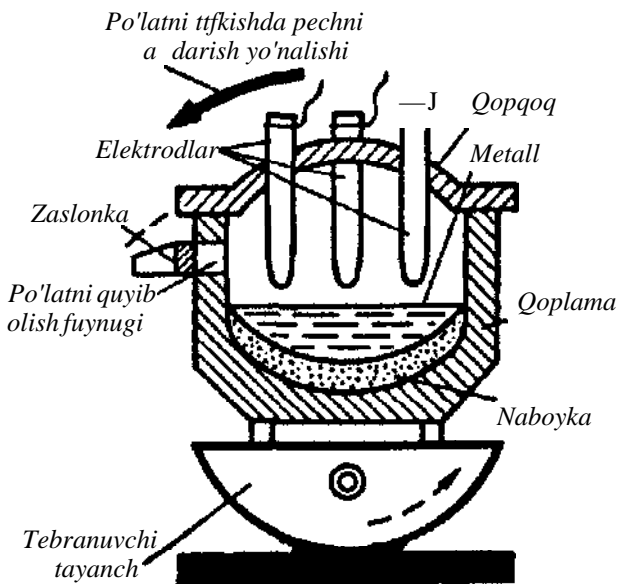
**Elektr pechlarda po'lat ishlab chiqarish.** Po'lat ishla chiqarishning ancha takomillashgan usuli bu uch fazali elektr yo pechlarida po'lat olishdir (bu usul 1880- yildan beri ma'lum). Ela<sup>f</sup> pechlarida amalay jihatdan olganda har qanday nav po'lat oli mumkin.

Unda haroratni boshqarish oson, oksidlanish, qaytarilish yoki neytral muhit yaratish mumkin. Shuning uchun ham eng kam zararli qo'shimchalar saqlovchi po'lat olish mumkin. Uning harorati yuqori bo'lganligi (2000°C gacha elektr yoy usulida hosil qilinadi) uchun unda suyuqlanish harorati yuqori bo'lgan (xrom, marganets, nikel, molibden, volfram, vanadiy va boshqalar.) ligerlovchi metallarni istalgan miqdorda qo'shib maxsus ligerlangan po'latlarni olish mumkin. Elektr pechlarini qurish Marten pechlarini qurishga qaraganda ancha arzonga tushadi.

Respublikamizdagi yagona Bekobod po'lat ishlab chiqarish zavodi elektr pechlarida po'lat olishga asoslangan, u zavod 1944-yildabirinchi bor po'lat ishlab chiqara boshladi (unda har yili 30 ming t. po'lat eritib olinar edi). 1977- yildan boshlab har birining qudrati 250 ming t/ yilga teng bo'lgan beshta elektr pechi o'rnatila boshlandi. Hozirgi kunda u 1 mln 250 ming t/yil po'lat eritib bormoqda. Bu pech 120-250 voltli o'zgaruvchan tokda ishlaydi. Pechning tashqi tomoni po'lat g'ilof bilan, ichki qismi esa o'tga chidamli magnezitli g'ishtlar qoplangan, gumbaz qismi esa xrommagnezitli g'ishtlardan qilingan, ostki qismi esa beshik oyog'iga o'xshashli bo'lib, tebranib



Ushbu moslashtirilgan, unda eritilgan po'lat va shlakni to'kishgacha Ig'darilishi mumkin. Gumbaz qismiga elektrodlar o'rnatiladi (88-IBsm). Shu elektrodlar va metall shixta yoki suyuq metall orasida elektr yoyi hosil bo'ladi.



**88-rasm.** Po'lat eritish uchun elektr yoy pechi.

Bunday pechda 11. po'lat olish uchun 400—1000 kvt/s elektr energiyasi sarflanadi. Suyuqlantirish jarayonini jadallash uchun toza kislorod ishlatiladi. Uning xomashyosi temir-tersaklardir.

Po'lat ishlab chiqarishning istiqbolli usullardan yana bin elektron nurlanishi yordaniida po'lat ishlab chiqarish usulidir. Bu usul o'ta toza po'lat olish imkonini beradi. Unda po'lat suyuqlantirish yuqori vakuumli pechlarda (0,133 MPa) olib boriladi. Bunda xomashyoga elektron oqimi yuborilganda metallning qattiq sirtiga elektron oqimi kelib urilganda kinetik energiyaning issiqlik energiyasiga aylanishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik po'latni suyuqlantiradi.

Hozircha laboratoriya usuli bo'lib turgan plazma holatiga keltirilgan ruda yoki temir-tersaklardan juda yuqori haroratda po'lat olish o'ta

istiqbolli usul deb qaralmoqda. Bu usulda domnalar ha konvertorlar ham, elektr pechlari ham kerak bo'lmaydi. Biroq usulning juda katta energiya sarflashga asoslanganligi, uni ishli chiqarishgajoriy etishga to'siq bo'lib turibdi.

Po'lat qo'llanish sohasiga qarab ikkiga: instrumental (t asboblari, uskunalar, har xil qurollar yasash uchun) va ma (zanglamaydigan o'tga chidamli va boshqalar) po'latlaiga bo'linadi; Tarkibiga qarab ham ikkiga: uglerodli va ligerlangan po'latlar bo'linadi. Uglerodli po'latlarning xossasini belgilovchi eng muhim komponenti uglerod bo'lib begona aralashmalari esa (0,3-0,8 % Mn, 0,2-0,4 % Si, 0,005 % gacha P va 0,04 % gacha S) uning xossalariga sezilarli ta'sir etmaydi. Bu po'lat tarkibidagi uglerodning miqdoriga \* qarab kam uglerodli (0,25 % gacha C), o'rtacha uglerodli (0,25 dan ta 0,6 % gacha C) va ko'p uglerodli (0,6 % C dan ko'p) po'latlarga bo'linadi. Kam uglerodli po'latdan u plastik bo'lganligi uchun bug\* qozonlari, turli qalinlikdagi tunukalar, yumshoq simlar va boshqalar tayyorlanadi, o'rtacha uglerodlisidan relslar, qalin tunukalar, simlar, quvurlar va boshqalar tayyorlanadi, ko'p uglerodlisi asbobsoz po'lat bo'lib, turli tuman asbob-uskunalar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Ligerlangan po'latlar tarkibida ugleroddan tashqari maxsus ligerlovchi elementlar, masalan: W, V, Cr, Mo, Ni va boshqalar ushlaydi. Ulardan ayniqsa, xrom keng qo'llaniladi. Ozgina (1-1,5 %) qo'shilgan xrom ham po'latning qattiqligi va mustahkamligini uglerodli po'latga qaraganda keskin oshiradi va bunday po'lat avtomashina va traktorlarning turli qismlari, sharikopodshipniklar tayyorlash uchun ishlatiladi. Agar 12-17 % gacha xrom qo'shilsa, bunday po'lat zanglamaydi, 25-28 % gacha xrom qo'shilsa, po'lat o'tga chidamli bo'ladi. Agar unga xromdan tashqari yana nikel ham qo'shilsa xromanikelli po'lat (1,5 % gacha Cr va to 4 % gacha Ni) yuqori plastiklikka ega bo'ladi, mo'rtligi keskin kamayadi.

Shuning uchun ham bunday po'lat porshenlar, tishli uzatgichlar (shesternalar) dvigatel vallari va boshqalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Zanglamaydigan po'latdan (17-20 % gacha Cr va 10 % Ni) samolyot qismlari kimyo sanoati apparatlari, oshxona idishlari, pichoqlar, qoshiq-vilkalar va shu kabilar tayyorlanadi. O'tga chidamli po'lat (15-25% gacha Cr va 15-27% gacha Ni) esa gaz trubinalari, reaktiv va raketa dvigatellari va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Xrom molibdenli va xrom vanadiyli po'latlar (molibden va vanadiylar O'gina qo'shilsa ham) yuqori harorat va yuqori bosimda ham o'z mustahkamligini saqlab qoladi.

Bunday po'latlar maxsus sharoitlarda ishlovchi apparatlar (sintez kolonnalari, rektorlar, kompressorlar, quvurlar va boshqalar) tayyorlashda ishlatiladi. Xrom volframli po'latlar (4-5 % Cr, 9-19 % W) keskir, qattiq va issiqlikka chidamli bo'lib, kesuvchi asboblarda, apparatlar tayyorlash uchun sarflanadi. Marganetsli po'latlar (8-14 % Mn) urilishga-zarbaga juda chidamli bo'lib, undan maydalagichlar, tegirmonlar, temir yo'l va tramvay strelkalari, krestovinalari tayyorlanadi.

Po'lat navlari shartli ravishda son va harflar bilan belgilanadi. Harf oldidagi son po'lat tarkibidagi uglerodning yuzdan nechadir foiz ulishini ko'rsatadi. Harflar ligerlovchi element borligini (ular X — xrom, M — molibden, N — nikel, G — marganets, V — volfram, F — vanadiy, T — titan, bilan belgilanadi) ko'rsatadi. Agar ligerlovchi element 1 % dan ortiq bo'lsa, u holda tegishli harf oldiga ligerlovchi elementning foiz ulishini ko'rsatuvchi son qo'yishadi. Masalan, 20 X N 2V navli po'lat bo'lsa, uning tarkibida 0,15-0,25 % uglerod, 2 % ga yaqin nikel, xrom va volfram 1 % dan kamligini ko'rsatadi.

#### **4- §. Poiatga termik va kimyoviy ishlov berish**

Termik ishlov berish po'lat texnologiyasida muhim operatsiya bo'lib, bunda yuqori haroratda qizdirilib, so'ngra kerakli tezlikda sovitish yo'li bilan strukturasi va xossalari keskin o'zgartiriladi. Termik ishlov berishning har xil turlari bo'lib, muhimlari toblash vabo'shatishdir.

O'rtacha uglerodli va ko'p uglerodli asbobsoz po'latlarga qattqlik berish uchun toblanadi. Buyum va asbob yuqori haroratda qizdiriladi, so'ngra neft moylariga tushurilib tez sovitiladi. Bunda uglerodning *Y* - temirdagi qattiq eritmasi (austenit), o'ta to'yingan *a*- temirning qattiq eritmasiga (bu xildagi aylanish fazasiga martensit deyiladi) aylanadi. Martensit juda qattiq vamo'rtbo'ladi. Mo'rtligini yo'qotish va qattqligini saqlab qolish uchun, po'lat buyum bo'shatiladi. Buning uchun u yana qayta 200~500°C gacha qizdirilib va yana sovitiladi.

Bunda martensit qisman parchalanadi va parchalanish mahsul (sementit va ferrit) bilan mayin dispersli aralashma hosil **qiladi**,\*

Po'latga mexanik ishlov berganda hosil bo'luvchi **ic** kuchlanishni yo'qotish hamda yirikroq zarrachali barqaror strukt hosil qilish uchun po'lat (buyum) bo'shatiladi. Buning uchun **y** uni toblash haroratigacha qizdirilib so'ngra sekin sovitiladi. **Bun** po'latdagi barcha aylanishlar jarayoni to'liq kechadi.

Po'latga kimyoviy ishlov berilganda uning faqat yuza qismidagij o'zgarish sodir bo'ladi, ichki qismida o'zgarish bo'lmaydi. **Po'la** yuzasining tarkibi va fizik xossalari o'zgaradi. Po'lat yuzasi **yetari** darajada qattiq va yedirilishiga chidamli bo'lishi uchun, semen' tatsiyalanadi yoki azotirlanadi. Sementatsiyalash bu po'lat yuzasini uglerod bilan to'yintirib uni sementitga aylantirishdir. Buning uchun tayyor buyum metan gazi atmosferasida yoki yog'och ko'miri, soda va potashdan iborat qattiq aralashma ichida qattiq qizdiriladi.

Azotirlash bu po'lat yuzasini azot bilan to'yintirishdir. Bunda azot temir va uning tarkibidagi ligerlovchi elementlari bilan birikib, qattiq nitratlar hosil qiladi. Azotirlash uchun po'lat buyum, ammiak atmosferasida 500—600°C haroratda qizdiriladi. Natijada ammiakning dissotsiyalanishidan hosil bo'lgan azot po'latga diruziyalanib birikadi va po'lat yuzasida 0,5—2 mm, qalinlikdajuda qattiq nitratlar qavagini hosil qiladi. Po'lat buyumlarni issiqlikka chidamli qilish uchun uning yuzasi aluminiy bilan to'yintiriladi. Bujarayonalitirlash deb ataladi. Buni amalga oshirish uchun po'lat buyum ferroaluminiy kukunida qizdiriladi.

## 5- §. Aluminiy ishlab chiqarish

Rangli metallar ichida qo'llanish ko'llamining kengligi va ishlab chiqarish hajmi jihatidan aluminiy birinchi o'rinni egallaydi. Alyuminiy yengil ( $p = 2,7 \text{ g/sm}^3$ ), oson suyuqlanuvchi (s.t. — 660°C), kukunsimon oq, yumshoq, yaltiroq metall, 2500°C da qaynaydi. Elektr tokini juda yaxshi o'tkazadi. U juda plastik bo'lib, undan simlar, tunika hamda yupqa aluminiy qog'ozlari (folgalar) yasash mumkin.

**Olinishi.** Aluminiyni 1886- yilda M. Charlz, Xol (AQSh) va Pol Eru (Fransiya) bir-biridan xabarsiz holda  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan elektroliz

qilib olish usulini ishlab chiqdilar. Shu usulga binoan aluminiy, (luminiy oksidi ( $Al_2O_3$ ) bilan kriolit ( $Na_3AlF_6$ ) aralashmasi luyuqlanmasini elektroliz qilib olinadi. Aluminiy oksidini (glinozyomni) olish uchun aluminiyning turli rudalari; boksit, nelelin, alunit, kaolin va boshqalar ishlatiladi.

*Boksit* - tog' jinsi bo'lib, tarkibida 32- 60 % (massa bo'yicha ) gacha turlichagidratlangan aluminiy oksidi  $Al_2O_3 \cdot H_2O$ ;  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  saqlaydi, yana 2 - 20 % gacha kremniy oksidi -  $SiO_2$  temir, titan marganets, kalsiy, magniy oksidlari vaboshqalarni saqlaydi. Uning yirik konlari Rossiya va Qozog'istonda joylashgan, O'zbekistonda ham lining konlari bor. Boksitli konlar Farg'ona vodiysida, Boysunda va Karmana tog'larida joylashgan ( o'rtacha sifatli konlariga Jaloyir, Nurota, Qizilbo'loq, Qizilqumdagi Oqtov konlarini ko'rsatish mumkin). Nefelin bu ishqoriy alumosilkat bo'lib,  $(Na,K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  - minerali shaklida yoki apatit - nefelinli rudalar shaklida uchraydi. Keyingisidan fosforli o'g'it olish uchun qayta ishlanib apatitli konsentrat olinadi. Qolgan chiqindisi — qoldig'i flotatsiyalanib nefelinli konsentratga (tarkibida 30 % gacha  $Al_2O_3$  saqlaydi) aylantiriladi.

*Alunit* -  $(Na,K)_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$  rudasi tarkibida 20 % - gacha  $AlP^{\wedge}$  saqlaydi. O'zbekistonda alunit koni Ohangaronda joylashgan.

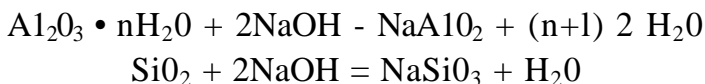
*Kaolin* -  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  rudasi toza holda kam uchraydi, tarkibida asosan, qum va boshqalar bilan ifloslangan holda keng tarqalgan sarg'ish, qo'ng'ir rangli bo'ladi. Kaolin koni O'zbekistondagi Angerenda - Oltintov va Bukatovdadir.

Ruda tarkibiga qarab glinazyomni ( $Al_2O_3$ ) ajratib tozalab olish uchun ishqoriy, kislotali va elektrotermik usullardan foydalaniladi.

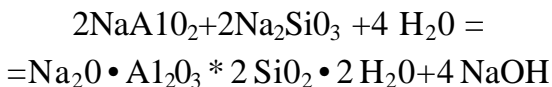
*Hoiishqoriy usul*, 1886-yilda Rossiyada K. I. Bayertomonidan kashf etilgan bo'lib, Bayer usuli ham deyiladi. Bu usul ruda tarkibidagi  $Al_2O_3$ ni ishqor bilan eritib eritmani erimaydigan qo'shimchalardan ajratib olishga asoslangan. Bu usulda 5 % gacha  $SiO_2$  saqlovchi boksitni qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, bundan ortiqbo'lsa, anchagina  $Al_2O_3$  va NaOH yo'qotiladi.

Bu usulda aluminiy oksidini olish to'rt bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichi xomashyoni tayyorlash. Bunda boksit dag'al maydalanadi va sharli maydalagichda ishlatilgan ishqor eritmasi

ishtirokida yana maydalanadi (suyuqlikda maydalanadi) kukun ho keltirilib suspenziya hosil qilinadi. Ikkinchi bosqich boksitni erit<sup>J</sup> Bu bosqichda boksit suspenziyasi ishlatilgan natriy aluminatli eritm (aluminatli eritmada oksidga hisoblanganda 300 g/l Na<sub>2</sub>O bo'ladi). 6 soat mobaynida avtolavda 0,4-1,5 MPa bosimda issiq suv bil 150-200°C qizdiriladi. Boksit ishqor ta'sirida eruvchan birikma aylanadi. Reaksiya jarayonida boksit tarkibidagi glinozyom v kremnezyom eritmaga o'tadi:



Pulpa avtoklavdan olinadi, yuvuvchi suv bilan suyultiriladi (Na<sub>2</sub>O ning konsentratsiyasi 150 g/l bo'lguncha suyultiriladi). Natijada erimay qolgan qo'shimchalar qizil shlam (qo'shimchalar tarkibidagi temir oksidi unga qizil rang beradi) tarkibiga kirib, uning cho'kishini tezlashtiradi. Bundan tashqari, hosil bo'lgan natriy aluminatning NaAlO<sub>2</sub> bir qismi natriy silikat — Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> bilan o'zaro ta'sirlashib, erimaydigan natriy alyumosilikatga aylanadi:



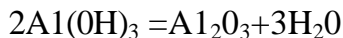
Alyumosilikat cho'kmasi qizil shlam bilan birga tindirgichlarda so'ngra filtr eritmalaridan ajratiladi. Cho'kma suv bilan yuviladi, filtrat (yuvuvchi suv) esa pulpani suyultirishga yuboriladi.

Ba'zan boksitni ishqorda eritishdan oldin boyitiladi, masalan, boksit tarkibidagi qum, tuproq kabi aralashmalar suv bilan yuviladi. Natijada boksit tarkibidagi begona aralashmalar ancha kamayadi. Uchinchi bosqich, qayirish (vikruchivaniye) deyilib, unda to'xtovsiz aralashtirib turgan holda, 60-90 soat mobaynida suyultirilgan natriy aluminat eritmasining asta-sekin 60° dan 40° gacha sovitish yo'li bilan parchalantriladi. Eritmadan natriy aluminatning gidrolizi reaksiyasi natijasida aluminiyning 50% ga yaqin qismi Al (OH)<sub>3</sub> ko'rinishida cho'kmaga tushadi.



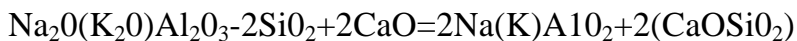
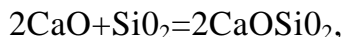
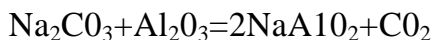
Qayirish oldidan eritmaga toza cho'ktirib olingan kristallaridan qo'shiladi. U qo'r vazifasini o'taydi, ya'ni  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yaxshi filtrlanadigan shaklida tez cho'kishini taminlaydi. Pulpa tindirgichda lindiriladi va barabanli vakuum - filtrda filtrlanadi. Tarkibida gidrolizlanmay qolgan  $\text{NaAlO}_2$  va  $\text{NaOH}$  saqllovchi filtrat -qo'r critma (matochniy rastvor) bug'lantiriladi. Boshlang'ich konsentratsiyaga (tarkibida  $\text{Na}_2\text{O}$  ning miqdori 30 g/l bo'iguncha) kelguncha  $\text{NaOH}$  qo'shiladi va boksitni suyuqlikda maydalash va critish uchun yuboriladi.

To'rtinchi bosqich kuydirish - kalsinatsiya. Bunda olingan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi aylanuvchi barabanli pechlarda suyuq yoki gaz yoqilg'ilaryoqilib  $1200^\circ\text{C}$  haroratda kuydiriladi-kalsinatsiyaladi.

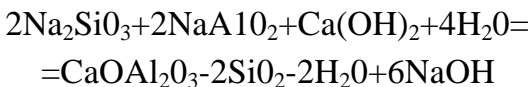


Natijada tarkibida 0,06-0,15 % gacha  $\text{SiO}_2$  saqllovchi juda toza aluminiy oksidi-gilinozyom olinadi.

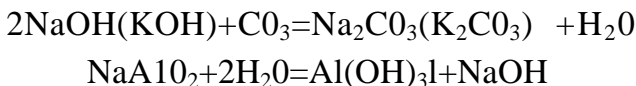
*Quruq ishqoriy usui* Amalda har qanday miqdorda va har qanday birlikma shaklidagi aluminiy saqllovchi ashyolarni qayta ishlashga yaroqli hisoblanadi. Shu jumladan tarkibida  $\text{SiO}_2$  ko'p bo'lgan boksit va nefelin rudalarini ham qayta ishlashga yaroqli. Bu usulda boksit ohaktosh va tarkibida soda saqllovchi qo'r eritma hamda oq shlam (alyumosilikat) bilan aralashtiriladi. Ular shunday nisbatlarda aralashtiriladiki, bunda 1 mol  $\text{Al}^1$  va 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ga bir 1  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hamda 1 mol  $\text{SiO}_2$  ga 2 mol  $\text{CaCO}_3$  to'g'ri keladi. Shunday nisbatlarda aralashtirib tayyorlangan shixta sharli maydalagichlarda yaxshilab maydalaniladi. So'ngra hosil bo'lgan suyuq pulpa forsunka orqali aylanuvchi barabanli kuydirish pechiga (pechning uzunligi 150 m, diametri 5 m) solinadi. Shixta navbat bilan pechni quritish, parchalash, zarrachalarning bir-biriga yopishib yaxlitlanish va nihoyat sovush zonalari orqali o'tadi. Yaxlitlanish (yopishish) jarayoni asosiy bosqich bo'lib,  $1000-1200^\circ\text{C}$  haroratda boradi.



Bu reaksiyalarning tezligi yuqori haroratda kalsiy aluminat alyumosilikatlar hosil bo'lishi reaksiyasi tezligidan ancha katta Kremnezyomning ozroq qismi  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  shaklida, temir oksidi  $\text{Na}_2\text{O}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  shaklida bog'lanadi. Hosil bo'lgan spyok (suyuqli bir-birisiga yopishgan aralashma) maydalaniladi va ishlatiladi kuchsiz ishqor eritmasi bilan aralastirilib turgan holda ishlov be~ Natijada natriy aluminat va qisman natriy silikat eritmaga o'ta Kremniyni butunlay yo'qotish uchun (kremniysizlash uchu eritmaga ohakli suv qo'shiladi va avtoklavda  $150-160^\circ\text{C}$  harorat qizdiriladi.



Hosil bo'lgan oq shlam (alyumosilikat) cho'kmaga tushadi. Cho'kma tindirish va filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi. Filtrat (eritma)ga esa spyoklash vaqtida hosil bo'lgan tarkibida 10-14 %  $\text{CO}_2$  saqlangan tutun gazi bilan ishlov beriladi. Bunda natriy gidroksidi neytrallanganligi uchun, natriy aluminati gidrolizlanadi. Hosil bo'lgan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmaga tushadi.



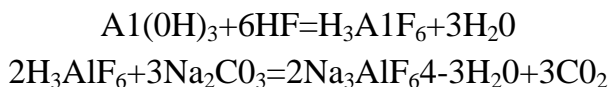
Bu usulda  $\text{NaOH}$  ( $\text{KOH}$ ) ni to'xtovsiz neytrallab turilishi sababli eritma holdagi aluminatni parchalash, Bayer usuliga qaraganda ancha tez va to'liqroq bo'ladi.

*Yopishish usulida* gliozyom-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ning unumi 80 % ga etadi. Ishqoriy ho'l usulda esa 55% bo'ladi. Bundan tashqari ancha arzon reagentlar:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  va  $\text{CaO}$  qo'llaniladi. Gliozyomning tan narxini chiqindilarini qayta ishlash yo'li bilan yanada arzonlashtirish mumkin. Buning uchun aluminiy gidroksid cho'kmasi filtrlab olingach, qolgan filtrat tarkibida (agar xomashyo sifatida nefelin minerali olingan bo'lsa), natriy va kaliy karbonatlarini saqlaydi. Ular kristallanib filtratdan ajratib olinadi. Qolgan qismiga shlamga ohaktosh qo'shib qayta ishlash yo'li bilan uni portlandsementga aylantiriladi.



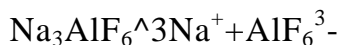
11.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  olganda chiqindisidan qo'shimcha 1 tonnaga yaqin soda va potash, 7—8 tonna sement olinadi. Ishlab chiqarishda biror chiqindining bo'lmasligi bu usulni juda samarali ekanligidan dalolat beradi. Bu usul xomashyoni kompleks foydalanishga yaqqol misol bo'laoladi.

Aluminiy oksidini vodorod yoki biror metall bilan qaytarib olib boimaydi. Uglrod esa  $2100^\circ\text{C}$  haroratdagina qaytara boshlaydi, ammo hunday haroratda u aluminiy karbid hosil qiladi. Toza aluminiy oksidi olcktr tokini o'tkazmaydi.  $2050^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Shuning uchun ham  $\text{Al}_2\text{O}_3$  suyuqlanish haroratini pasaytiruvchi hamda elektr o'tkazuvchanlik xossasini oshiruvchi qo'shimchalar qo'shmay turib amalda elektroliz qilib bo'lmaydi.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ni yaxshi eritadigan va uning suyuqlanish haroratini keskin kamaytiradigan modda sifatida kriolitdan  $\text{Na}_3\text{AlF}_6(3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3)$  foydalaniladi. Kriolit tabiatda kam tarqalgan. Shuning uchun ham uni aluminiy gidroksidiga plavik kislotasi va soda qo'shib sun'iy yo'l bilan olinadi:



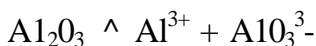
Kriolit  $1000^\circ\text{C}$  ga yaqin haroratda suyuqlanadi. Unda 8-10 % aluminiy oksidi eriydi. Nazariy jihatdan ularning evtetik aralashmasi tarkibi 10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va 90 %  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  bo'lib, bunday aralashma  $962^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Ishlab chiqarish sharoitida esa shixta, ya'ni aralashma tarkibi 8-10 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va 90-92 %  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  dan iborat bo'ladi. Shixtaning suyuqlanish harorati  $980^\circ\text{C}$ - $1000^\circ\text{C}$ . Bunday aralashmaning elektr o'tkazuvchanligini oshirish hamda kriolit tarkibidagi dissotsiyalangan  $\text{AlF}_3$  ning o'rnini to'ldirish, ya'ni kompensatsiyalash uchun elektrolitga  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{CaF}_2$  va  $\text{MgF}_2$  lar qo'shiladi.

Suyuqlanmada kriolit ionlariga dissotsiyalanadi. Shuning uchun ham u elektrni yaxshi o'tkazadi:

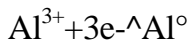


Hosil bo'lgan  $\text{AlF}_6^{3-}$  ioni  $\text{Al}^{3+}$  va  $\text{F}^-$  ionlariga qisman ajraladi. Elektroliz inert elektrodalarda (uglerodli) olib boriladi. Elektrolizyorning ostida presslangan ko'mir bloklar qo'yilgan bo'lib, katod vazifasini bajaradi. Aluminiydan yasalgan ichi ko'mir briketi bilan

to'latilgan karkaslar elektrolizyorning yuqori qismiga o'rnatilgari bo'lib, anod vazifasini bajaradi. Suyuq  $Al_2O_3$  ionlarga ajraladi.



Katodda birinchi navbatda  $Al^{3+}$  qaytariladi (normal potentsiali \* 1,66 V):



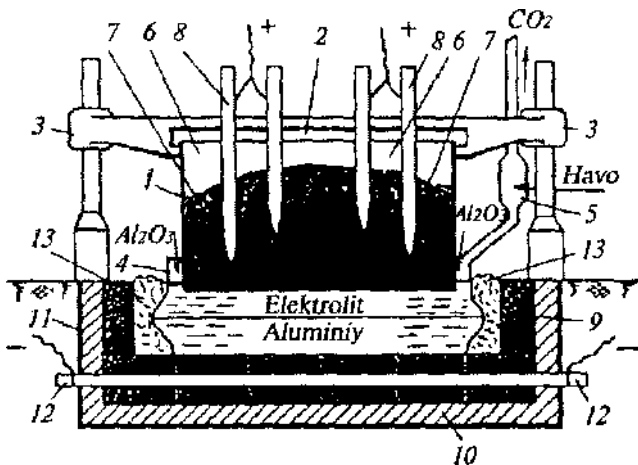
Anoda esa  $AlO_3^-$  va  $AlO_3^-$  ionlari zaryadsizlanadi.



Ajralgan  $O_2$  anod ko'miri bilan birikib qo'shimcha reaksiyalarga sabab bo'ladi. Natijada anoddan chiqadigan gaz tarkibida  $O_2$  dan tashqari  $CO$  va  $CO_2$  ham bo'ladi. Katodda ajralgan  $Al$  metalining zichligi ( $\rho=2,73g/sm^3$ )suyuqlanmanikidan ( $\rho=2.35g/sm^3$ ) katta bo'lganligi uchun elektrolizyorning ostida to'planadi.

Ishlab chiqarishda kuydirilgan yoki o'zi kuyuvchi anodli elektrolizyorlar qo'llaniladi (89- rasm). Eni 3 m , qalinligi 1 m bo'lgan po'lat kojux (qoplama)ga o'rnatilgan, anod (1) yuqori qismi anod ramasiga (2) mahkamlangan. Kojux ko'targichga (3) ulangan, uning yordamida yuqoriga ko'tarish yoki pastga tushish mumkin. Kojuxga cho'yan qo'ng'iroq (4) ham o'rnatilgan. Elektroliz paytida ajralib chiqqan gazlar glinozyom va kriolit changlari ventilyatsiya qurilmasi yordamida unda yig'iladi, So'ngra  $CO$  garelkada (5) yoqiladi.

Anodli kojuxga yuqori qismiga yarim suyuq holdagi plastik anod massasi (6) solinadi ( anod massasi kulsiz neft koksi yoki pyok koksiga pyok qo'shib tayyorlanadi). Anodning ostki qismi yonib kamayishi bilan u pastga tushaveradi va yarim suyuq massa yuqori harorat ta'sirida kokslanib, elektrni yaxshi o'tkazuvchi qattiq uglerodli anod massasiga (7) aylanadi. Tok o'tkazish uchun anodga po'lat sterjen (8) qoqiladi. Anod pastga tushgach, sterjin sug'urib olinadi va yana qaytadan qoqiladi. Elektrolizyor tashqi tomoni po'lat bilan qoplangan g'ilofdan (11), uning ustiga chidamli g'ishtdan qilingan devorlardan (10) iborat. Elektrolizyorning ostki va yon tomonlari ko'mir bloklar va plitalardan (9) iborat.



**89- rasm.** Anodga yuqoridan tok beruvchi uzluksiz o'zi quyuchi aluminiy suyuqlantirish uchun anodli elektrolizyor.

1 — anod g'ilofi; 2 — anod ramasi; 3 — ko'targichlar; 4 — gaz yig'gich;  
 5 — uglerod(II) oksidini yoqish uchun gorelka; 6 — yarim suyuq anod massasi;  
 7 — qattiq anod massasi; 8 — po'iat shtir(mixlar); 9 — ko'mir blok va plitalar;  
 10 — o'tga chidamli g'isht; 11 — elektrolizyor g'ilofi; 12 — po'iat sterjen;  
 13 — elektrolitning qotgan po'stlog'i.

Tok berish uchun bloklar orasiga po'iat sterjin o'rnatiladi. Elektrolizyor devori yaqinida va elektrolit ustida elektrolitning qotgan po'stlog'i (13) hosil bo'ladi. Bu po'sloq ham issiqlikni izolyatsiyalaydi (o'tkazmaydi) va devorni elektrolitning yemirilishdan himoya qiladi. Aluminiy oksidi har ikki daqiqada solinib turiladi. Buning uchun po'stloq teshiladi va qo'ng'iroq (4) ostidan tarnov orqali  $A \wedge$  solinadi.

Zaharli gazlar atmosferaga chiqarib yuborishdan ilgari tozalanadi, ftor birikmalari esa ushlab qolinadi. Suyuq aluminiy sutkada bir marta elektrolizyordan olinadi. Buning uchun po'stloq teshilib, u teshikka quvur tushiriladi va mana shu quvur orqali tortib olinadi va turli shakllarda qoliplarga quyulib, quymalari olinadi.

Shunday elektrolizyordalarda tok kuchi 150 ming Abo'lib, 1 sutkada 1100 kg aluminiy ishlab chiqariladi. 1 tonna aluminiy ishlab chiqarish uchun 16—20 ming kVt/s. elektr energiyasi sarflanadi. Kuchlanish 4,2—4,5 V. Tokbo'yicha unumi 85-90 %. Olingan aluminiy 99,5—99,8 % li bo'ladi, uning tarkibida asosiy begona qo'shimcha temir va kremniydir. Zamonaviy aluminiy zavodlarida elektrolizyorlar seriyalar shaklida o'rnatiladi. Harbirseriya 150 ta elektrolizyordan iborat bo'ladi.

## VIII BOB. YOQILG'INI KIMYOVY QAYTAISHLAS

### 1- §. Energetika muammolari va istiqbollari

Hozirgi vaqtda jamiyatning moddiy farovonligi darajasi **ah** jon boshiga ishlab chiqariladigan eneigiya miqdoriga qarab belgil Uylarni isitish, tezyurar transportdan foydalanish imkoniyati sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish ko'p jihatdan energiyani yetarii bo'lishiga bog'liq. Eneigetik muammolar hozirgi kunda mohr e'tibori bilan insoniyat moddiy madaniyatining yanada o'sishi **uchun** real to'siq bo'lib qoladi.

Energetikaning rivojlanish istiqbollariga noto'g'ri baho berish natijasida ahvol mushkullashdi. Birinchidan, qazib chiqariladigan yoqilg'i (ko'mir, neft, gaz) zaxiralari shu ma'noda bitmas-tuganmas deb taxmin qilinganki, yangi konlarning ochilishi yoqilg'ining sarflanishidan anchagina oshib ketgan. Ikkinchidan, dastlabki atom reaktorlari muvaffaqiyatli ishga tushirilgandan keyin atom energetikasi yaqin vaqt ichida boshqa energetik manba'larning o'rnini bosadi deb taxmin qilingan. Bu ikkala taxmin (prognoz) noto'g'ri bo'lib chiqdi. Afsuski, mutaxassislar tabiiy yoqilg'ining umumiy zaxiralarini emas, balki ularni qazib chiqarishning muhimligini juda kech tushunib etdilar,

Tabiiy yoqilg'ini qazib olish darajasi texnologiya bilan belgilanadi. Masalan, ko'mir qazib chiqarishning mavjud texnologiyasida jahondagi ko'mir zaxiralarining atigi 1/4 qismini qazib chiqarsa bo'ladi.

Energetik muammolar energetika, shu jumladan, atom energetikasining rivojlantirish ekologik oqibatlariga yetarlicha baho bermaslik tufayli yanada qiyinlashadi. Shunday qilib, energetika muammolari energetik resurslarining yetishmasligida emas, balki jamiyatning energiyani iqtisodiy va ekologik jihatdan oqilona usulda olishga layoqatsizligidan iborat. Aholining turmush darajasining o'sib borishi, energiyaga bo'lgan ehtiyojning ortib borishiga olib keladi.

Butun dunyoda energiya iste'moli jadal sur'atda o'sib bormoqda, bu o'sish texnika taraqqiyoti, sanoatning rivojlanishi hamda aholining ko'payishi bilan yanada tezlashadi. XX asrning boshlarida dunyoda

energiyaga bo'lgan talab har 50 yilda ikki barobar oshgan bo'lsa, hozirgi paytda esa 15-20 yilda ikki barobar ortmoqda. Hozir Yer fihari aholosining energetik ehtiyojini qondirish uchun 10 mlrd tonna neft yoqilg'isi ekvivalenti miqdorida energiya ishlatilyapti. Natijada airof-muhitga 24 mlrd t zararli chiqindi chiqarilib, tabiatga jiddiy zarar yetmoqda. Tabiiy energiya manbalarining taxminan 20 % elektroenergiya hosil qilish uchun, 20 % transport uchun, 30 % sanoat uchun va 30 % binolarni isitish va boshqa turmush ehtiyojlari uchun sarflanadi.

Mavjud energiya manbalari ikkiga, asliga qaytadigan va asliga qaytmaydiganmanbalargabo'linadi. Asliga qaytadiganlariga quyosh energiyasi, shamol, suv, geogermal energiya manbalari kiradi. Asliga qaytmadiganlarga esa turli yoqilg'ilar neft, gaz ko'mir, slanets, torf kiradi. Energiyaning yangi turlaridan bin bu atom energiyasidir. Ammo «Trimayl aylends» (AQSh) va Chernobil avariylari sohasida hali yechilmagan muammolar (AESlarning xavfsizligini to'la ta'minlash, radioaktiv chiqindilar, texmk jihatdan takomillashmaganlik va boshqalar) ko'p.

Hozirgi paytda insoniyat o'z ehtiyojlari uchun asosan asliga qaytmaydigan yoqilg'i turlaridan ko'p foydalanmoqda.

Jahondagi hamma energetik ehtiyojlarning 95% hozircha uglerod saqlaydigan tabiiy birikmalar — neft, gaz va ko'mirni yoqish hisobiga qondirib kelinmoqda. Tabiiy yoqilg'ining jahondagi zapaslari 12 800 mlrd. t. shartli yoqilg'i deb hisoblanadi (1 kg shartli yoqilg'i, energiya miqdori 29 mj. bo'lgan 1 kg toshko'mirga teng). Bu miqdorning taxminan 11 200 mlrd tonnasini toshko'mir, 740 mlrd tonnasini neft va 630 mlrd tonnasini tabiiy gaz tashkil etadi.

Asliga qaytadigan energiya turlari va potensial zaxirasi katta bo'lsa ham ulardan yetarlicha foydalanishmayapti. Masalan, Yer kurrasidagi gidroenergiyaning umumiy potensial zaxiralari 73 trillion kVt/soatini tashkil etgani holda hozirgi vaqtda ularning salkam 3 % foydalanilyapti xolos.

1970- yillarda dunyoda energetika taqchilligi boshlandi. Shu yiliyoq neft va gazning narxi bir necha marta oshdi. Hozirgi davrda Yer sharining 70 % energiyasi neft va gaz hisobiga olinmoqda. Chunki ular foydalanishga qulay. Ammo neft va gaz nafaqat energiya manbai, balki minglab kimyoviy mahsulotlar olish uchun xomashyo hamdir.

Shuning uchun ham neft va gazni kimyo sanoati uchun homash sifatida qoldirish, energiya manbai sifatida nisbatan istiqbolli bo'l atom va termoyadro reaksiyalari hamda ko'mir energiyasi foydalanish juda muhimdar.

Toshko'mirning dunyo zaxirasi neft va gazga nisbatan 5 m; ortiq. Ammo toshko'mir atrof-muhitni ko'p ifloslaydi. Ekologik to energiya manbai bu asosan vodorod va metanoldir. Ma'lum" vodorodning yonishidan suv hosil bo'ladi. Suv bug'Jari esa atrof; tozalaydi. Uning yonishidan juda katta issiqlik chiqadi (125 510 kJ kg), ko'mirdan 4 marta ko'p (uglerod 32 800 kJ/kg) energiya beradi. Vodorod suvdan olinadi, demak, uning xomashyosi bitmas tuganmasdir. Hozirgi paytda vodorod avtomobillarning yoqilg'isiga qo'shilib (5-10 %) foydalanilmoqda. Bunday qilinganda avtornobillardan chiqiladigan zaharli gazlar miqdori ancha kamayadi. Benzina metanol ham qo'shib yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Vodorod bevosita samolyotlar va avtomobillar uchun yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin, biroq uni metallurgiya va kimyoviy texnologiyada qo'llanilishi ayniqsa, istiqbolli hisoblanadi. Temir oksidlarini metallgacha qaytarish uchun uglerod (koks) o'rniga vodorod qo'llanilayotgan zavodlar hozirgi kunlarda ham ishlab turibdi. Uni rangli metallarning rudalarning qayta ishlash jarayonlarida qo'llanilishi juda foydalidir. Odatda, mis, nikel va boshqa metallar saqlagan sulfidli rudalarni havoda yoqiladi. Bunda oltingugurt (IV) - oksidi va tegishli metallar oksidi hosil bo'ladi. Agar rudaga vodorod bilan ishlov berilsa, faqat oltingugurt va suv chiqindi hisoblanadi. Vodorod kimyoviy texnologiyada metanol va ammiak olish uchun boshqalarda qo'llaniladi.

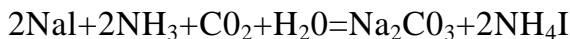
Vodorodni katta miqyosda olish uchun bir necha alternativ usullar taklif qilingan, bulardan eng istiqbollari termokimyoviy va elektrokimyoviy usullar hisoblanadi. Hozirgi paytda vodorodni suvdan va ko'mirdan nisbatan arzon olish usullari ishlab chiqilmoqda. Yapon olimlarining yangi usuli nisbatan ancha arzon vodorod olish imkonini beradi. Bu usul quyidagi reaksiyaga asoslangan.



$\text{NiI}_2$  800°C da parchalanadi.  $\text{NiI}_2 \rightarrow \text{Ni} + \text{I}_2$  so'ngra,  $\text{I}_2$  ga soda qo'shib 600~700°C da qizdiriladi.



Hosil bo'lgan NaI va  $CO_2$  ga reaksiyaning birinchi bosqichida hosil bo'lgan  $NH_3$  ni qo'shib yana  $NH_4I$  olinadi:



Dunyoda 1977- yilda 30 mln.t. vodorod ishlab chiqarilgan bo'lsa, 1985- yilga kelib bu ko'rsatgich 50 mln. t. bo'ldi.

Ayniqsa, termoyadro reaksiyalarining energiyasidan foydalanish juda istiqbolidir. Chunki! bu reaksiyada ishlatiladigan xomashyo manbai ham bitmas tuganmasdir. Bunda vodorodning og'ir izotopi deyeriy va ozgina tritiy ishlatiladi.



Bu reaksiya uranni parchalanish reaksiyasidan (AES lardan uranni parchalanishidan chiqadigan energiyadan foydalaniladi). Farqi va ajoyib ustunligi shundaki, bu reaksiyada radiaktiv moddalar hosil bo'lmaydi. Demak, atom egnegiyasi radiatsiya xavfidan batamom ozod bo'ladi. Bunday qurilmalarning avariyasi ham xavfli hisoblanmaydi. Bundan tashqari termoyadro reaksiyasi natijasida olingan energiya miqdori ham ko'p bo'ladi. 1 g D va T aralashmasining termoyadro reaksiyasi natijasida  $35 \cdot 10^7$  kJ energiya ajralib chiqadi, bu 1 g uran 235 ning parchalanishidan ajralib chiqqan, energiyadan 5 marta ortiqdir. 1 litr suvdagi deyeriy energiyasi 300 l benzin yonganda chiqadigan energiyaga ekvivalentdir. Yerdan esa  $14 \cdot 10^{21}$  suv bor. Hozirgi hisob kitoblarga ko'ra dengiz va okean suvlaridagi deyeriy zaxiralari  $10^{21}$  tonna neftga ekvivalentdir. Deyteriyning Yer yuzasidagi miqdori taxminan  $4 \cdot 10^{19}$  tonna.

Termoyadro reaksiyalarini ham hozirgi paytda boshqarish yo'llari topildi. Yaqin kelajakda asosiy energiya manbai termoyadro reaksiyalarining energiyasi bo'lib qolishi ham mumkin.

## 2- §. Yoqilg'i va uni qayta ishlash

Tabiiy yoki suniy organik yonuvchi moddalar *yoqilg 7* deyiladi. Ular energiya manbai hamda kimyo sanoatining xomashyosidir. Agregat holatiga qarab barcha yoqilg'ilar: qattiq, suyuq va gazsimonga bo'linadi.

## Yoqil ining taxminiy tarkibi

Yoqil i turlari	Tarkibi, %						Uchuv- chati mod- dalari	Zich 'igi <sub>f</sub> <sup>3</sup> g/sm <sup>3</sup>	Yonisfl issiq- ligi, mJ/kf <sup>9</sup> 1
	Organik moddalar massasi			Nam- ligi	Kuli	01 tin- gugurt			
	C	H	O+N						
Torf	59	6,0	35	25	4,5	0,4	70	0,5	24,0
Qo'ng'ir k mir	75	5,0	20	50	4,0	2-3	45-55	1,3	26,0
Tosh k mir	82	5,0	13	3-5	6,0	2-6	8-50	1,5	34
Antratsit	95	2,0	3	1-1,5	6,0	1-2	8,0	1,2	34,0
Yonuvchi slanetslar	76	9,0	14	10-15	30-60	1,5-11	30-65	-	25-34

Qattiq yoqil ini yuqori yuqori haroratda qayta ishlash asosan uch yunalishda: piroliz, gazifikatsiya va gidrogenlash orqali amaga oshiriladi.

*Piroliz* usuli qattiq yoqil ini yopiq idishda, havosiz muhitda qizdirishga asoslangan. Bunday sharoitda yirik molekulalar parchalanadi va hosil bo'lgan mahsulotlar ikkilamchi zgarishlarga uchraydi. Masalan, ularning polimerlanishi, kondensatsiya, aromatizatsiya va alkillinganish reaksiyalariga kirishishi va boshqalar. Bu jarayonlar endotermik b lganligi uchun issiqlikni uzluksiz tashqaridan berib turiladi. Olinadigan mahsulotlarni qanday maqsadda ishlatilishiga qarab piroliz har xil haroratlarda: past haroratli piroliz (500-580°C) yoki yarim kokslash, yuqori haroratli piroliz (90°-1050°C) yoki kokslash sharoitlarida olib boriladi.

*Gaziflkatsiya* deb qattiq yoqilg'ining organik moddalarini gazlashtiruvchi moddalar (havo, suv bug'i, kislorod yoki ularning aralashmasini 1000°C haroratda) bilan chala oksidlash orqali gazlar aralashmasiga aylantirishga aytiladi. Bu jarayon gaz generatorida (reaktorida) ekzotermik reaksiya tufayli amalga oshadi. Reaktorga gazlashtiruvchi moddalar bilan yoqilg'i aralashmasi purkaladi.

*Gidrogenlash* deb qattiq yoqilg'ini 380—550°C harorat va 20—70 MPa bosimda katalizator ishtirokida vodorod bilan ishlov berishga aytiladi. Bunday sharoitda ko'mirning tarkibidagi organik moddalarning kuchsiz molekulalararo, (molekula ichidagi) bog'lari



Uzilib, to'yinmagan molekulalariga vodorod birikadi. Bir yo'la oltingugurt, kislorod va azot saqlovchi birikmalari ham gidrogenlanib  $H_2S$ ,  $H_2O$  va  $NH_3$  hosil qiladi.

Gidrogenlash mahsulotlari yengil uglevodorodlar aralashmasidan Iborat bo'lib, tarkibida kam miqdorda S,  $O_2$  va  $N_2$  saqlovchi yengil neft mahsulotlariga tarkibi jihatdan juda o'xshash bo'ladi. Sifati past bo'lgan toshko'mimi gidrogenlash (yoqilg'ini suyuqlantirish) sun'iy benzin va boshqa neft mahsulotlari olishning istiqbolli usulidir. Bu jarayon uchun juda yuqori bosim talab qilinishi bu usulning hozirgacha keng tarqalishiga to'siq bo'Ub turibdi.

### 3- §. Qattiq yoqilgini qayta ishlash

Qattiq yoqilg'ini qayta ishlash natijasida turli mahsulotlar olinadi. Ulardan xalq xo'jaligi uchun koks (metallurgiya sanoatining asosi), yarim koks, neft, mahsulotlari o'rnida ishlatiladisan mahsulotlar, aromatik birikmalar — benzol va uning gomologlan, sintez gaz ( $SO$  va  $N_2$  aralashmasi) vodorod va boshqalar juda zarur mahsulotlardir. Bularidan tashqari toshko'mimi qayta ishlashda kimyo sanoatida xomashyo sifatida qo'llaniladigan turli organik mahsulotlar ham olinadi.

**Yarimkokslash.** Yarimkokslashdan maqsad past sifli ko'rnirdan (kokslashga yaramaydigan toshko'mir) yoki slanesdan kimyoviy horn ashyo hamda suyuq va gazzimon sintetik yoqilg'ii ai oVshdir. Yarimkokslash mahsulotlari — smola, gazlar birlamchi mahsuiotlar deyiladi, chunki ular qattiq yoqilg'ini pirolizida, (pirolizning boshlang'ich boskichida) hosil bo'ladi. Yarimkokslashning birlamchi mahsulotlari unumli va tarkibi dastlabki yoqilg'ining tipiga bog'liq bo'ladi. Yarimkokslash mahsulotlarining taxminiy tarqibi — 7- jadvalda berishgan.

Yarimkoks — bu mo'rt xoldagi qattiq yoki kukunsimon material bo'lib u juda reaksiyon aktiv, xamda issiqlik beruvchi yoqilg'i, kokslashda shixta komponenti, gazifikatsiyalash uchun dastlabki modda sifatida ishlatilishi mumkin. Yarim kokslash smolasi benzin, kerosin va shu kabi boshka suniy motor yoqilg'isining manbai hisoblanadi. Kaysikim tabiiy neft mahsulotlari qabi smolani haydash yoki uni destruksiyalash orqali olinadi.

ishlatiladi. Flyusning ahamiyati juda katta. Olinadigan cho'yan sifatini yaxshilash va uni boshqarish imkonini beradi. 11. cho' olish uchun 0,4-0,81. gacha flyiis qo'shiladi.

Yoqilg'i sifatida koks (tarkibi 80-86 % C, 2-7 % H<sub>2</sub>O, 1,2-1, % S va 15% gacha kuldan iborat) va tabiiy gaz ishlatiladi. Koks uning oksidlanishidan hosil bo'lgan CO (is gazi) ruda tarkib' temir oksidlaridan qaytarish uchun xizmat qiladi hamda koks temi qisman erib, uni nisbatan pastroq haroratda suyuqlanadigan qiladi

Keyingi yillarda cho'yan ishlab chiqarishda, koksning miqdo kamaytirilib, uning o'rniga tabiiy gaz ko'p ishlatilmoqda, natija" qimmatbaho koksni tejashga va cho'yanning tannarxinl arzonlashtirishga erishildi. Hatto kokssiz ishlaydigan metallurgiya\* ham paydo bo'ldi. AQShning Middend Ross firmasi tomonidan ishlab chiqilgan bu usulda koks o'rnida konvertor gazidan foydalaniladi.

*Domna pechidagi kimyoviy reaksiyalarni lezlashtiradigan sharoitla*  
Domna pechining mahsuldorligi faqat uning hajmiga (kattakichikligiga) bog'liq bo'lib qolmay, balki unda boradigan kimyoviy jarayonlarning borish tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi omillar: konsentratsiya, harorat va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning to'qnashuv sirti oshiraladi.

Kimyoviy reaksiya tezligini oshirish uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi oshiriladi. Buning uchun: temir rudasi boyitiladi; domnaga kiritiladigan havoga toza kislorod qo'shiladi; tabiiy gaz metan ham kiritiladi. Metan ham yoqilg'i, ham qaytaruvchidir, chunki u yonganda hosil bo'lgan suv cho'g' holdagi koks bilan birikib vodorod gazini hosil qiladi. Vodorod esa kuchli qaytaruvchidir.

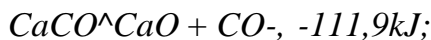
Reaksiya tezligi haroratga ham bog'liq bo'ladi. Domnada haroratni oshirish uchun, unga puflanadigan havo awal kauperlarda qizdiriladi. Bunda ko'pincha reaksiya issiqligidan foydalaniladi.

Kimyoviy reaksiya tezligini oshiradigan omillardan yana biri yuza ta'sirini oshirish uchun, domnaga tushiriladigan ruda, koks va fiyus ma'lum optimal o'lchamga ega bo'lishi lozim. Domna pechining mahsuldorligini oshirishda, yoqilg'ini tejashda shixtani tayyorlash muhim rol o'ynaydi. Shixta tarkibiga kiruvchi komponentlar kattaligi muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lib, rudaning kattaligi 40-100 mm,

fcoksiuki 40-80 mm va ohaktoshniki 30-80 mm bo'lishi kerak. Buning hun ruda maydalanadi, g'alvirdan o'tkaziladi, bo'laklarining tlagi bir xillik darajasi oshiriladi va nihoyat boyiti-ladi. Maydalari flglomeratsiyalanadi (Changsimon mayda zarrachalari koks va flyus bilan aralashtirilib chala suyuqlantiriladi, natijada zarralar bir-biriga yopishib yiriklashadi, so'ngra u sovutilib qotirilgach, kerakli kattalikda maydalab olinadi).

Temir rudasiga boy mamlakat bu — Rossiyadir (Ural, Kursk inagnit anomaliyasi, Kerch, Krivoy Rog, Sharqiy Sibir, Uzoq Sliarq, Kola Yarim oroli va boshqalar) unda dunyo temir rudasining 50 % ga yaqini joylashgan. O'zbekistonda ham temirning 60 ga yaqin konlari bo'lib, ulardan yiriklari Sul-ton Uvays tog'lari, Amudaryo clagidagi Tabinbo'loq (rudasi tarkibida 15-16 % temiri bor), Markaziy Qizilqumdagi Kenes va Jadir (miqdori 300 mln. t. dan ortiq) konlaridir. O'zbekiston temirining asosiy miqdorlari Sul-ton Uvays tog'lari (68 %), Qizilqumda (14 %), qolgan qismi Toshkent va Surxondaryo viloyatlaridadir. Kezi kelganda shuni aytish lozimki, respublikamizda har yili taxminan 2 mln. t. temir- tersaklar yig'iladiki, uni hammasi cho'yan va po'latga aylantirilsa, mamlakatimizning unga bo'lgan ehtiyojini 50-60% ni qondirgan bo'lar edi, ammo hozirgi kunda to'planayotgan temir tersaklarning atigi 27 % qayta ishlanayotir,

*Cho \*yan ishlab chiqarishda boradigan asosiy reaksiyalar.* Cho'yan domna pechi deb ataluvchi reaktorlarda eritib olinadi. Cho'yan eritib olish jarayonida quyidagi kimyoviy reaksiyalar boradi. Pechning yuqori qismidan, shixta pastga tomon, ostidan yuqoriga qarama-qarshi yo'nalishda esa, yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan gazlar harakat qiladi. Shixta pastga tushgan sayin qiziydi, natijada eng awal oson bug'lanuvchi moddalardan (namlik, CO<sub>2</sub> gazlari va boshqalar) tozalanadi. Shixta namligi (200°C da) bug'lanib qurigach, uning harorati orta boradi va 400—600°C da Fe, Mn va Mg karbonatlari jadal parchalana boshlaydilar. Pech harorati 800—900°C ga yetgach, ohaktosh va dolomit parchalana boshlaydi.



biriqmalari: naftalin va uning xosilalari, fenantren, antrasen, kaibazol. Undan tashqari fenol, piridin, uning gomologlari, krezollar, yengil aromatik uglevodlar va boshqalar kiradi.

**Xom benzol** bu tug'ri koks gazlaridan toshko'mir moyiga **yutirib** ajratib olingan yengil aromatik, tuyinmagan va boshka uglevododlar aralashmasidir. Xom benzoldagi moddalar rektifikatsiyalash v **tozalash** yo'li bilan toza va texnik aromatik uglevododlar: benzol, **toluol**, ksilolar, kumaron, solventlar (benzol xosilalarining aralashmasi) va boshqalar ajratib olinadi.

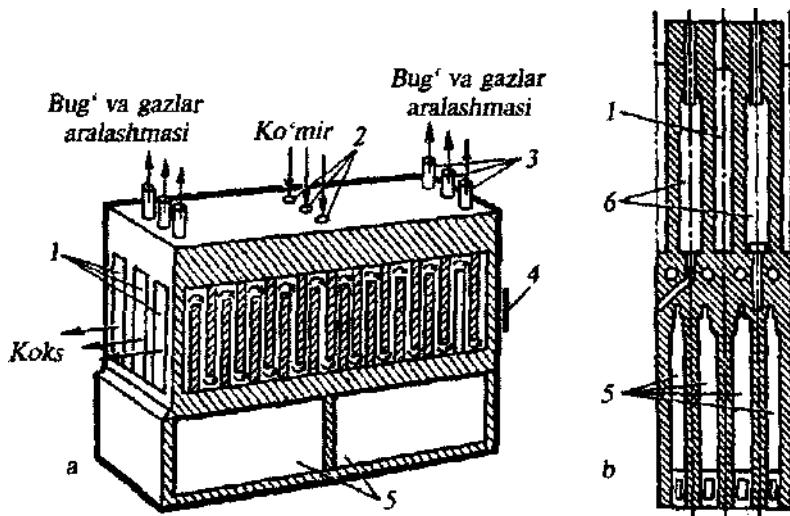
**Kokslash jarayoni** bu qattiq va bug-gaz fazalar ishtiroqidagi boruvchi ko'p boskichli geterogen jarayondir. Ko'mir shixtasi yopik reaktorda (kokslash pech kameralarida) qizdirishganda kokslash jarayoni ko'rish ( $100^{\circ}\text{C}$  gacha), plastik holat ( $400\text{--}500^{\circ}\text{C}$ ), yarimkokslash ( $500\text{--}650^{\circ}\text{C}$ ) va koks hosil bo'lish ( $650\text{--}1100^{\circ}\text{C}$ ) kabi bir necha bosqichlarda boradi.

**Kokslash pechi** bu kokslash kamerasidan, qizdiruvchi devordan (yoqiladigan gazni yoqish va yonishdan hosil bo'lgan gazlarni — aylanma gazlarni o'tkazuvchi kameralar oraligiga o'rnatilgan devor) va chiqib ketuvchi issiq tutash (gazlar) haroratidan foydalanish imkonini beruvchi regeneratorlardan iborat bo'lgan murakkab agregatdir.

Kokslash pechlarini bir necha batareyalardan tashqil topgan bo'lib, batareyalardan bloklar tuziladi. Xar bir kokslash batareyasi parallel ishlovchi 61—79 ta kameralardan tashkil topgan. Batareyalarga bir kancha mexanizmlar xizmat ko'rsatadi, ular ko'mirni kameraga soluvchi vagonlar, koksni kameradan itarib to'kuvchilar, koks kamera devorini oluvchi mashinalar, elektrovozlar bilan yuruvchi koksni uchiruvchi vagonlar va boshqalar.

Kokslash pechning kamerasi (90- rasm) bevosita qizdirish reaktori bo'lib, unda issiqlik kokslanuvchi toshko'mirga bevosita emas balki bilvosita (ya'ni gazning yonishidan hosil bo'lgan issiqlik devorni qizdiradi, so'ngra devorning issiqligi bilan kameradagi kokslanadigan toshko'mir qiziydi) ta'sir etadi. Reaktor to'rtburchak shaklda bo'lib, unda o'tga chidamli gishtdan (dinas) qilinadigan ikkita ostki va gumbazli (ustki) qizdirgich devorlar o'rnatilgan bo'ladi. Batareyalarning unumdorligi uning kattaligiga bog'lik bo'ladi. Batareyalarning unumdorligi uning kattaligiga bog'lik bo'ladi. Hozirgi zamon pechlarida kameraning balandligi 5—6 m, uzunligi esa 14—

15 m, eni odatda qizdirg'ich devorlarning issiqlikni o'tkazish tezligiga bog'liq bo'lib 0,5—0,45 m. ni tashqil etadi. Kokslash batareyasining sxemasi 90- rasmda berilgan.



90- rasm. Koksbatareyasi.

a — devor qizdirgichi bo'yicha kesimi; b — kameraning ko'ndalang kesimi;  
1 — kameralar; 2 — kameraga ko'mir solish tuynuqlari; 3 — gaz chiqadigan joyi; 4 — koksitargich; 5 — regeneratolar; 6 — devor qizdirgichi.

Yoqiladigan gaz (domna yoki tozalangan koks gazlari) qizdiruvchi devorlar oralig'ida yoqiladi (qizdiruvchi devorlar 740—850 mm qalinlikda bo'lgan gorizontal kanal) alanganing bir tekisda taqsimlanishi uchun devorlar vertikal holda bir necha to'siqlar bilan to'silib bir qancha tik kanalchalarga ajratilgan. Kamerani qizdirgach issiq gazlar regeneratolar orqali o'tib, o'z issiqligi bilan uni qizdirib so'ngra pechdan chiqadi. Regeneratolarda akkumulyatsiyalangan issiqlik, pechga kiritiladigan yoqiladigan gaz va havoni qizdirish uchun foydalanadi. Ko'mirni yetarli haroratgacha ( $1000—1100^{\circ}\text{C}$ ) qizdirish uchun yoqilg'i gazining yongandagi harorati  $1400^{\circ}\text{C}$  dan kam bo'lmasligi kerak. Kokslash jarayoni 12—14 soat davom etadi.

Kokslash batareyasining har bir kamerasi davriy, ammo, butun bir batareya esa uzluksiz ishlaydi, ya'ni bir kameraga toshko'mir (shixta) solinayotgan bo'lsa, ikkinchisi ishlab turgan bo'ladi, uchinchisidan esa koks olinayotgan bo'ladi.

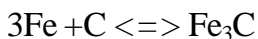
qaytarilishi uchun juda yuqori harorat kerak bo'ladi). S esa **metallar** bilan sulfidlar (FeS, CaS, MnS va boshqalar) hosil qiladi. Sulfidlarning suyuq temirda eruvchanligi turlicha, masalan, **FeS** yaxshi, MnS esa yomon eriydi, CaS esa umuman erimaydi, ammo u shlakda yaxshi eriydi. Shuning uchun ham FeS larni CaS holiga o'tkazish domna jarayonida muhim vazifalaridan biridir. CaO va marganetslar oltingugurtni temirdan ajratib olishning asosiy manbalaridir.



Bunda hosil bo'lgan MnS erib, shlakka o'tadi va shlak tarkibidagi CaO bilan qaytarilib, CaS ga aylanadi.



CaS esa erib shlakka o'tadi. Domnada qaytarilish reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan temir bulutsimon (ya'ni g'ovak) temir bo'lib, uning g'ovaklarida CO ning parchalanishdan hosil bo'lgan uglerod (koks) bilan (temirning bir qismi) karbit (sementid) hosil bo'ladi.

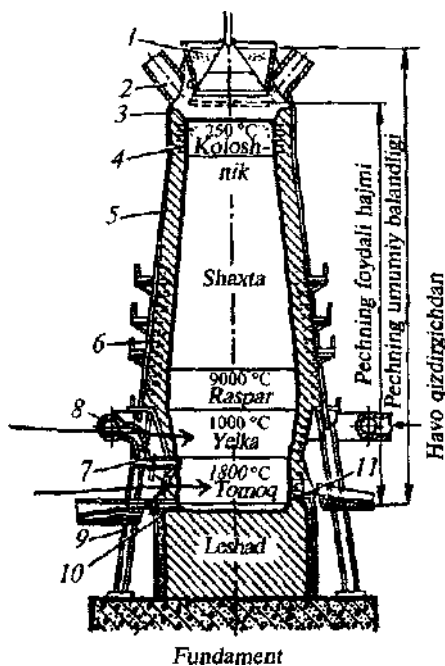


**Hosil bo'lgan temir** karbidi va uglerod, temirda eriydi. Natijada ancha oson suyuqlanadigan qotishma (tarkibila 4,3 % uglerod saqlovchi, temirning uglerod bilan evtektik aralashmasi, suyuqlanish harorati 1140°C bo'lgan qotishma) hosil bo'ladi. Bu qotishma yuqorida aytilganidek, C, Si, Mn, P, S va boshqa elementlarni o'zida eritib cho'yanga aylanadi (tarkibida 4,5 % uglerod saqlaydi) uning zichligi shlaknikidan katta bo'lganligi uchun pastga cho'kadi.

Shlak hosil bo'lish jarayoni 1000°C da boshlanadi. Ohaktoshni parchalanishidan hosil bo'lgan CaO, dolomitning parchalanishidan hosil bo'lgan MgO hamda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>lar bunday sharoitda (domna jarayonida) qaytarilmaydi. Ammo bir-biri hamda SiO<sub>2</sub> va ko'mirning **kuli** bilan birikib, turli xil tarkibli birikmalarni: kaliy silikat (**CaO+SiO<sub>2</sub>=CaSiO<sub>3</sub>**), magniy silikat (Mg+SiO<sub>2</sub>= MgSiO<sub>3</sub>), kalsiy **aluminat** (**CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**), kalsiy alyumosilikat (CaO)<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> \* SiO<sub>2</sub>),

kabi oson suyuqlanuvchi aralashma - shlakni hosil qiladi. Shlakning 7-ichligi cho'yannikidan kichikbo'lganligidan, u cho Vanning ustida to'planadi va cho'yanni oksidlanishdan himoya qiladi.

*Domna pechining tuzilishi.* Domna pechi (85- rasm) to'xtovsiz ishlaydigan konussimon minora bo'lib, umumiy balandligi 60 m, diametri 10 m. Minora devorlari o'tga chidamli g'ishtdan qilingan bo'lib, isib ketishdan saqlash uchun devor oralig'iga ichidan suv o'tib sovituvchi sovitgichlar o'rnatilgan. Yuqoridan pastga tushgan sari devor qalinligi ortib boradi va ostki qismida (gornda) 1,5 m. ga yetadi. Chunki u yerda harorat eng yuqori bo'ladi. Pechning ostki qismi o'txonasi (gorn) keng bo'lib, diametri 12-16 m. gacha bo'ladi. Yuqori qismi esa torayib ketgan, konussimon. Pechning bunday tuzulishi shixtaning bir tekisda pasta tushishini, gaz oqimining pechning butun hajmida teng taqsimlanishini taminlaydi. Tashqi tomondan pech po'lat g'ilofbilan qoplangan.



85- rasm. Domna pechining kesimi.

- 1 — to'kuvchi apparat; 2 — gaz chiqish joyi; 3 — po'lat g'ilof;  
 4,5 — qoplamasi; 6 — sovitgich; 7 — tayanch halqa; 8 — havo kiradigan joy;  
 9 — kolonna; 10 — cho'yan chiqish joyi; 11 — shlak chiqish joyi.

va gomologlarini erishini kuchaytirish uchun gaz bevosita ta'etuvchi sovutkichda (8) suv bilan sovutiladi (Suvdan naftalin ajratiladi). Gaz sovutkichda 20°C sovuydi. So'ngra gaz yuttiminorallari (9, 10) orqali o'tkaziladi (Minora ichi yog'och nasa bilan to'lgazilgan bo'ladi. Minoralar (10) sovuq moy bilan sug'oriladi Qarama-qarshi oqim prinsipida). Hom benzolning moydagi eritma:\* rektifikatsiyalanib hom benzol yuttiruvchi moy regeneratsiyalanT ajratib olinadi.

O'zbekistonda qattiq yoqilg'i asosan guzapoya va toshko'mirdir. Respublikamizda toshko'mir qazib olish 1941- yillardan Angren ko'mir koni topilgach boshlandi. 1944- yili Shargun va Kuxitong ko'mir konlari topilib ishga tushiriladi. Hozirgi paytda Angrendan har yili 5—6 mln.t. Shargundan esa 0,20, 25 mln.t. ko'mir qazib olinmoqda. Ammo bizda ko'mir kokslash zavodlari hozircha yo'k. G'o'zapoya esa respublikamizdagi gidroliz zavodlarining hom ashyosi hisoblanadi.

## 5- §. Neft va tabiiy gazni qayta ishlash

Neft yer osti yoqilg'ilarining yagona suyuq vakili. Uni insoniyat juda qadim zamonlardan buyon yaxshi biladi. Chunonchi Frot daryosi (Bobil) sohilida olib borilgan arxeologik qazuvlar u yerda miloddan 6000—4000 yil ilgari neftdan foydalanilganligidan darak beradi. Neft tabiatda yer po'stlog'ining tektonik faoliyati tufayli hosil bo'lgan, u yer ostida cho'kindi jinslaming ovak qatlamlarida, yoru va bo'shliqlarida to'planib konlar hosil qiladi. Neft qatlamlari konlarda turli chuqurliklarda (100 metrdan 6000 metrgacha) joylashgan bo'ladi. Neft katta bosim ostida bo'lib, odatda yo'ldosh gazlar va neft suvi bilan birga uchraydi.

*Neft va tabiiy gaz qazib olish usullari.* Neft va gaz qazib olish uchun yer yoki tog' jinslari maxsus burg'ulovchi qurilmalar (burovoylar) yordamida diametri 150—250 mm bo'lgan burg'u quduqchalar qaziladi. Burg'ulash qurilmasining balandligi 54 m. Burg'ulash qanday usulda olib borilmasin quduq (skvajina) chuqurlashib borgan sayin uzunligi 4,5 m va diametri 168 mm li quvurlar bir-biriga ulanib uzaytirib borilaveradi. Burg'ulash jarayonida hosil bo'lgan maydalangan jinslar quduqdan yuvuvchi suyuqlik (loyqa eritma) yordamida chiqarib tashlanadi. Qazish malum



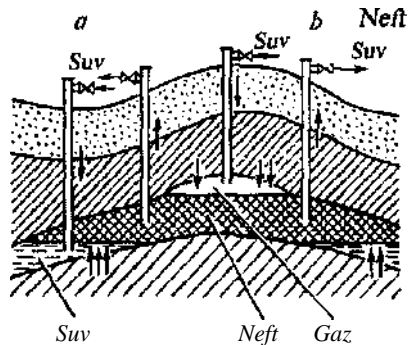
chniqurlikka yetgach, maxsus foydalanish quvuri o'rnatilib, quvurning tashqi tomoni sementlab tashlanadi.

Keyingi qazish ishlari diametri foydalanish quvuridan kichik bo'lgan quvur yordamida amalga oshiriladi va shu yo'sinda kerakli chuqurlikkacha qazib boriladi. So'ngra oxirgi quvur ham sementlanadi. Eng yirik tepa qismi ham armatura yordamida mahkamlanadi. So'ngra mahsuldor portlatish yo'li bilan ochiladi. Keyingi yillarda qazish ishlari qiya holda ham amalga oshirilgan. Bu usul juda foydali bo'lib, burovoy o'ratish mumkin bo'lmagan joylarda ham (masalan, dengiz osti, aholi yashaydigan joylar, qurilishlari bo'lgan joylar) qazish ishlarini olib borish imkonini beradi.

Odatda neft va gaz yer ostida joylashgan chuqurligi, harorati va boshqalarga bog'liq holda 1—50 MPa bosim ostida bo'ladi. Kon ochilganboshlang'ichdavrlarida neft quduqdan yer yuzasiga o'zi o'tilib chiqadi. Neft qazib olishning bunday *usu\ifontan usuli* deyiladi. Barcha gaz quduqlaridan foydalanish yer qatlamlarining bosimi tufayli fontan usulida olib boriladi, neft olinavergach qatlamdagi bosim kamayadi. So'ngra majburiy yo'l bilan chiqarishga o'tiladi.

Majburiy yo'llarga: quduqqa nasos tashlab chiqarish va kompressor usullari kiradi. Quduqqa nasos tashlab chiqarish usulida, quduq diametridan kichikroq diametrli uchiga nasos o'rnatilgan quvur quduqqa tashlanadi va nasos neftni yuqoriga chiqarib beradi. Kompressor usulida quduqqa katta

bosimda neft gazlari yoki havo yuboriladi. Gazlar o'zi bilan neftni ham olib chiqadi. Ayniqsa, yer ostiga neft qatlamlariga gaz yoki havo yuborib katta bosim hosil qilish usuli keng qo'llaniladi. (92-rasm). Bu usullarni qo'llash bilan kondagi neftning 50 % ni olish mumkin. Neft kamaygan konlardan foydalanish uchun yer osti neft qatlamlariga turli usullar bilan ta'sir ko'rsatadilar. Masalan, gidravlik usulida (suv yuborib), kislota bilan ishlov berish, burg'u



92- rasm Neft qatlamlarida bosim hosil qilish bilan neft olish sxemasi.

- a — tepadan suv yuborish;
- b — tepadan gaz haydash.

p lat olish uchun ishlatiladi; 2) kulrang cho'yan (tarkibida ugle grafit shaklida b ladi va u ancha yumshoq b ladi) turli xil buyi quyish uchun ishlatiladi; 3) maxsus ch yan (ferrosilisiy tarkibi 10—12 % gachaSi, oynasimon yaltiroq -12-20 % gachaMn, fe marganets — 60—80 % gacha ushlaydi) po'lat olish uchun ishlatila

Domnadan chiqindi sifatida olinadigan shlak ham keng sohalai ishlatiladi. Masalan, shlakdan sheben, graviy, shlakabeton, shl penza, penabeton, shlakpaxta, shlakoportlandsement va boshqalar ishlab chiqariladi. Yana domna gazi tarkibida 30% gacha CO, 60 % N<sub>2</sub>, 10 % CO<sub>2</sub> va changlar b ladi. Bu gaz changlardan tozalangach, turli maqsadlarda yoqish uchun ishlatiladi. Domnaning muhim k rsatkichlariga uning foydali hajmidan foydalanish koefitsienti (FHFK) va koks sarfi kiradi.

Domna pechining samaradorligi, uning FHFK bilan baholanadi. Yani 11. ch yan olish uchun pechning (sutka/m<sup>3</sup> larda) qancha foydali hajmi t ri kelishini k rsatadigan kattalik. Hozirgi paytda FXFK kamayib 0,45-0,5 % ga, pechning foydali hajmi esa 5000 m<sup>3</sup> gacha yetkazilgan (1913- yillarda esa FXFK 2,5-3 ga, pechning foydali hajmi esa 200 m<sup>3</sup> ga teng edi). Shunday ulkan pechlarda bir yilda 4,2 mln. t. gacha cho'yan ishlab chiqariladi.

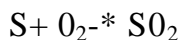
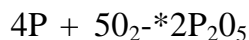
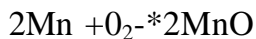
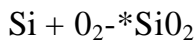
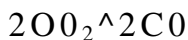
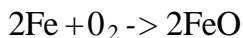
Domnaning foydali ekanligining ikkinchi ko'rsatkichi 11. cho'yan olganda sarflanadigan koksning sarfidir. Keyingi yillarda 11. cho'yanga 360-400 kg koks sarflanmoqda (1960- yillarda bu son 950 kg edi.) Hozirgi zamon foydali hajmi 2700 m<sup>3</sup> bo'lgan domnalarda bir sutkada 8600 t. tarkibida 64 % Fe bo'lgan ruda - aglomerat, 2500 t. koks, 2001 flyus, 0,6 mln m<sup>3</sup> tabiiygaz, 0,5 mln m<sup>3</sup> kislorod va 7 mln m<sup>3</sup> havo ishlatiladi, unda shuncha xomashyodan bir sutkada 5500 t cho'yan (2 mln t/yil) 1900 t shlak, 11 mln m<sup>3</sup> domna gazi ishlab chiqariladi.

Domna pechlarining bunday mahsuldorligi eng awalo yoqilg'i sifatida tabiiy gazni qo'llab koks sarfmi qisman kamaytirish orqali taminlanadi. Undan tashqari domna agregatlarining birlik quwatini oshirish uni takomillashtirish, ruda tarkibida temirning konsentratsiyasini oshirish, domnaga kiritilgan gazlarni isitish va uni kislorodga boyitish, ta'sir yuzani kengaytirish, cho'yan olishdagi barcha jarayonlarni mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish, EHM larni qo'llash kabilar pech jadalligini oshirishning asosiy omillaridir.

### 3- §. Poiat ishlab chiqarish

IV lat maxsus pechlarda qayta ishlanuvchi cho'yanga (oq va maxsus cho'yanga) temir-tersak (skrapa) qo'shib suyuqlantirish orqali olinadi. Po'lat ishlab chiqarish jarayonining cho'yan ishlab chiqarish jarayonidan asosiy farqi shundaki, po'lat ishlab chiqarishda cho'yan tarkibidagi C, Si, Mn laming miqdorini havo kislorodi bilan oksidlash yo'li orqali ma'lum miqdorda kamaytirish va S bilan P ni imkoni boricha to'liqroq yo'qotish ko'zda tutiladi. Bu qo'shimchalarning po'lat tarkibida bo'lishi maqbul emas, chunki S po'latni issiqda sinuvchan (po'lat qizdirib turib mexanik ishlaganda darz ketadi), P esa po'latni sovuqda sinadigan (odatdagi sharoitda ishlaganda mo'rtligini oshiradi) qilib qo'yadi.

**Poiat ishlab chiqarishda sodir bo'ladigan asosiy reaksiyalar.** Po'lat ishlab chiqarishda cho'yan ishlab chiqarishdagiga teskari reaksiya, ya'ni temirning havo kislorodi bilan oksidlanish reaksiyasi ketadi (cho'yan ishlab chiqarishda temirning oksidlaridan qaytarilish reaksiyasi ketar edi). Temir bilan bir vaqtning o'zida cho'yan tarkibidagi begona qo'shimchalar ham qisman kislorod bilan oksidlanadi hamda temirning yuqori oksidlari temir bilan qaytariladi.



Hosil bo'lgan FeO cho'yanda yaxshi eriydi va unda erigan boshqa elementlarni oksidlaydi, chunki birinchidan, temirning konsentratsiyasi katta bo'lgani uchun ko'p hosil bo'ladi, ikkinchidan, cho'yandagi qo'shimchalar (C, Si, Mn, S) temirga nisbatan kislorod bilan shiddatliroq reaksiyaga kirishadi.

apparatlarni korroziyaga uchratmasligi lozim. Masalan, B-100 m aviatsiya benzini 40-180°C da 97,5 % haydaladi. 10 % 75°C qaynaydi. — 60°C da muzlaydi, 46200 kJ/kg issiqlik beradi.

Berizinning detonatsiyaga chidamligi, bu uning muhim tavsifi U yoqilg'ini tashkil etgan komponentlarning termik barqarorligi bog'liq bo'ladi. Korbyuratorli dvigatelning issiq silindriga benzin bug' bilan havo aralashmasi keladi, porshen ularni siqadi, juda qatti siqilgach, svecha uchquni bilan alangalanib yonadi. Hosil bo'lg gazlar porshenni harakatga keltiradi. Dvigatel ishining mahsuldoif silindrda gazlar aralashmasining siqilish darajasiga bog'liq bo'lib, yoqilg'i bir me'yorda yonganda va alanganing tarqalish tezligi 10-20 m/s bo'lganda eng yuqori bo'ladi.

Ammo ba'zan yoqilg'i havo aralashmasi ma'lum darajagacha siqilgach, yonish tezligi 2000 m/s gacha keskin oshadi, portlash (detonatsiyalanish) tezligi yaqinlashadi. Natijada silindrda qattiq urilish bo'lib, uni qizib ketishiga, tez ishdan chiqishiga, dvigatel kuchining pasayib ketishiga, yoqilg'ining ortiqcha sarflanishiga olib keladi.

Detonatsiyaning sababi uglevodorodlarning termik parchalanib o'ta beqaror peroksidlar hosil qilishidir. Qaysiki, ular siqilishga chidamsiz bo'lib, zanjirli reaksiyani kuchaytirib yuboradi. Yuqori molekular massaga va normal tuzilishga ega bo'lgan to'yingan ulevodorodlar detonatsiyaga moyil bo'ladi, aksincha izotuzilishga (tarmoqlangan) ega bo'lgan ulevodorodlar detonatsiyaga chidamli bo'ladi. Shuning uchun ham benzinlarning antidetonatsion xossasiga baho berish uchun oktan soni (shkalasi) qabul qilingan. H - gep-tanning detonatsiyaga chidamligi shartli ravishda «0» deb, izoaktanniki (2,2,4 - trimetilpentan) esa 100 deb qabul qilingan.

*Oktan soni deb* benzinning detonatsiyaga chidamligining o'lchov birligiga aytiladi. U son jihatdan izoaktanning N-geptan bilan aralashmasidagi foiz miqdoriga tengdir. U standart bir silindrli dvigatellarda yoki o'sha yoqilg'iga mo'ljallangan eksperimental dvigatellarda sinash yo'li bilan aniqlanadi.

Ulevodorodlarning oktan soni ularning molekular massasi va tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Normal tuzilishga ega bo'lgan alkonlarda molekular massasining ortib borishi bilan oktan soni ham o'zgarib boradi: etan-125, propan-120, butan-93, pentan-64, geksan-26, heptan-0, oktan- (-20). Oktan sonining molekular massaga bog'liq

bo'Mishi to'yinmagan, siklik va aromatik uglevodorodlarga ham xosdir. Uglevodorod zanjirining tarmoqlanish darajasining ortishi bilan Oktan soni ham ortadi: geptan — 0,2,2 - dimetil pentan — 89; 2, 2, 3 — trimetilbutan — 104; oktan soni tuyingan uglevodorodlardan to'yinmaganga o'tganda ham ortadi. Masalan, uglerod soni bir xil bo'lib, to'yingandan to'yinmaganga o'tganda ham ortadi. Masalan, Uglerod soni bir xil bo'lib, to'yingandan to'yinmaganga va undan ham halqaligiga, halqalidan aromatikka o'tgan sayin ortib boradi: gksan -26, geksen — 1-63, siklogeksan — 77, benzol — 106.

Benzinning detonatsiyaga chidamligini unga antidetonator deb ataluvchi ba'zi bir moddalarni qo'shish bilan oshirish mumkin. Masalan, tetroetil qo'rg'oshinni  $Pb(C_2H_5)_4$  brometan va xlornaftalin bilan aralashmasida (etil suyuqligi) 1 litr benzingga 3 ml. qo'yilsa, uning oktan soni 70 dan 90 gacha ortadi, ammo etil suyuqligi juda zaharli bo'lganligi hamda u qo'shilgan benzin yonganida qo'rg'oshinning zaharli birikmalari hosil bo'lib, atrof-muhitni, atmosferani zaharlashi sababli undan foydalanish keyingi yillarda qisqarib bormoqda.

Antidetonator sifatida marganets metilsiklopentadiyenil karbonil ( $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$ ) ham ishlatiladi. Motor yoqilg'isi oktan sonini oshirishining nisbatan samarali usuli, bu yoqilg'ini qayta ishlash paytida uni uglevodorodlar tarkibini o'zgartirishdan (turli xildagi katalitik krekinglarni qo'llash orqali) yoki benzingga oktan soni yuqori bo'lgan komponentlar (izooktan, triptan, kumol va boshqa aromatik uglevodorodlar) qo'shilishdan iboratdir.

Dizel yoqilg'isi - kerosin, gazoyl, solyar moylari bo'lib, ichki yonuv dvigatellarida qo'llaniladi. Ular yonish kamerasiga bevosita purkaladi. Katta bosim, yuqori va siqilgan havo ta'sirida purkalgan yoqilg'i o'z-o'zidan yonib ketadi. Yonishdan hosil bo'lgan gazlar ish bajaradi. Bunday dvigatellarning foydali ish koeffitsienti (FIK) juda yuqori bo'ladi, (yuk avtomobillari, teplovozlar, teploxodlar, kichik elektrostansiyalar va boshqalar). Bunday yoqilg'ilarning o'z-o'zidan alanganib yonib ketishi, qovushqoqligi, fraksion tarkibi, qotish harorati, kokslanishi va boshqa tavsiflari muhim ko'ratkichlari hisoblanadi.

O'z-o'zidan alanganib ketishi setan soni bilan baholanadi. Setan soni qanchalik yuqori bo'lsa, yoqilg'i shunchalik sifatli hisoblanadi.

Konvertor ichiga gorizontal holda uni og'zi orqali qa ishlanuvchi suyuq cho'yan va flyus - ohak yoki ohaktosh solina havo yoki kislorodga boyitilgan havo esa vertikal holda tepa qismi - og'zidan puflanadi. Bunda yuqorida qayd qilingan oksidlani reaksiyalari ketadi. Bu usulning asosiy afzalligi shundaki, u tejar usuldir. Kerakli haroratni ( $1700^{\circ}\text{C}$ ) saqlab turish uchun yoqilg yoqish talab yetilmaydi, balki qo'shimchalarning oksidlanis' ekzotermik reaksiya bo'lganligidan reaksiya issiqligidan foydalanila Jarayon tugagach, konvertordan shlak ag'darib olinadi va tayyofjif poiat quyib olinadi.

Bu usul, tarkibida kam fosfor saqlovchi cho'yanni qayta ishlashga yaroqlidir. Tarkibida ko'p fosfor saqlovchi cho'yanni qayta ishlash usulini 1878- yilda ingliz injeneri Tomos kashf etdi. Bu usulda po'lat olish konvertorining ichi asosli xossaga ega bo'lgan o'tga chidamli materiallar (dolomidli g'ishtlar) bilan qoplangan bo'ladi. Bu usulda yuqori harorat asosan fosforming oksidlanishidan hosil bo'ladi va hosil bo'lgan shlak tarkibida fosformi ( $\text{Ca}_3(\text{P}_4)_2$  shaklida) ko'p ushlagani uchun maydalanib, tomoshslak nomi bilan fosforli o'g'it sifatida ishlatiladi.

Har ikkala konvertor usulning asosiy kamchiligi po'lat eritishda po'lat cho'yanga temir-tersak qo'shib bo'lmasligidadir hamda hosil bo'lgan po'lat tarkibida anchagina azotni o'ziga eritib oladi, natijada uning sifati buziladi (bunday po'lat eskirgach, ya'ni vaqt o'tishi bilan uning elastikligi kamayib mo'rt bo'lib qoladi).

1951- yilda Avstriyada kislorod — konvertor usulining toza kislorodli turi kashf etildi. Bu usul ham Bessemer usuliga o'xshaydi. Asosiy farqi shundaki, bu usulda havo o'rniga toza kislorod (99,5 %)  $0,9\text{—}1,4$  MPa bosim bilan fiirma orqali puflanadi va furma suv bilan sovitilib turiladi. Kislorod katta bosim ostida suyuq cho'yanga puflangani uchun cho'yan orasidan o'tib uni qo'zg'aydi va shlak bilan aralashishini taminlaydi. Toza kislorod bo'lgani uchun bu usulda oksidlanish reaksiyasi jadal ketadi, bu holat konvertorga temir-tersak, ruda va flyus qo'shish imkonini beradi. Konverdorda po'latning cho'yanga aylanishjarayoni 35-40 daqiqada tugallandi. Hajmi 100 tonnali kislorod konvertorining balandligi 8 m, diametri 4 m, unda po'lat suyuqlantirilib olish jariyoni 45 daqiqa davom etadi. Shunday pechning mahsuldorligi 750 ming t/yilga teng.

*Marten usuli.* Bu usul 1864- yilda fransuz injeneri P. Marten lomonidan kashf etildi. Marten pechi (50- rasm) ikki qismdan: vanna va regeneratorlardan tuzilgan. Pech tepa qismi, vanna usti gumbazi, vanna, old orqa va yon devorlaridan iborat. Vannaning ichki devorlari o'tga chidamli g'ishtlardan yasalgan. Pechning oldingi devorida 3-4 ta metall kiritish tuynuklari bo'ladi. Shixta - cho'yan, temir-tersak va flyus shu yerdan pechga solinadi. Pechning orqa devorida esa po'lat chiqariladigan teshiklari bo'ladi. Tayyor bo'lgan po'lat shu teshiklardan chiqarib olinadi. Vannaning ikkala yon tomonida yoqilg'i va havo keladigan hamda yonish mahsulotlari chiqib ketadigan 4 ta kanai regeneratorlari bo'lib, ularning ichi o'tga chidamli g'ishtdan yasalgan nasadka bilan to'lg'azilgan.

Havo va yonuvchi gazlar regeneratorda qizdirib olinadi. Bir juft regenerator orqali yoqilg'i yonishida hosil bo'lgan issiq gazlar ( $1600^{\circ}\text{C}$ ) o'tkaziladi. Natijada regenerator devorlari (nasadka qattiq qiziydi). So'ngra gazlar oqimining yo'nalishi o'zgartiriladi. Yani qizdirilgan regeneratorlar orqali havo yonuvchi gaz, qizdirilmagan ikkinchi juft regenerator orqali esa yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar o'tkazaladi. Pechda harorat  $1700\text{—}1750^{\circ}\text{C}$ gacha ko'tariladi, chunki marten pechida kislorod konvertoridan farq qilib, havo (kislorodga boyitilgan havo) suyuq cho'yan orqali emas, balki uning ustidan o'tadi. Shu boisdan uning yuzasida bo'lgan qo'shimchalargina oksidlanadi.

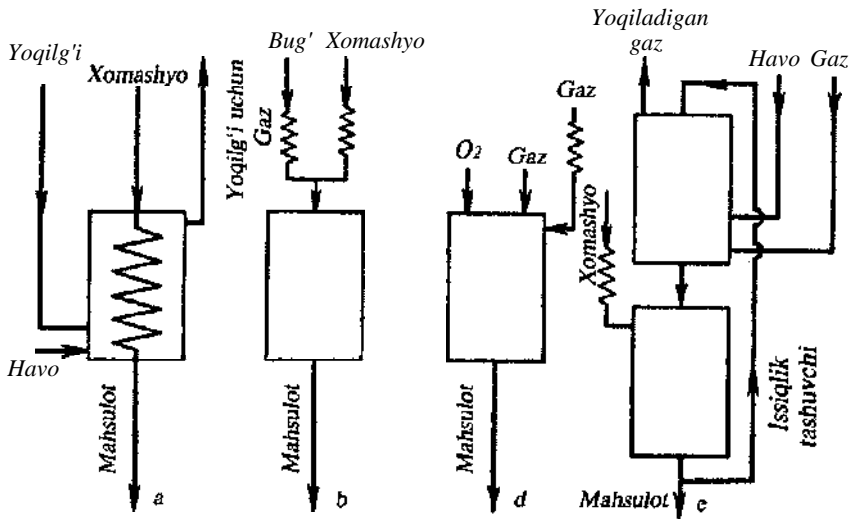
Suyuqlantirilgan massaning ichida esa qo'shimcha elementlarning oksidlanishi temir-tersakda bo'ladigan ternir (II) oksid hisobiga boradi. Suyuq po'latni chiqarib olishdan ilgari zaruriyatga qarab ligerlovchi elementlar qo'shiladi. Marten pechida xomashyo qayta ishlanuvchi cho'yan, temir-tersak, yuqori sifatli temir rudasi va flyus hisoblanadi. Natijada xomashyo sifatida cho'yanning miqdorini 40-60 % gacha kamaytirish imkoniyati tug'iladi. Bu holat, po'lat ishlab chiqarishni cho'yanga nisbatan ancha ko'paytirish imkoniyatini beradi. Hajmi 500 tonnali marten pechinning (bir marta suyuqlantirganda 5001. po'lat tayyorlab beradi) uzunligi 16 m, eni 6 m, vannasidagi suyuq po'lat va shlak qatlamining qalinligi 1,2 m. Shunday pechning mahsuldorligi 300 ming t/ yilga teng bo'ladi.

Marten usulining afzalligi shundaki, bu usulda cho'yanni po'latga aylantirish jarayonini nazorat qilib turish va har xil markali po'latlar

uglevodorodlarni (benzol va uning gomologlarini ) olish **uchun** hamda kimyo sanoatining xomashyolarini (vodorod, sintez-gazj atsetilin, alkenlar, diyenlar va boshqalarni) olish **maqsadida** qo'llaniladi. Sanab o'tilgan usullardan neft mahsulotlarini termik va katalitik krekingslashning turli xillari eng ko'p qo'llaniladi.

Neft va neft mahsulotlarini qayta ishlovchi apparatlar jarayonning uzluksizligini, asosiy mahsulotning yuqori unumda chiqishini, iqtisodiy samaradorlikni, katta mahsuldorlikni ta'minlashi kerak. Neftni qayta ishlovchi apparatlarni uch guruhga bo'lish mumkin! xomashyoni qizdirishni va o'zgarishni ta'minlovchi pechlar v reaktorlar, mahsulotlarni bir-biridan ajratish uchun rektifikatsiy kolonnalari (ustunlari), issiqlikni bekorga chiqib ketmasligi ya'ni, undan foydalanish uchun (utilizatsiyalash uchun) hamda sovitilishi kerak bo'lgan mahsulotlarni sovitish uchun issiq almashtirish apparatlari.

Neft va neft mahsulotlarini fizik va kimyoviy qayta ishlash jarayonlari odatda endotermik bo'lib, tashqaridan issiqlik berilishini talab qiladi. Shu maqsadda qo'llaniladigan apparatlar issiqlik berish, usullari bilan bir-biridan farq qiladi (93- rasm).



**93- rasm.** Issiqlik berishning asosiy usullari.

a — tashqaridan qizdirish bilan; b — suv bug'i bilan adiabatik;  
d — avtotermik (oksidlash bilan); e — qattiq issiq tashuvchl bilan.

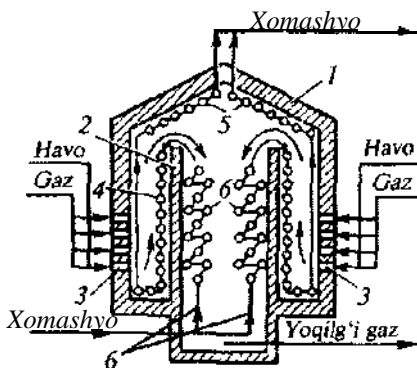


Rasmning a - sxemasida xomashyoni tashqi tomonidan qizdirish usulidan foydalaniladi, b - sxemada qizdirish adiabatik sharoitda ya'ni, issiqlik o'tkazuvchi yuza bo'lmagan sharoitda amalga oshiriladi. Issiqlik tashuvchi sifatida yuqori haroratli (900—950°C) suv bug'i ishlatiladi.

Avtotermik yoki oksidlash usulida (v - sxemada) zarur issiqlik xomashyoni bir qismini atmosfera kislorodida yoqish bilan olinadi. Qattiq issiqlik tashuvchidan (donador alumosilikatli katalizator, changsimon qum va boshqalar) foydalanilganda (e - sxema) reaksiya tuguni ikki apparatdan — reaktor va qizdiigich — regeneratordan iborat bo'ladi. Qattiq issiqlik tashuvchi regeneratorda qiziydi va reaktorga borib issiqligini beradi, shunday qilib bu apparatlar orasida aylanib yuradi. Bu sxema neft mahsulotlarini katalitik qayta ishlashda keng qo'llaniladi.

Tashqaridan alangada yoki alangasiz qizdiriluvchi quvursimon pech neft mahsulotlarini qizdiruvchi asosiy apparat hisoblanadi. Alangasiz qizdiriluvchi quvursimon (94-rasm) ichki qismi issiqlikni izo-latsiyalovchi keramik paner (devor)dan terilgan kamera bo'lib, Declining ichida o'tga chidamli to'siqlar o'matilgan, ular yoqiladigan gazni chiqaruvchi keng kanallar hosil qiladi (uni konveksion kamera ham deyiladi). Issiq almashtirgichlarda biroz qizdirilgan yoki sovuq holdagi xomashyo konveksion kameraning ostki quvuriga beriladi (pechning hamma quvurlari ketma-ket bir-biri bilan ulangan bo'ladi) u quvurdan o'tgan xomashyo qaytuvchi yoqilg'i gazlari bilan qiziydi. So'ngra u radiant quvurlariga o'tadi va u yerda quvurlarning issiqligida va juda qizigan yoqilg'i gazlar issiqligidan qiziydi.

Issiqlik qizigan panellarning issiqlik chiqarishdan olinadi. Qizigan xomashyo pechning tepa qismidan chiqadi va qayta ishlash uchun



94- rasm. Alangasiz qizdiruvchi quvursimon pech.

- 1 — korpus; 2 — to'siq; 3 — alangasiz gorelkalar; 4—5 — quvurlar( radial quvurlar); 6 — konvektiv seksiya quvurlari.

istiqboli usul deb qaralmoqda. Bu usulda domnalar ham, konvertorlar ham, elektr pechlari ham kerak bo'lmaydi. Biroq bu usulning juda katta energiya sarflashga asoslanganligi, uni ishlab chiqarishga joriy etishga to'siq bo'lib turibdi.

Po'lat qo'llanish sohasiga qarab ikkiga: instrumental (turli asboblardan, uskunalardan, har xil qurollar yasash uchun) va maxsus (zanglamaydigan o'tga chidamli va boshqalar) po'latlarga bo'linadi. Tarkibiga qarab ham ikkiga: uglerodli va ligerlangan po'latlarga bo'linadi. Uglerodli po'latlarning xossasini belgilovchi eng muhim komponenti uglerod bo'lib begona aralashmalari esa (0,3-0,8 % Mn, 0,2-0,4 % Si, 0,005 % gacha P va 0,04 % gacha S) uning xossalariga sezilarli ta'sir etmaydi. Bu po'lat tarkibidagi uglerodning miqdoriga qarab kam uglerodli (0,25 % gacha C), o'rtacha uglerodli (0,25 dan ta 0,6 % gacha C) va ko'p uglerodli (0,6 % C dan ko'p) po'latlarga bo'linadi. Kam uglerodli po'latdan u plastik bo'lganligi uchun bug' qozonlari, turli qalinlikdagi tunukalar, yumshoq simlar va boshqalar tayyorlanadi, o'rtacha uglerodlisidan relslar, qalin tunukalar, simlar, quvurlar va boshqalar tayyorlanadi, ko'p uglerodlisi asbobsoz po'lat bo'lib, turli tuman asbob-uskunalar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Ligerlangan po'latlar tarkibida ugleroddan tashqari maxsus ligerlovchi elementlar, masalan: W, V, Cr, Mo, Ni va boshqalar ushlaydi. Ulardan ayniqsa, xrom keng qo'llaniladi. Ozgina (1-1,5 %) qo'shilgan xrom ham po'latning qattiqligi va mustahkamligini uglerodli po'latga qaraganda keskin oshiradi va bunday po'lat avtomashina va traktorlarning turli qismlari, sharikopodshipniklar tayyorlash uchun ishlatiladi. Agar 12-17 % gacha xrom qo'shilsa, bunday po'lat zanglamaydi, 25-28 % gacha xrom qo'shilsa, po'lat o'tga chidamli bo'ladi. Agarunga xromdan tashqari yana nikel ham qo'shilsa xromanikelli po'lat (1,5 % gacha Cr va to 4 % gacha Ni) yuqori plastiklikka ega bo'ladi, mo'rtligi keskin kamayadi.

Shuning uchun ham bunday po'lat porshenlar, tishli uzatgichlar (shesternalar) dvigatel vallari va boshqalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Zanglamaydigan po'latdan (17-20 % gacha Cr va 10 % Ni) samolyot qismlari kimyo sanoati apparatlari, oshxona idishlari, pichoqlar, qoshiq-vilkalar va shu kabilar tayyorlanadi. O'tga chidamli po'lat (15-25% gacha Cr va 15-27% gacha Ni) esagaz trubinalari, reaktiv va raketa dvigatellari va boshqalar tayyorlashda qo'llaniladi.

Xrom molibdenli va xrom vanadiyli po'latlar (molibden va vanadiylar o'ziga qo'shilsa ham) yuqori harorat va yuqori bosimda ham o'z mustahkamligini saqlab qoladi.

Bunday po'lallar maxsus sharoitlarda ishlovchi apparatlar (sintez kolonnalari, rektorlar, kompressorlar, quvurlar va boshqalar) tayyorlashda ishlatiladi. Xrom volframli po'latlar (4-5 % Cr, 9-19 % W) keskir, qattiq va issiqlikka chidamli bo'lib, kesuvchi asboblarda, apparatlar tayyorlash uchun sarflanadi. Marganetsli po'latalar (8-14 % Mn) urilishga-zarbaga juda chidamli bo'lib, undan maydalagichlar, tegirmonlar, temir yo'l va tramvay strelkalari, krestovinalari tayyorlanadi.

Po'lat navlari shartli ravishda son va harflar bilan belgilanadi. Harf oldidagi son po'lat tarkibidagi uglerodning yuzdan nechadir foiz ulishini ko'rsatadi. Harflar ligerlovchi element borligini ( ular X — xrom, M — molibden, N — nikel, G — marganets, V — volfram, F — vanadiy, T — titan, bilan belgilanadi) ko'rsatadi. Agar ligerlovchi element 1 % dan ortiq bo'lsa, u holda tegishli harf oldiga ligerlovchi elementning foiz ulishini ko'rsatuvchi son qo'yishadi. Masalan, 20 X N 2V navli po'lat bo'lsa, uning tarkibida 0,15-0,25 % uglerod, 2 % ga yaqin nikel, xrom va volfram 1 % dan kamligini ko'rsatadi.

#### **4- §. Po'latga termik va kimyoviy ishlov berish**

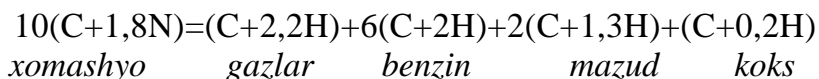
Termik ishlov berish po'lat texnologiyasida muhim operatsiya bo'lib, bunda yuqori haroratda qizdirilib, so'ngra kerakli tezlikda sovitish yo'li bilan strukturasi va xossalari keskin o'zgartiriladi. Termik ishlov berishning har xil turlari bo'lib, muhimlari toblash va bo'shatishdir.

O'rtacha uglerodli va ko'p uglerodli asbobsoz po'latlarga qattiqlik berish uchun toblanadi. Buyum va asbob yuqori haroratda qizdiriladi, so'ngra neft moylariga tushurilib tez sovitiladi. Bunda uglerodning  $\gamma$  - temirdagi qattiq eritmasi (austenit), o'tato'yingana- temirning qattiq eritmasiga (bu xildagi aylanish fazasiga martensit deyiladi) aylanadi. Martensit juda qattiq va mrt b ladi. Mo'rtliginiyo'qotish va qattiqligini saqlab qolish uchun, po'lat buyum bo'shatiladi. Buning uchun u yana qayta 200—500°C gacha qizdirilib va yana sovitiladi.

molekularining parchala-nishi bilan bir qatorda barqaror moddalar sintezlanishi bilan bog'liq bo'lgan ikkilamchi jarayonlar ham ketadi.

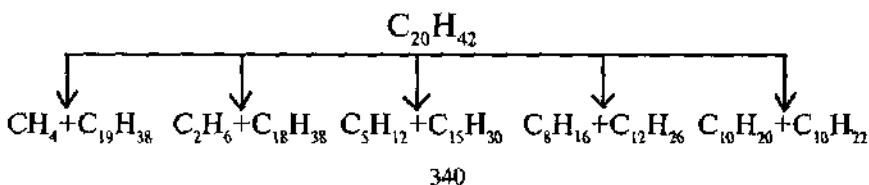
Kreking dastlabki xomashyoga va uglevodorodlar parchalanishining chuqur va sayozligiga qarab 450—720°C da va 7 M Pa gacha bosimda turli: termik kreking, riforming, piroliz va kokslash usullarida amalga oshiriladi. Bu usullarning hammasi ham qo'shimcha ravishda motor yoqilg'isi hamda neftkimyo sanoati uchun gazsimon mahsulotlar olish imkonini beradi.

Turli sinf uglevodorodlarining termik parchalanish jarayonlarining murakkabligiga qaramay ba'zi bir umumiy qonuniyatlarni ko'rish mumkin. Krekingning barcha turlari vodorod atomlari taqsimlanishi bilan tavsiflanadi ya'ni yengil komponentlarning vodorodga boyishi og'ir komponentlarning esa dastlabki xomashyoga nisbatan vodorodlarning miqdorining kamayish jarayoni kuzatiladi, masalan, bir qurilmada boruvchi jarayonni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



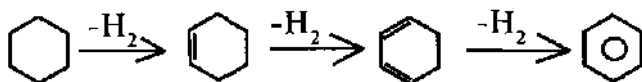
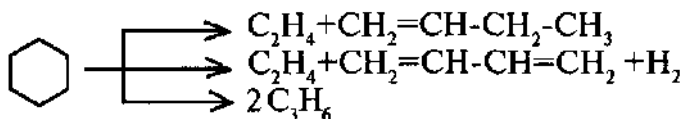
Termik kreking jarayonlarining ko'pchiligi zanjirli radikal mexanizm asosida boradi. Uning boshlangich harorati va tezligi uglevodlarning termodinamik barqarorligi bilan bog'liq bo'ladi.

Neft xomashyosining tarkibida tuzilishi juda xilma xil bo'lgan turli xildagi uglevodorodlar bo'ladi, tabiiyki, ularning termik barqarorligi ham turlicha bo'ladi. Yuqori haroratda uglevodorodlar, ayniqsa, parafinlar uchun degidrogenlanishdan ko'ra uglerod bog'inining uzilishi bilan boradigan jarayonlarning termodinamik jihatdan ehtimoli katta. Parafin uglevodorodlarning molekular massasi qanchalik katta bo'lsa, molekularning (zanjirning) o'rtasida uglerod bog'inining uzilish ehtimoli ham shunchalik yuqori bo'ladi. Masalan, eykozan parafinning termik kreking quyidagi asosiy mahsulotlarning hosil bo'lishiga olib keladi;



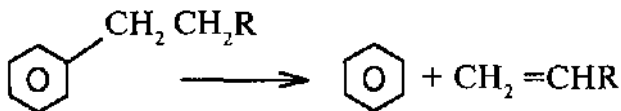
To'yingan va to'yinmagan uglevodorodlarning miqdoriy nisbati teng bo'lganda, reaksiyon aralashmada mahsulotlarning miqdoriy nisbati chapdan unig tomon keskin oshadi.

Naften uglevodorodlarning termik barqarorligi parafinlarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Yuqori haroratda naftenlar uchun degidrogenlanish va zanjirning uzilishi bilan boradigan reaksiyalar xosdir.



Siklogeksan    siklogeksen    siklogeksadiyen    benzol

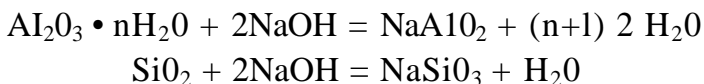
Alkilalmashgan naftenlar krekning yon zanjirning uzilishi bilan boshlanadi. Aromatik uglevodorodlar nisbatan termik barqaror hisoblanadi. Ular orasida eng birinchi alkilalmashgan hosilalari benzol va alken hosil qilib parchalanadi.



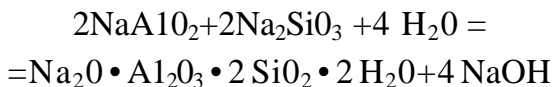
Yuqori haroratda aromatik uglevodorodlar kondensatlanishi ham mumkin, bu holat koks hosil bo'lishiga olib keladi. Turli sinf uglevodorodlarning oddiy moddalardan hosil bo'lish energiyasini haroratga bog'liqlikdan kelib chiqqan holda (96- rasm) krekning mahsulotlarning yuqori haroratda termodinamik barqarorligi quyidagi tartibda kamayadi: **aromatik uglevodorodlar -> alkenlar -> naftenlar -> parafinlar.**

Tegishli ketma-ketlikda parchalanishte zligi ham ortadi. Demak, yuqori birinchi navbatda parafin uglevodorodlar va naftenlar parchalanadi va aromatik uglevodorodlarning to'planishi kuzatiladi. Kreking mahsulotlarida aromatik uglevodorodlari ulushining ortishi ikkilamchi jarayonlar hisobiga ham (masalan, diyenli sintez) bo'ladi.

ishtirokida yana maydalanadi (suyuqlikda maydalanadi) kukun holga keltirilib suspenziya hosil qilinadi. Ikkinchi bosqich boksitni eritish. Bu bosqichda boksit suspenziyasi ishlatilgan natriy aluminatli eritmada (aluminatli eritmada oksidga hisoblanganda 300 g/l Na<sub>2</sub>O bo'ladi). 4-6 soat mobaynida avtolavda 0,4-1,5 MPabosimda issiq suv bilan 150-200°C qizdiriladi. Boksit ishqor ta'sirida eruvchan birikmaga aylanadi. Reaksiya jarayonida boksit tarkibidagi glinozyom va kremnezyom eritmaga o'tadi:



Pulpa avtoklavdan olinadi, yuvuvchi suv bilan suyultiriladi (Na<sub>3</sub>O ning konsentratsiyasi 150 g/l bo'lguncha suyultiriladi). Natijada erimayqolgan qo'shimchalar qizil shlam (qo'shimchalar tarkibidagi temir oksidi unga qizil rang beradi) tarkibiga kirib, uning cho'kishini tezlashtiradi. Bundan tashqari, hosil bo'lgan natriy aluminatning NaAlO<sub>2</sub> bir qismi natriy silikat — Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> bilan o'zaro ta'sirlashib, erimaydigan natriy alyumosilikatga aylanadi:



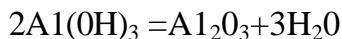
Alyumosilikat cho'kmasi qizil shlam bilan birga tindirgichlarda so'ngra filtr eritmalaridan ajratiladi. Cho'kma suv bilan yuviladi, fUtrat (yuvuvchi suv) esa pulpani suyultirishga yuboriladi.

Ba'zan boksitni ishqorda eritishdan oldin boyitiladi, masalan, boksit tarkibidagi qum, tuproq kabi aralashmalar suv bilan yuviladi. Natijada boksit tarkibidagi begona aralashmalar ancha kamayadi. Uchinchi bosqich, qayirish (vikruchivaniye) deyilib, unda to'xtovsiz aralashtirib turgan holda, 60-90 soat mobaynida suyultirilgan natriy aluminat eritmasining asta-sekin 60° dan 40° gacha sovitish yo'li bilan parchalantriladi. Eritmadan natriy aluminatning gidrolizi reaksiyasi natijasida aluminiyning 50% ga yaqin qismi Al (OH)<sub>3</sub> ko'rinishida cho'kmaga tushadi.



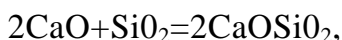
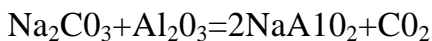
Qayirish oldidan eritmaga toza cho'ktirib olingan kristallaridan qo'shiladi. U qo'r vazifasini o'taydi, ya'ni  $\text{Al}(\text{OH})_3$  yaxshi filtrlanadigan shaklida tez cho'kishini taminlaydi. Pulpa tindirgichda tindiriladi va barabanli vakuum - filtrda filtrlanadi. Tarkibida gidrolizlanmay qolgan  $\text{NaAlO}_2$  va  $\text{NaOH}$  saqlovchi filtrat -qo'r eritma (matochniy rastvor) bug'lantiriladi. Boshlang'ich konsentratsiyaga (tarkibida  $\text{Na}_2\text{O}$  ning miqdori 30 g/l bo'lguncha) kelguncha  $\text{NaOH}$  qo'shiladi va boksitni suyuqlikda maydalash va eritish uchun yuboriladi.

To'rtinchi bosqich kuydirish - kalsinatsiya. Bunda olingan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cho'kmasi aylanuvchi barabanli pechlarda suyuq yoki gaz yoqilg'ilyoqilib  $1200^\circ\text{C}$  haroratda kuydiriladi-kalsinatsiyaladi.



Natijada tarkibida 0,06-0,15 % gacha  $\text{SiO}_2$  saqlovchi juda toza aluminiy oksidi-gilinozyom olinadi.

*Quruq ishqoriy usul* Amalda har qanday miqdorda va har qanday birikma shaklidagi aluminiy saqlovchi ashyolarni qayta ishlashga yaroqli hisoblanadi. Shu jumladan tarkibida  $\text{SiO}_2$  ko'p bo'lgan boksit va nefelin rudalarini ham qayta ishlashga yaroqli. Bu usulda boksit ohaktosh va tarkibida soda saqlovchi qo'r eritma hamda oq shlam (alyumosilxkat) bilan aralashtiriladi. Ular shunday nisbatlarda aralashtiriladiki, bunda 1 mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$  va 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ga bir 1  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hamda 1 mol  $\text{SiO}_2$  ga 2 mol  $\text{CaCO}_3$  to'g'ri keladi. Shunday nisbatlarda aralashtirib tayyorlangan shixta sharli maydalagichlarda yaxshilab maydalaniladi. So'ngra hosil bo'lgan suyuq pulpa forsunka orqali aylanuvchi barabanli kuydirish pechiga (pechning uzunligi 150 m, diametri 5 m) solinadi. Shixta navbat bilan pechni quritish, parchalash, zarrachalarning bir-biriga yopishib yaxlitlanish va nihoyat sovush zonalari orqali o'tadi. Yaxlitlanish (yopishish) jarayoni asosiy bosqich bo'lib,  $1000-1200^\circ\text{C}$  haroratda boradi.



I. Suyuq fazali kreking 470—540°C haroratda va 70 MPa bos' 2 fazali suyuq-bug' sistemada boradi. Odatda bu usul bilan og' xomashyolar (masalan, mazut) resirkulyatsiyani qo'llagan hoi qayta ishlanadi. Buning sxemasi 98- rasmda berilgan. Mazut nac (1) yordamida rektifikatsiya kolonnasining ostki qismid tarelkalardan biriga olib beriladi, u yerda krekingning yonuvc fraksiyalari bilan qo'shilib qisman parchalanadi.

Kolonnaning ostki qismidan og'ir fraksiya chiqariladi va 470 ' 480°C da yengil krekinglash uchun quvursimon pechga (3) jo'natiladi. Kolonnaning o'rta qismidan (2) yengil fraksiya 500— 550°C haroratda chuqur krekinglash uchun quvursimon pechga (4) yuboriladi. Pechlarning bosimi 5—7 MPa bo'ladi. Kreking mahsulotlari 3 va 4 pechlardan reduksion jumrak (5) orqali bug'lantirgichga (6) tushadi, unda kreking qoldiq bug'lardan ajralib bo'lgach, qurilmadan chiqarib olinadi. Bug'lar (benzin bug'lari va gazlar) bug'lantirgichdan, ajratish uchun rektifikatsiya kolonnasiga o'tkaziladi.

Kreking-gaz kondensatordan (7) o'tib separatorda (8) ben- zindan ajratiladi. Olingan mahsulotlarning unumi kreking- benzin 30-35 %, kreking-gaz 10—15 %, kreking-qoldiq 50—55 % gateng bo'ladi. Kreking- benzin tarkibida aromatik uglevodorodlar ko'p bo'lganligi uchun, uning oktan soni (70) oddiy haydash orqali olingan benzindan ancha yuqori bo'ladi.

1. Kreking-gaz tarkibida etilen, etan, propilen, butilen va butan ushlaydi. Ulargazlarniajratuvchiqurilmalarda(GAQ) fraksiyalarga ajratiladi va organik sintezning qimmatbaho xomashyosi sifatida ishlatiladi. Kreking-qoldiq bug'qozonlarning yoqilg'isi hisoblanadi yoki gudron, asfalt, neft koksi kabilarni olish uchun xomashyo sifatida qo'llaniladi.

2. Bug' fazali kreking kichikroq bosim va 600—630°C da haroratda yuqori oq tanli benzin olish maqsadida olib boriladi. Bunda ligroinh fraksiya ishlatiladi, Bug' fazali krekingda benzin bilan bir katorda ko'p miqdorda qimmatli neft kimyo xomashyosi hisoblangan, tar- kibida to'yirunagan uglevodorodlari ko'p bo'lgan gazlar ham olinadi.

3. Proliz — bu yuqori haroratli kreking bo'lib, asosan etilen va boshqa to'yinmagan uglevodorodlarni olish uchun ishlatiladigan xomashyoning turiga qarab (tabiiy gaz, gaz kondensati, kerosin,



gazoyil, ligroin) keng oraliqdagi haroratda (600-1200°C) amalda 670—720°C larda va atmosfera bosimida ligroinli yoki kerosinli fraksiyalarning chuqur parchalanishi hamda ikkilamchi jarayonlar natijasida xomashyoning xossasiga nisbatan 50 % gacha unum bilan gaz (tarkibida 30 % alkanlar saqlaydi) va 45—47 % moy olinadi. Moyni rektifikatsiyalab 20% benzol, 16 % toluol va 2 % kselol olinadi va ular qayta tozalangach individual modda sifatida foydaniladi.

Kokslash-neft qoldiqlari mazut, kreking-qoldiq, gudronlarni 450—500°Cda havosiz joyda termik parchalash jarayoni bo'lib, uning natijasida qo'shimcha yoqilg'i foydaniladigan kulsiz (yonganda kul hosil qilmaydigan) koks olinadi.

Katalitik jarayonlar bugungi kunda neft mahsulotlarini krekinglab oktan soni yuqori bo'lgan va turli organik sintezlarda keng foydalanilayotgan gazlarning olish usulining orasida asosiy o'rinni egallaydi. Katalitik jarayonlar termik jarayonlarda katta tezlikda nisbatan pastroq haroratda va pastroq bosimda boradi hamda u oltingugurtli neftlarni ham qayta ishlashga imkon beradi. Katalizator sifatida g'ovak tashuvchilarga (moddalarga) shimdirilgan holda sintetik alumosilikatlar, platina, molibden oksidlari va xrom ishlatiladi.

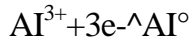
Katalitik kreking bu tipik geterogen katalizdir: dastlabki moddalarning gaz fazadan katalizator sirtiga difuziyalanishi, oraliq kompleks hosil qilish bilan sirtida xemosorbsiyalanishi, kimyoviy reaksiya va kreking mahsulotlarining katalizator sirtidan desorbsiyalanishi va ularning gaz fazaga diffuziyalanishi kabi ketma-ketlik tartibda boradi. Shuning uchun ham foydalaniladigan katalizatorlarning sirti katta bo'lishi (~700m<sup>2</sup>/g), yaxshi regeneratsiyalanish xossasiga ega bo'lishi, oltingugurt birikmalariga chidamli bo'lmog'i hamda mexanik mustahkam bo'lishi lozim. Katalizator sirtida boruvchi kimyoviy jarayonlar ion xarakteriga ega. Bir vaqtning o'zida katalizatoridan tashqarida harorat ta'sirida zanjirli radikalli jarayonlar ham boradi, ammo sust ketadi.

Katalitik kreking sharoitiga eng chidamli bo'lgan birikmalar normal tuzilishli parafinlar va almashmagan aromatik uglevododrodlardir. Olefinlar, naftenlar va uzun zanjirli yon o'rinbosarlari bo'lgan aromatik uglevododrodlar chidamsiz bo'lib, ular birinchi bo'lib krekingauchraydilar. Uzun yon zanjirli aromatik uglevododrodlar oddiy aromatik birikmalar va olefinlarga parchalanadilar.

to'latilgan karkaslar elektrolizyorning yuqori qismiga o'rnatilgan bo'lib, anod vazifasini bajaradi. Suyuq  $Al_2O_3$  ionlarga ajaraladi.



Katodda birinchi navbatda  $Al^{3+}$  qaytariladi (normal potentsiali -1,66 V):



Anoda esa  $AlO^+$  va  $AlO^+$  ionlari zaryadsizlanadi.



Ajaralgan  $O_2$  anod ko'miri bilan birikib qo'shimcha reaksiyalarga sabab bo'ladi. Natijada anoddan chiqadigan gaz tarkibida  $O_2$  dan tashqari  $CO$  va  $CO_2$  ham bo'ladi. Katodda ajaralgan  $Al$  metalining zichligi ( $p=2,73g/cm^3$ ) suyuqlanmanikidan ( $p=235g/cm^3$ ) katta bo'lganligi uchun elektrolizyorning ostida to'planadi.

Ishlab chiqarishda kuydirilgan yoki o'zi kuyuvchi anodli elektrolizyorlar qo'llaniladi (89- rasm). Eni 3 m, qalinligi 1 m bo'lgan po'lat kojux (qoplama)ga o'rnatilgan, anod (1) yuqori qismi anod ramasiga (2) mahkamlangan. Kojux ko'targichga (3) ulangan, uning yordamida yuqoriga ko'tarish yoki pastga tushish mumkin. Kojuxga ch yan q n iroq (4) ham o'rnatilgan. Elektroliz paytida ajralib chiqqan gazlar glinozyom va kriolit changlari ventilyatsiya qurilmasi yordamida unda yig'iladi. So'ngra  $CO$  garelkada (5) yoqiladi.

Anodli kojuxga yuqori qismiga yarim suyuq holdagi plastik anod massasi (6) solinadi ( anod massasi kulsiz neft koksi yoki pyok koksiga pyok qo'shib tayyorlanadi). Anodning ostki qismi yonib kamayishi bilan u pastga tushaveradi va yarim suyuq massa yuqori harorat ta'sirida kokslanib, elektrni yaxshi o'tkazuvchi qattiq uglerodli anod massasiga (7) aylanadi. Tok o'tkazish uchun anodga po'lat sterjen (8) qoqiladi. Anod pastga tushgach, sterjin sug'urib olinadi va yana qaytadan qoqiladi. Elektrolizyor tashqi tomoni po'lat bilan qoplangan g'ilofdan (11), uning ustiga chidamli g'ishtdan qilingan devorlardan (10) iborat. Elektrolizyorning ostki va yon tomonlari ko'mir bloklar va plitalardan (9) iborat.



Regeneratordan yana reaktor (5)ga boradi. Katalitik kreki natijasida oktan soni 76—82 bo'lgan 70 % unum bilan benzin, 12-15 % bir atomdan to'rt atomgacha uglerod saqlovchi gazlar va 6 % gacha koks olinadi. Sanoatda qaynovchi qavatli katalizatori bo'lgan katalitik tipidagi qurilma keng tarqalgan. Katalizator sifatida siyrak' yer elementlari bilan aktivlangan alumosilikatlardan (seolitlar) foydalaniladi.

Katalizatorni qo'llash energetik xarajatlarni kamaytirishga, qurilmalarning mahsuldorligini oshirishga, benzinning sifatini va miqdorini oshirishga imkon beradi. Keyingi yillarda gidrokreking keng qo'llanilmoqda. Bu 6 MPa bosimda 360-450°C da alumosilikatlarga qo'yiigan metall (Ni, W, Co, Mo) katalizatorlarda amalga oshiriladi.

**Katalitik reforming** — oktan soni yuqori bo'lgan benzin yoki individual aromatik birikmalar olish maqsadida oktan soni kichik bo'lgan benzin va ligroinni vodorodli muhitida qayta ishlash jarayonidir. Reformingda katalizator tasirida bir vaqtning o'zida quyidagi: olti a'zoli naftenlarning degidrogenlanishi, parafinlarning digidrogenlanib xalqali birikmalarga aylanishi, besh a'zoli naftenlarning olti a'zoli birikmalarga degidrogenlanib izomerlanishi, parafin uglevorodlarning gidrokrekingni va izomerlanishi reaksiyalari boradi. Kobalt va molibdenli katalizatorlar neft mahsulotlarining S li birikmalarini gidrogenlanib H<sub>2</sub>S hosil qilinishiga olib keladi. Bu hoi S li (S li birikmalari ko'p bo'lgan) neftlarni qayta ishlash imkoniyatini beradi.

Reforming ikki tipga - platforming va gidroformingga bo'linadi. Platforming ftorlangan aluminiy oksidiga joylashtirilgan platina katalizatorida 480-510°C harorat va 2-4 MPa vodorod bosimida olib boriladi. Gidroforming alyumolibdenli katalizator qavatda 1,7-1,9 MPa gaz bosimida amalga oshiriladi.

**Neft mahsulotlarini tozalash.** Haydash yo'li bilan va krekinglash orqali neft mahsulotlari tarkibida olifinlar, diolifinlar, oltingugurtli kislorodli va azotli birikmalar saqlaydi. Ular kimyoviy aktiv moddalar bo'lganligidan saqlash vaqtida oksidlanadilar va polimerlanadilar.

Neft mahsulotlarini tozalashning usullari kimyoviy va fizik-kimyoviyga bo'linadi. Kimyoviy tozalash usullariga: gidrotozalash va sulfat kislota bilan tozalashlar kiradi. Fizik-kimyoviyga adsorbsion va adsorbsion tozalash usullari kiradi.

Sulfat kislota bilan tozalash usuli katta miqdorda o'yuvchi reagentlar talab qiladi va bundan foydalanish qiyin bo'lgan chiqindilar hosil bo'ladi. Shuning uchun hozirgi davrda gidro- tozalash usuli keng tarqalgan. Bu usul oltingugurtli neftdan neft mahsulotlarini olish imkonini beradi. Bu usul 380-420°C va 3-4 MPa bosimda neft mahsulotlarini kobalt-molibdenli katalizatorlar ishltirokida selektiv (tanlab) gidrogenlashga asoslangan. Natijada oltingugurt, kislorod va azotning organikbirikmalaridan: uglevorodlar hamda ajralib chiqishi oson bo'lgan H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> va H<sub>2</sub>O hosil bo'ladi.

Shu bilan bir qatorda diyenlarning va aktiv olefinlarning gidrogenlanib to'yingan uglevorodlar hosil qilish jarayoni ham boradi. Hidrotozalashda reforming natijasida olinadigan arzon vodoroddan foydalaniladi.

*Adsorbsion usullar.* Bunda neft mahsulotlari adsorbentlar-tabiiy tuproq, boksit, silikagel kabilar aralashiriladi, qaysiki, ularning yuzasiga birinchi navbatda oltingugurt, azot va kislorod saqlovchi birikmalar hamda diolifmlar adsorblanadi.

Absorbsion usullari kerosin va moylarning zararli aralashmalarini ular bilan aralashmaydigan suyuqliklarda tanlab erib o'tish xossasiga asoslangan. Shunday suyuqlik sifatida suyuq oltingugurt (IV) oksidi, furforol, nitrobenzol, dixlor etil efiri va boshqalar qo'yiladi. Erituvchilar yo'li bilan regeneratsiyalanadi.

**Gazsimon yoqilg'ilar.** Yonuvchi gazlarga: tabiiy va yo'lovchi gazlar, neftni qayta ishlashdan hosil bo'lgan gazlar (kreking, reforming, piroliz gazlari), generator gazlari koks va domna gazlari kiradi. Ular yoqilg'i sifatida hamda kino sanoatining xomashyosi sifatida foydalaniladi. 1940-yillargacha dunyoda xalq xo'jaligining gazga bo'lgan talabi qattiq yoqilg'ilarni qayta ishlashdan hosil bo'lgan sintetik gaz hisobiga qondirilib kelingan bo'lsa, hozirgi davrda esa asosan tabiiy va neft gazlari hisobiga qondirilmoqda.

Tabiiy gaz tarkibida qo'shimcha sifatida ozroq noorganik gazlar (vodorod sulfid, uglerod (IV) oksidi, azot, geliy va boshqalar) aralashmasini saqlovchi metan qatoridagi gazsimon uglevorodlar aralashmasidan iboratdir. Tarkibida neft bo'lmagan yer ostida tuplangan gazlarni tabiiy gaz, uning konlarini gaz konlari deyiladi. Neft olganda u bilan aralashib chiqadigan gazlarni yo'ldosh (yo'lovchi) yoki neft gazlari deyiladi. Tabiiy gaz asosan metandan

Shuning uchun ham neft va gazni kimyo sanoati uchun homashy sifatida qoldirish, energiya manbai sifatida nisbatan istiqbolli bo'lgan atom va termoyadro reaksiyalari hamda ko'mir energiyasida foydalanish juda muhimdir.

Toshko'miming dunyo zaxirasi neft va gazga nisbatan 5 marta ortiq. Ammo toshko'mir atrof-muhitni ko'p ifioslaydi. Ekologik toza" energiya manbai bu asosan vodorod va metanoldir. Ma'lumki, vodorodning yonishidan suv hosil bo'ladi. Suv bug'lari esa atrofni tozalaydi. Uning yonishidan juda katta issiqlik chiqadi (125 510 kJ/kg), ko'mirdan 4 marta ko'p (uglerod 32 800 kJ/kg) energiya beradi. Vodorod suvdan olinadi, demak, uning xomashyosi bitmas tuganmasdir. Hozirgi paytda vodorod avtomobillarning yoqilg'isiga qo'shib (5-10 %) foydalanilmoqda. Bunday qilinganda avtomobillardan chiqiladigan zaharli gazlar miqdori ancha kamayadi. Benzina metanol ham qo'shib yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

Vodorod bevosita samolyotlar va avtomobillar uchun yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin, biroq uni metallurgiya va kimyoviy texnologiyada qo'llanilishi ayniqsa, istiqbolli hisoblanadi. Temir oksidlarini metallgacha qaytarish uchun uglerod (koks) o'rniga vodorod qo'llanilayotgan zavodlar hozirgi kunlarda ham ishlab turibdi. Uni rangli metallarning rudalarning qayta ishlash jarayonlarida qo'llanilishi juda foydalidir. Odatda, mis, nikel va boshqa metallar saqlagan sulfidli rudalarni havoda yoqiladi. Bunda oltingugurt (IV) - oksidi va tegishli metallar oksidi hosil bo'ladi. Agar rudaga vodorod bilan ishlov berilsa, faqat oltingugurt va suv chiqindi hisoblanadi. Vodorod kimyoviy texnologiyada metanol va ammiak olish uchun boshqalarda qo'llaniladi.

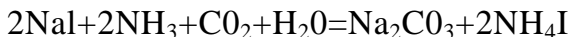
Vodorodni katta miqyosda olish uchun bir necha alternativ usullar taklif qilingan, bulardan eng istiqbollari termokimyoviy va elektrokimyoviy usullar hisoblanadi. Hozirgi paytda vodorodni suvdan va ko'mirdan nisbatan arzon olish usullari ishlab chiqilmoqda. Yapon olimlarining yangi usuli nisbatan ancha arzon vodorod olish imkonini beradi. Bu usul quyidagi reaksiyaga asoslangan.



$\text{NiI}_2$  800°C da parchalanadi.  $\text{NiI}_2 \rightarrow \text{Ni} + \text{I}_2$  so'ngra,  $\text{I}_2$  gasoda qo'shib 600~700°C da qizdiriladi.



Hosil bo'lgan NaI va CO<sub>2</sub> ga reaksiyaning birinchi bosqichida hosil bo'lgan NH<sub>3</sub> niqo'shibyana NH<sub>4</sub>I olinadi:



Dunyoda 1977- yilda 30 mln.t. vodorod ishlab chiqarilgan bo'lsa, 1985- yilga kelib bu ko'rsatgich 50 mln. t. bo'ldi.

Ayniqsa, termoyadro reaksiyalarining energiyasidan foydalanish juda istiqbollidir. Chunki bu reaksiyada ishlatiladigan xomashyo manbai ham bitmas tuganmasdir. Bunda vodorodning og'ir izotopi deyteriy va ozgina tritiy ishlatiladi.



Bu reaksiya uranni parchalanish reaksiyasidan (AES lardan uranni parchalanishidan chiqadigan energiyadan foydalaniladi). Farqi va ajoyib ustunligi shundaki, bu reaksiyada radiaktiv moddalar hosil bo'lmaydi. Demak, atom egnegiyasi radiatsiya xavfidan batamom ozod bo'ladi. Bunday qurilmalarning avariyasi ham xavfli hisoblanmaydi. Bundan tashqari termoyadro reaksiyasi natijasida olingan energiya miqdori ham ko'p bo'ladi. 1 g D va T aralashmasining termoyadro reaksiyasi natijasida 35·10<sup>7</sup>kJ energiya ajralib chiqadi, bu 1 g uran 235 ning parchalanishidan ajralib chiqqan, energiyadan 5 marta ortiqdir. 1 Htr suvdagi deyteriy energiyasi 300 l benzin yonganda chiqadigan energiyaga ekvivalentdir. Yerdan esa 14·10<sup>20</sup> l suv bor. Hozirgi hisob kitoblarga ko'ra dengiz va okean suvlaridagi deyteriy zaxiralari 10<sup>21</sup> tonna neftga ekvivalentdir. Deyteriyning Yer yuzasidagi miqdori taxminan 4·10<sup>19</sup> tonna.

Termoyadro reaksiyalarini ham hozirgi paytda boshqarish yo'llari topildi. Yaqin kelajakda asosiy energiya manbai termoyadro reaksiyalarining energiyasi bo'lib qolishi ham mumkin.

## 2- §. Yoqilg'i va uni qayta ishlash

Tabiiy yoki suniy organik yonuvchi moddalar *yoqilg'i* deyiladi. Ular energiya manbai hamda kimyo sanoatining xomashyosidir. Agregat holatiga qarab barcha yoqilg'ilar: qattiq, suyuq va gazsimonga bo'linadi.

## ***IX BOB. ORGANIK SINTEZ SANOATI***

### **1- §. Organik sintez xomashyosi va tipik kimyoviy texnologik jarayonlar**

Organik birikmalarni ishlab chiqarish qadimdan boshlangan, ammo u uzoq yillar davomida tabiiy materiallar tarkibidagi mahsulotlarni (qand-shakar, skipidar, o'simlik va hayvon moylari hamda yog'lari va boshqalar) ajratib olishga asoslangan yoki murakkab tabiiy mahsulotlarni oddiy moddalarga (oziq-ovqat mahsulotlarini spirt va sirka kislotasiga, yog'larni sovun va gliserin-gacha) parchalashga asoslangan edi.

XIX asrning o'rtalariga kelib organik kimyo taraqqiyotida yirik muvaffaqiyatlar qo'lga kiritildi. A.M. Butlerovning organik moddalarning tuzilish nazariyasi yaratildi, fizika, kimyo va texnik fanlarning yutuqlari, toshko'mirni kokslashdan hosil bo'luvchi qo'shimcha mahsulotlarga asoslangan xomashyo bazasining yaratilishi va boshqalar, organik sintezning paydo bo'lishiga, ya'ni, oddiy moddalardan murakkab moddalarni olishga olib keldi.

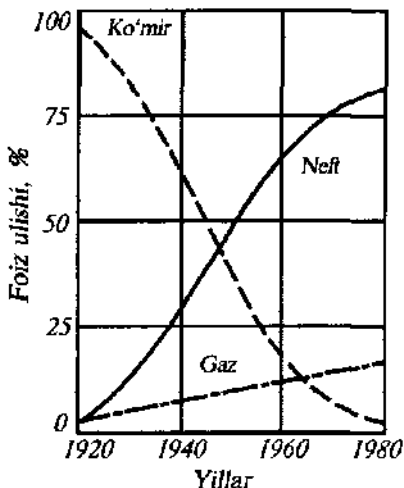
Organik kimyoning dastlabki yutuqlari tabiiy materiallarni (tabiiy bo'yoqlar, dori-darmonlar, hid beruvchi moddalar) sintetika almashtirishga qaratildi. Keyinchalik esa asta - sekinlik bilan tabiatda uchramaydigan (portlovchi moddalar, yuqori molekular birikmalar) birikmalarni sintezlashga qaratilgan. O'tgan asrning 30-50- yillarda tabiiy gaz va neft qazib olish hamda uni qayta ishlash sohasidagi ulkan muvofaqiyatlar organik sintezning gurkirab rivojlanishi uchun mustahkam xomashyo bazasini yaratdi. Toshko'mir xomashyosining neft mahsulotlari ashyosiga almashtirishga bo'lgan moyillik 100- rasmda ifodalangan. Bunday almashinish jarayonida yangi neft kimyo sintezi deb ataluvchi termin paydo bo'ldi. Bu sintezning yangi xomashyo bazasiga asoslanganligini ko'rsatadi xolos, biror mahsulotni kondan xomashyodan (toshko'mir xomashyosidan yoki neft xomashyosidan) foydalanib sintezlanishidan qat'iy nazar ular ishlab chiqarishda prinsipial farq bo'lmaydi.

Organik sintez sanoati xomashyo sifatida: galogenlar va ularning birikmalaridan, kislotalar, oksidlar, ishqorlar, ammiak, vodorod,



suv, havo va boshqalardan foydalaniladi. Bu moddalar organik mahsulotlariga turli atomlar va guruhlarni kiritish uchun, bir moddani bir qancha boshqa moddalarga aylantirish uchun, individual moddalarni ajratib olish va tozalash uchun foydalaniladi.

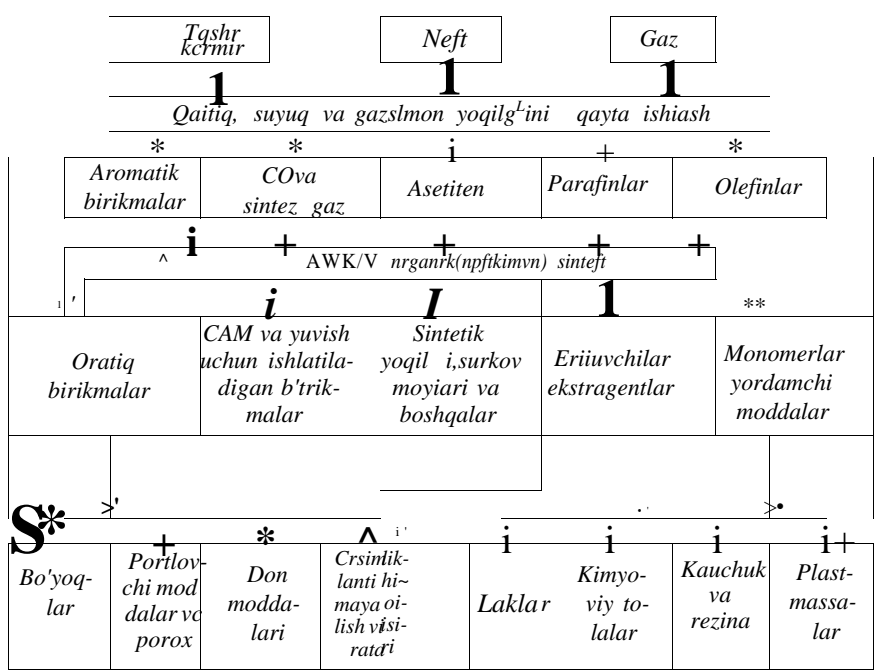
Organik sintez o'z taraqqiyotining boshlang'ich bosqichlarida oxirgi asosiy mahsulot bilan oraliq yarim mahsulotlar (alkenlar, galogenlik hosilalar, spirillar, aldegidlar, ketonlar, fenollar, aminlar va boshqalar) ishlab chiqarishni qo'shib olib bordi. Keyinchalik organik sintezdan bir qancha o'ziga xos ishlab



100- rasm. Sanoat organik sintezida turli xom ashyo turlari rolining o'zgarishi.

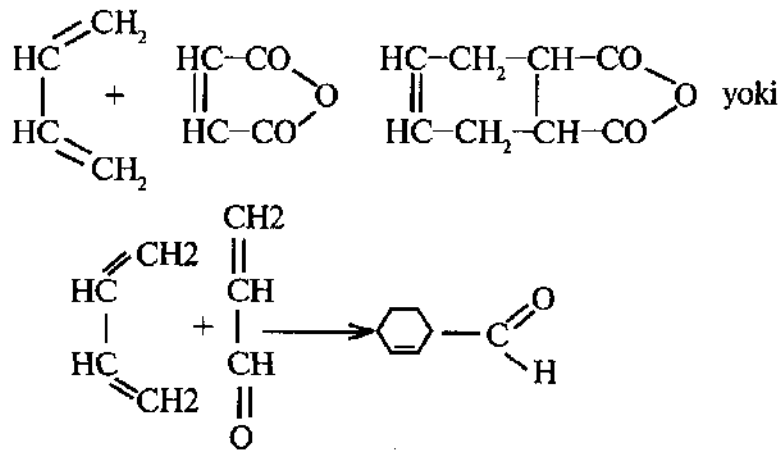
chiqarishlar: plastmassalar, sintetik kauchuklar, kimyoviy tolalar, bo'yoqlar, dori-darmonlar texnologiyalari ajralib chiqdi. Hozirgi zamon organik sintez sanoati ikki muhim maqsadga qaratilgan. 1) keng ko'lamli ishlab chiqarish, bunda (o'n va yuz ming tonnalab ishlab chiqariladi) sanoatning boshqa tarmoqlari uchun yarim mahsulotlar (masalan, yuqori molekular birikmalar uchun monomerlar) ishlab chiqariladi; 2) bir qancha tayyor mahsulot (yuqori vositalari, kimyoviy zaharli birikmalar, erituvchilar va boshqa)lar ishlab chiqarish. Bugungi kunda organik sintez mahsulotlaridan u yoki bu darajada foydalanmaydigan xalq xo'jaligining biror tarmog'i yo'q. Buni 101- rasmda yaqqol ko'rish mumkin.

Organik sintez sanoatdagi taraqqiyot ma'lum darajada yangi reaksiyalarni kashf etilishi va uni ishlab chiqarishga tatbiq etilishiga bog'liq. Ko'pincha prinsipial yangi reaksiya organik kimyodan yangi davrni boshlab beradi. Masalan, 1928-yilda 1-4holatdabog'langan diyen sistemalariga ikkilamchi va uchlamchi bog'lanish (diyenofillar) tutgan moddalarning birikib, olti a'zoli sikllar hosil qiladigan diyen sintezi reaksiyasi (O. Dils va K. Alder) ochilgan edi.

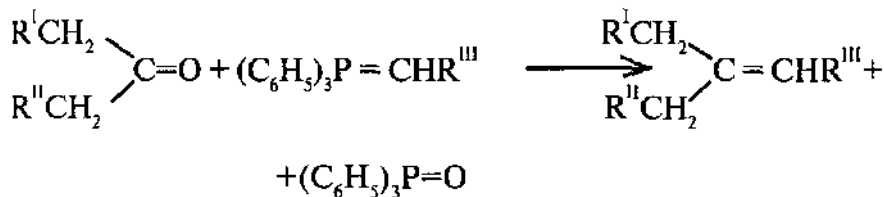


101- rasm. Asosiy organik sintezining xalq xo'jaligidagi roli.

Bu reaksiya turli-tuman siklik birikmalardan tortib to murakkab polisiklik sistemalar, masalan, steroid va so'ngra geterotsiklik sistemalar kabi ko'pincha yangi sintetik moddalar olishning asosi bo'lib qoldi.



## Vittig reaksiyasi



Bu olefinlar sintez qilish yangi usulining asosi bo'lib qoldi. Ular esa ko'pgina mahsulotlar ishlab chiqarish uchun zarur xomashyo hisoblanadi.

Fazalararo katalizdan foydalanish organik sintez taraqqiyotida yangi bosqich bo'ldi, bunda reaksiya aralashmaga maxsus moddalar - fazalararo ko'chiradigan katalizatorlar (ammoniyli, fosfoniyl tuzlar, kraun-efirlar) qo'shiladi. Bu moddalar, masalan, anionlarni suvli yoki qattiq fazadan organik fazaga ko'chirishga yordam beradi, u yerda bo'lar reaksiyaga kirishadi. Fazalararo katalizatorlar samara beradigan reaksiyalar soni juda ko'p va ular karbonionlar ishtirokidagi (Klyayzen, Mixael, Vittig, Xorner va boshqalarning reaksiyalari, C-alkillash, birikish reaksiyasi va boshqalar) barcha reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Fazalararo katalizning oksidlanish reaksiyalarida qo'llanilishi istiqbolli hisoblanadi, bunda organik modda suvda oksidlovchi esa organik erituvchida erimaydi. Masalan, benzolda erimaydigan kaliy permanganat oz miqdorda Kraun-eflr qo'shilganda tarkibida  $\text{MnO}_4$  ioni bo'lgan kuchli oksidlovchi bo'lib xizmat qiladigan malinali benzol deb ataluvchi moddani hosil qiladi.

Ayniqsa, element organik birikmalarning (1926- yilda borazol, 1963- yilda karboron va uning analoglari —  $600^\circ\text{C}$  gacha issiqlikka chidamli, silikonlar, silikonli kauchuk — 60 dan  $+ 200^\circ\text{C}$  gacha chidamli, fosfororganik birikmalar, ftoroorganik birikmalar, masalan, teflon  $400^\circ\text{C}$  gacha issiqlikka chidamli) sintezlanishi organik sintez mahsulotlari ishlab chiqarishga keng yo'l ochib berdi.

Organik sintezga chiqaradigan mahsulot turlarini to'xtovsiz kengaytirish va yangilash bilan dinamik o'sib borishi ta'minlanadi, ya'ni yangi apparatlar va jarayonlarni o'zlashtirish, mukammal texnologiyalarni ishlab chiqarishga tatbiq etish, avtomatlashtirish va

mexanizatsiyalashtirishning samaradorligi yuqori bo'lgan vositalari bilan ishlab chiqarishni jihozlash va boshqalar shular jumlasidandir.

Organik sintez sanoatning yaqin kelajadagi vazifasi bu ishlab chiqarishning energiyaga bo'lgan talabini kamaytirish, atrof-muhitga zararli ta'sirini kamaytirish maqsadida xomashyoni qayta ishlashning samaradorligini oshirish va chiqindi miqdorini kamaytirishdan iboratdir.

Organik sintez mahsulotlarini sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun har xil reaksiyalardan: galogenlash, sulfolash, nitrolash, oksidlanish-qaytarilish, gidrogenlash va digidrogenlash, gidratlash va degidratlash, siklizatsiyalash, izomerizatsiyalash, kondensatlanish, polemerlanish; etirifikatsiya, alkillash va boshqalardan keng foydalaniladi. Bunda oddiy moddalardan ancha murakkab bo'lgan moddalar olinadi (uglerod zanjiri o'zaytiriladi). Ba'zi hollarda dastlabki modda molekulasida uglerod sonini o'zgartirmay, uning tuzilishini va reaksiya qobiliyatini o'zgartirishga muvaffaq bo'linadi yoki dastlabki moddaning uglerod zanjirini parchalab yangi mahsulotlar olinadi. Ko'pchilik organik reaksiyalar kinetik sohada boradi va reaksiyaning umumiy tezligi, reaksiyaning tezlik tenglamasi bilan aniqlanadi.

$$u = dx/dr = K \cdot AC$$

Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi AC reaksiya tartibini ko'rsatuvchi kinetik tenglamaga asosan, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari ko'paytmasiga teng. Tezlik konstantasi esa Arrenius tenglamasiga bo'ysunadi.

Organik sintez jarayonida bir vaqtning o'zida bir qancha parallel va ketma-ket reaksiyalar boradi. Ketma-ket reaksiyalarda ko'pchilik hollarda ulardan biri jarayon tezligini limitlaydi, belgilaydi. Jarayonning umumiy tezlik konstantasi K elementar reaksiyalar tezligining murakkab runksiyalari bilan ifodalanish mumkin.

Maqsadli mahsulot bo'yicha (olinishi maqsad qilib qo'yilgan mahsulot) jarayonning selektivligi, asosiy va qo'shimcha reaksiyalar tezlik konstantalarining nisbatlari bilan aniqlanadi. Shu sababli organik sintez jarayoni intenzivlashtirish uchun faqat asosiy reaksiyani tezlashtiradigan yoki ketma-ket boruvchi reaktivlarning me'yorli bosqichlarini tezlashtiruvchi selektiv katalizatorlardan foydalaniladi.

Organik sintezda kimyoviy-texnologik jarayonlarni juda uashusuUarini qo'llashda ko'pchilik hollarda dastlabki, oxirgi yoki oraliq birikmalarini barqarorlashtirish bilan chegaralanadi, chunki ular termik parchalanadilar yoki qo'shimcha mahsulotlarga aylanib qoladi.

Bunday hollarda jarayonning tezlik konstantasini oshirish uchun katalizator bilan bir qatorda turli ion yoki radikal xarakterdagi, fotosintez, radiatsion nurlantirish, lazerli nurlantirish, elektrosintez kabi turli initsiatorlardan foydalaniladi. Masalan, ko'pgina monomerlarni polimerlash uchun turli xildagi peroksidlardan foydalaniladi, yuvish vositasining tarkibiy qismlaridan birini olish uchun ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirib, sulfoxlorlanadi, polimerlarni «tikish» va kauchukni vulqonlashda rasion nurlantirishdan foydalaniladi.

Organik sintez sanoatning muhim ahamiyatlardan biri yaqin yillar ichida sovun, olifa, surkov moylari, spirt kabi o'nlab mahsulotlar ishlab chiqarish uchun katta miqdorda oziq-ovqat mahsulotlari ishlatilishiga chek qo'yish, ya'ni bu maqsad uchun oziq-ovqat mahsulotlarini nozik mahsulotlarga aylantirishdan iboratdir.

Hozirgi zamon organik sintez sanoati korxonalari har turli texnologik sexlarning birlashtirilgan kompleksidan iboratdir. U nafaqat maqsadli mahsulotlar ishlab chiqaradi, balki ko'pgina qo'shimcha mahsulotlarni ushlab qolish va qayta ishlash qurilmalarini ham o'z ichiga oladi.

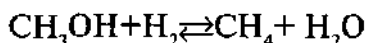
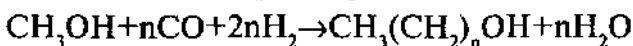
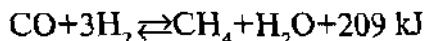
## 2- §. Metanol sintezi

R. Boyl 1661 - yilda yog'ochni quruq haydash (havosiz muhitda) mahsulotlari tarkibida metanol borligini aniqladi. Uning nomi ham shundan kelib chiqib *yog'och spirti* deb atalgan. Uni 1834- yilda J. Dyuma va E. Peligolar toza holda ajratib olishga muvaffaq bo'ldilar. Birinchi marta u 1923- yilda Germaniyada sintez qilina boshlandi. Metanol uglerod (II) oksidini gidrogenlash usuli bilan, ya'ni sintez-gazdan olinadi.

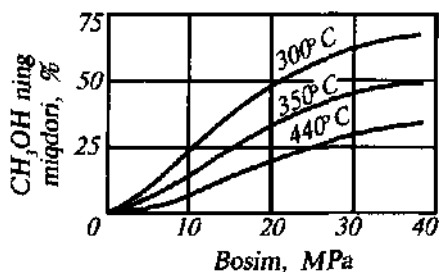


Sintez gaz metanni suv bug'i bilan oksidlovchi konvertsiyasidan yoki tabiiy gazni termooksidlovchi kreking qilish bilan (bunda sintez gaz bilan bir vaqtda asetelin ham olinadi) olinadi. Metanol sintezlash

uchun CO va N<sub>2</sub> gazlarining 1:4 dan 1:8 gacha nisbatdagi aralashmasi olinadi. Jarayon 20—35 MPa bosimda 370—420°C haroratda ruxromli katalizator ishtirokida olib boriladi. Metanolning unumi unchalik katta emas, shuning uchun sintez dastlabki gazlar aralashmasini ko'p marta aylantirish (sirkulyatsiyalash) bilan amalga oshiriladi. Bosimning kamayishi yoki haroratning optimal qiymatidan ortishi metan, formaldegid, dimetil efir va yuqori spirtlar kabi qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lishga olib keladi.



Reaksiya jarayonida metanolning hosil bo'lishi reaksiya aralashma hajmining kamayishi bilan boradi, shuning uchun Le-Shatele prinsipiga muvofiq sistemada bosimning ortishi muvozanatning spirt hosil bo'lishi tomonga siljishga hamda qo'shimcha reaksiyalarning borishini kamayishiga olib keladi. Reaksiya ekzotermik bo'lganligidan haroratning ko'tarilishi muvozanatni chapga siljitadi va sintez-gazning metanolga aylanish darajasini kamaytiradi. Shu bilan bir qatorda past



**102- rasm.** Reaksiya aralashmada metanolning muvozanat ulushining (miqdorining) bosim va haroratga bog'liqligi.

haroratda muvozanat metanol hosil bo'lishi tomonga kuchli siljiydi, ammo metanolning sintezlanish tezligi juda sust bo'ladi hamda bunday sharoitda sintezni tezlatuvchi katalizator ham hozircha ma'lum emas. Shuning uchun ham sanoatda jarayon juda kichik harorat (20—30°C) intervaliga olib boriladi.

Metanol unumining harorat va bosimga bog'liqligini 102-rasmda ko'rish mumkin.

Sanoatda gazlar aralashmasini siqish uchun zarur bo'ladigan energiya sarfiyotini kamaytirish uchun jarayon odatda 20-35 MPa bosimida olib boriladi. Amalda eng optimal sharoit yaratilganida ham gazlar aralashmasida reaktor orqali bir marta o'tganida hosil bo'ladigan metanolning unumi 5-20 % bo'ladi. Shu boisdan dastlabki gazlar aralashmasida hosil bo'lgan metanol ajratib olinib, reaksiyaga kirishmay qolgan gazlar yana qayta reaktorga kiritiladi, ya'ni bir necha bor sirkulyatsiya qilinadi, unum 84-87% ga chiqariladi.

Sanoatda ikki xil katolizatoridan foydalaniladi: 1) rux-xromli ( $8ZnOCr_2O_3CrO_3$ ), u yuqori haroratga, kontakt zaharlariga chidamli, zaharlanganda ham yana qayta aktivlash mumkin, oson regeneratsiyalanadi, selektivligi yuqori. Buning uchun optimal sharoit 370-400°C va 25-30 MPa bosim; 2) mis katalizatori aktivligi juda yuqori, ammo kontakt zaharlariga va yuqori haroratga chidamsiz, qaytmas holda zaharlanadi. Shuning uchun ham 300°C va 15 MPa bosimda foydalaniladilar.

Rossiya FA neft kimyo sintezi institutida o'tkazilgan tekshiruvlar sintez reaksiyasi yuqoridagidan boshqa tartibda borishini ko'rsatdi.

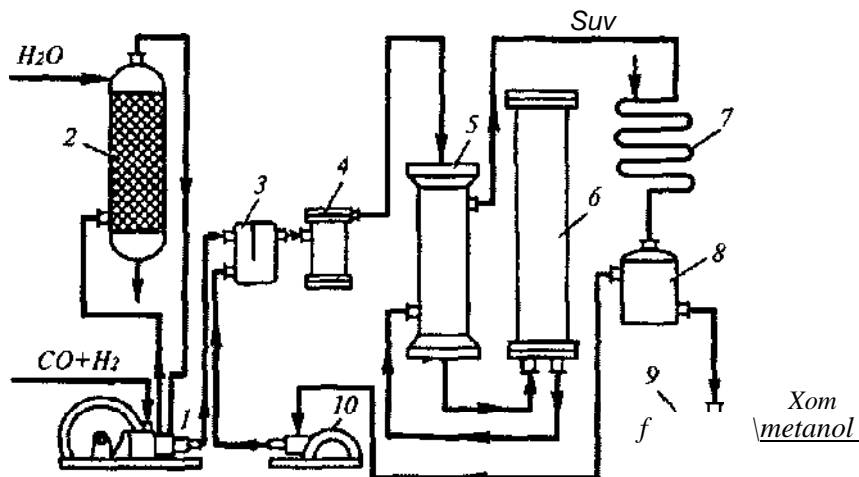
$CO_2 + 3H_2 \rightarrow CH_3OH + H_2O$ . Lekin nima uchun metanol CO va  $H_2$  dan (sintez gazdan) olinadi? Gap shundaki, sintez gazda doimo  $CO_2$  va suv bug'larining aralashmasini (5 % gacha) bo'ladi. Bu miqdor reaksiya boshlanishi uchun kifoyadir. Metanol sintezida katalizatorlar ta'sirida uglerod (II) - oksid suv bug'i kislorodi hisobga uglerod (IV) - oksidgacha oksidlanadi (busiz jarayon ketmas edi).

Metanol rangsiz suyuqlik 64,7°C da qaynaydi, suvda cheksiz eriydi, organik erituvchilar bilan istagancha aralashadi, o'ta zaharli, 5-10 ml ichilsa ko'r qiladi, 30 ml o'limga olib keladi.

Dunyoda metanol ishlab chiqarishning yillik o'sishi 15 % ni tashkil etadi. Vaholanki, 1970- yillarda metanolga kam ishlatiladigan mahsulot deb qaralgan. Undan formaldegid, dimetiltereftalat, metilamin, dimetisulfat, dimetilformarnid, melamin, metilatsetat, metilakrilat, metilmetakrilat, yuqori molekular spirtlar va boshqa ayrim mahsulotlar olingan. Endilikda metanoldan benzin, dizel yoqilg'isining yengil fraksialari, sirka kislota va sirka aldegid, olefmlar, etilen va propilen, etilenglikol, vinilsateat etilbenzol, stirol kabi ko'p tonnali mahsulotlarni olish jarayonlari ishlab chiqilgan. Metanol

oziq-ovqat mahsulotlari uchun xomashyo bo'lib qoldi va yaqin kelajakda kimyo sanoatining eng muhim mahsuloti bo'lib qoladi.

2000- yilga kelib faqatgina AQShning o'zida 150 mln tonnadan ortiqroq metanol ishlab chiqarildi. Metanol ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 103- rasmda keltirilgan.



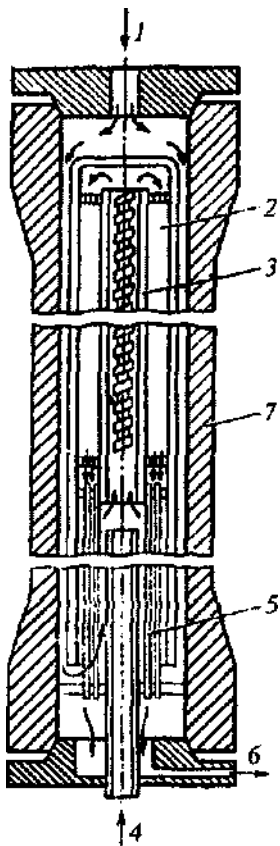
**103- rasni.** Uglarod (II) oksidi va vodoroddan metanol sintezi qurilmasining sxemasi.

- 1 — kompressor; 2 — skrubber; 3 — aralashirgich; 4 — filtr; 5 — issiqalmashgich; 6 — sintez kolonnasi; 7 — kondensator; 8 — separator; 9 — xom spirt yig'ichi; 10 — sirkulyatsiya kompressori.

Oltinugurtli birikmalardan tozalangan dastlabki gazlar aralashmasi besh bosqichli kompressorda 1 dan 25 MPagacha siqiladi. Uchinchi va to'rtinchi bosqichlar oralig'ida gaz nasadkali skrubber (2) da  $\text{CO}_2$  dan tozalash uchun 3 MPa bosim ostida suv bilan yuviladi. Kompressorning beshinchi bosqichidan chiqqan siqilgan gaz aralashirgich (3)da moylardan tozalash maqsadida filtr(4)ga yuboriladi. So'ngra gazlar aralashmasi issiq almashtirgichning (5) quvurlar oralig'idagi bo'shlig'i orqali o'tkaziladi, u yerda chiqib (6) ketuvchi kontakt gazlari bilan  $220^\circ\text{C}$  gacha qizib sintez kolonnasiga kiradi.

Metanol sintezi kolonnaning (104- rasm) balandligi 12—18 m, ichki diametri 0,8—1,2 m, devorining qalinligi 0,04—0,1 m. Uglarod





**104- rasm.** Metanol sintezi kolonnasining sxemasi.

- 1 — gaz kiradigan joyi;
- 2 — katalizator qutisi;
- 3 — elektr qizdirgich;
- 4 — gaz kiradigan joy (baypas gazi kiradigan yo'l);
- 5 — issiq almashtirgich;
- 6 — gaz chiqadigan yo'l;
- 7 — kolonna korpusi.

1400-2000 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> sarflanadi. Unum nazariy hisobning 84-87 % ni tashkil etadi. Metanol sintezi fizik-kimyoviy sharoitlari va uni amalga oshirish va texnologik rasmiylashtirilishi bilan ammiak sinteziga o'xshaydi. Shuning uchun ko'pincha har ikkalasi ham bir korxonaning o'zida quriladi.

(II) oksidi uglerodli po'lat bilan birikib, temir pentakarbonilini (Fe(CO)<sub>5</sub>) hosil qilib, po'latni emiradi, natijada qo'shimcha reaksiyalar kuchayadi. Shuning uchun kolonnaning ichi va ba'zi bir qismlari qizil mis bilan qoplanadi yoki ligerlangan po'latdan yasaladi.

Sanoatda 2 tipdagi sintez kolonnasidan foydalaniladi: 1. Tokchali kolonna, bunda katalizator bir necha tokchalarga qo'yiladi va gaz tokchalar orqali o'tadi. 2. Bir kolonnaning o'zida katalizator qutisi, elektr qizdirgich va issiq almashtirgichlari bo'ladi. Kolonnadan chiqqan gazlar aralashmasi issiq almashtirgich quvurlari ichidan o'tib ancha soviydi va kondensator (7) to'liq sovib hosil bo'lgan «xom» spirt kondensatlanadi va separator (8)da reaksiyaga kirishmay qolgan gazlardan ajralib yig'gichga tushadi, gazlar esa kompressor orqali so'rib olinadi, aylanma gaz aralashtirgichda toza sintez gaz bilan qo'shiladi. Shu yerda sikl qo'shiladi.

«Xom» spirt 92-93 % bo'lib, tozalangach va rektifikatsiyalangach, 99,5 - 99,7 % toza metanol olinadi. 1 t. metanol olish uchun 700 m<sup>3</sup> CO,

### 3- §. Etanol sintezi

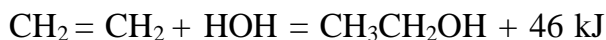
Etanol insoniyatga qadim zamonlardan beri ma'lum, uni XI<sup>^</sup> XII asriardan buyon uzum vinosidan ajratib olib keladilar. 1748-yilda I. Bexer etanolni kartoshkadan ajratib olish usulini topdi. Etanol ishlab chiqarish hajmi jihatidan organik sintez mahsulotlari orasida oldingi o'rinlardan birini egallaydi. U uzoq yillar mobaynida g'alla, kartoshka, qand lavlagi kabi oziq-ovqat ashyolaridan biokimyoviy usullar yordamida olingan. 1930- yillarga kelib yog'ochni qayta ishlash va qog'oz sanoati chiqindilaridan sanoatda gidroliz spirti ishlab chiqarish o'zlashtirildi. Yog'ochni kimyoviy qayta ishlash natijasida yog'ochni qayta ishlash korxonalarida chiqindilar butunlay chiqmaydi, shu bilan birga etil spirti ishlab chiqariladi. 1 m<sup>3</sup> yog'och 275 kg donni yoki 700 kg kartoshkani o'rnini bosadi.

O'zbekistonda etil spirti aynan shu usulda gidroliz zavodlarida ishlab chiqariladi. 1950- yillarga kelib uni, neftni qayta ishlash yoki pirolizning etilen fraksiyasi gazlarida sintetik yo'l bilan ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. Hozirgi davrda esa etanol uglevodorodli xomashyolardan sintezlab olinmoqda. Bu usulning naqadar ahamiyatli ekanligini quyidagi ma'lumotdan yaqqol ko'rish mumkin. 6 tonna sulidan yoki 20 t kartoshkadan olinadigan etil spirtini 1 t etilendan sintezlash mumkin. 1955- yildan buyon texnik maqsadlar uchun ishlatiladigan spirt oziq-ovqat mahsulotlaridan olinmaydi.

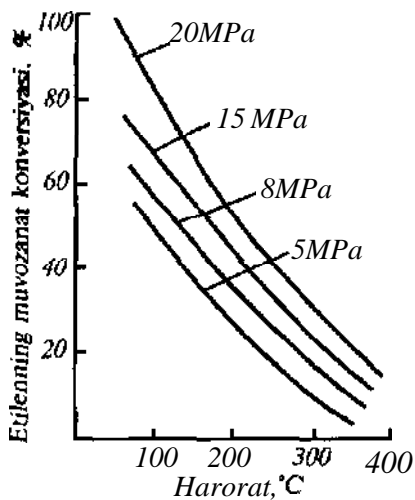
Sanoatda etilenni gidratlashning sintetik usuli ikki xil usulda amalga oshiriladi: sulfat kislotali gidratlash va bug' fazali katalitik gidratlash (katalizator yordamida suv bug'ini etilenga to'g'ridan to'g'ri biriktirish).

Sulfat kislotali gidratlashni A.M.Butlerov kashf etgan. Bu usulning kamchiligi, ko'p bosqichli bo'lganligi hamda katta miqdordagi kislotani qayta ishlashga tozalashga to'g'ri kelishidir. Shuning uchun bu usulda spirt ishlab chiqarish qisqarib bormoqda.

Etilenni to'g'ridan to'g'ri gidratlash bir bosqichda boradi.

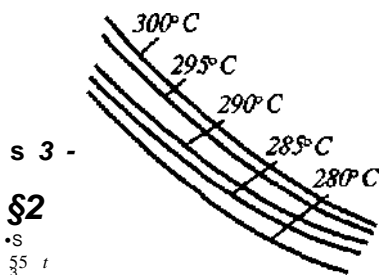


Haroratni pasaytirish va bosimni oshirish muvozanatni etilenni gidratlash tomonga siljitadi (105- rasm). Ammo bosimni 3 MPa dan



105- rasm. Etilenni spirtga etanolga aylanishdagi muvozanat konversiyasining harorat va bosimga bog'liqligi.

berilgan. Etilenni to'g'ridan-to'g'ri gidratlashning optimal sharoiti aniqlangan bo'lib, u 7—8 MPa bosim, 280-290°C harorat, katalizator yuzasidagi fosfat kislotasining konsentratsiyasi 83 % dan



106- rasm. Turli haroratlarda suv bug'i bosimining fosfat kislotasi konsentratsiyasiga bog'liqligi.

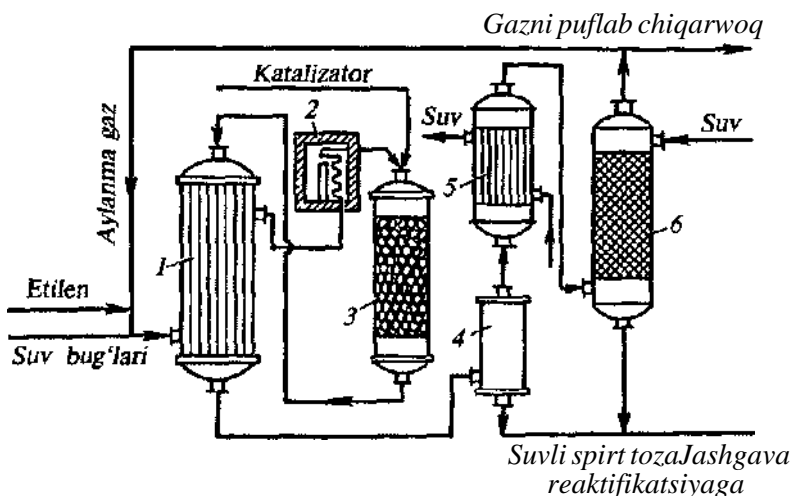
oshirish iqtisodiy jihatdan foydali emas. Past haroratdan foydalanish esa reaksiya tezligini ancha kamaytiradi. Shuning uchun reaksiyaga kirishmagan komponentlarni resirkulyalash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Barcha ma'lum katalizatorlardan silikagel, kizelgur, alumosilikat kabi g'ovakli tashuvchilarga shimdirilgan fosfat kislotasi nisbatan ancha samaralidir.

Katalizatorning aktivligi kislota konsentratsiyasiga bog'liq.

106- rasmda suv bug'ining parsial bosimi fosfat kislotasi konsentratsiyasiga bog'liqligi berilgan. Sirkulyatsiyalanadigan gaz tarkibida elementning konsentratsiyasi (hajm bo'yicha) 80—85 %, suvning etilenga nisbatan molar hajmi 0,7 : 1, hajmiy tezlik 1800-2500 soat<sup>-1</sup>. Shunday sharoitda 15-16 % li suvli spirtli eritma olinadi, etilening konversiyasi reaktor orqali bir o'tganda 4—5 % ni tashkil etadi. Etilen bo'yicna umumiy unum - 95 %.

Etilenni to'g'ri gidratlashning texnologik sxemasi (107- rasm) bir necha to'xtovsiz boruvchi bosqichlardan; 1) dastlabki bug'-gaz ara-

lashmasini tayyorlash va uni qizdirish; 2) etilenni gidratlash; 3) reaksiya mahsulotlarini neytrallash; 4) sirkulyatsiya gazini tozalash; 5) etanolni rektifikatsiyalash kabilardan iborat. Konsentratsiyasi 98 % bo'lgan etilen kompressorda siqilib, suv bug'i va sirkulyatsiya gazfi bilan qo'shilib hosil bo'lgan aralashma reksion gazlar aralashmasining issiqligi bilan 200°C gacha taxminiy qizdirish uchun issiq almashtirgichda boradi.



**107- rasm.** Etanol ishlab chiqarish uchun etilenni bug'li muhitda katalitik gidratlash qurulmasining sxemasi.

I — issiqlik almashgich; 2 — pech; 3 — reaktor; 4 — suvli spirt yig'ich; 5 — sovutgich; 6 — nasadkali yuvish kolonnasi.

So'ngra bug'-gaz aralashmasi quvursimon pechda 280°C gacha qizdiriladi va gidratonga boradi. Gidrator balandligi 10 m, diametri 1,5 m bo'lgan ichi bo'sh po'lat kolonna, korroziyalanishning oldini olish uchun, uning ichi qizil mis bilan qoplangan. Uning ichi 8,5 m balandlikka qattiq katalizator bilan to'lg'azilgan gazning kontaktlanish vaqti 18-20 soniya. Gidrator ish rejimi bo'yicha ideal siqib chiqarish adiabatik reaktorlatga yaqin o'xshaydi.

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar aralashmasi izma-iz issiqalmashtirgichda soviydi, hosil bo'lgan kondensat (spirtning suvli suyuq eritmasi) yig'ichda ajralgach sovitgichda to'liq soviyda va reaksiyaga kirishmay qolgan gazlar etanol bug' bilan skrubberda

suv bilan to'liq yuvilib ajraladi. Yuvilgan va neytrallangan gazlar (sxema ko'rsatilmagan) siqilib toza etilen va suv bug'i bilan ajralib yana gidratorga yuboriladi. Aylanma gazning bir qismi uning tarkibida inert aralashmalar miqdori 15 % dan ortiq ketmasligi uchun sxemadan havoga chiqarilib yuboriladi. «Xom» etanol esa tozalashga va rektifikatsiyalashga yuboriladi.

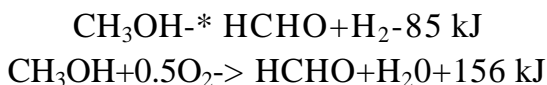
Katalizator 500°C da unumli ishlaydi, shundan keyin uning aktivligi kamayadi, chunki sirkulyatsiya gazlari fosfor kislotani o'zi bilan uchirib olib ketadi (1 s.da 1 m<sup>3</sup> katalizatoridan 0,4 kg H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> olib ketiladi), shuning uchun unga ma'lum vaqt o'tgach, fosfot kislotaga shimdirib turiladi. Katalizator 900°C da regeneratsiyalanadi. Etanol olish sxemasining qizdirish pechi bo'lmagan varianti ham mavjud, unda dastlabki aralashmani qizdirish uchun zarur bo'ladigan issiqlikni yuqori bosimli (7 MPa) qizdirilgan bug' bilan etilenni aralashtirish hisobiga olinadi. Etilenni to'g'ri gidratlash sulfat kislotali usulga nisbatan katta ustunlikka ega. Masalan, bu bir bosqichda boruvchi jarayon hisoblanadi, spirt unumi ancha katta, ko'p miqdorda sulfat kislotaga va uni bug'lantirishga energiya sarf qilinmaydi. Olingan spirtning tan narxi kislotali usulda olinganidan 20% arzon turadi.

To'g'ri gidrodlash usuli biron qanday ham quvati katta bo'lgan qurilmalarni yaratish imkoniyatini beradi. Bu usulning kamchiligi shundaki, bunda katalizatorni tez-tez almashtirib turish kerak bo'ladi hamda yuqori konsentratsiyali etilen qo'llanilishidir. Kelgusida to'g'ri gidratlash usulining takomillashtirilishi asosan hozirgi ishlatilayotganida ko'ra aktivroq va chidamliroq katalizator topish hamda jarayonning suyuq fazada olib borish yo'llarini izlab topishdan iboratdir. Qurilmaning mahsuldorligi yiliga 150 ming t. ga teng.

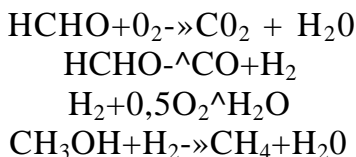
Etanol (etil spirti yoki vino spirti) suyuq 78,39°C da qaynaydi ( $\rho = 0,7893 \text{ g/sm}^3 \text{ } 20^\circ\text{C}$ ), uning suv bilan aziotrop aralashmasi (95,6 % li) keng ko'lamda ishlatiladi. Uni oziq-ovqat sanoatida, tibbiyot, atir-upa sanoatida, transportda (antifris) ayniqsa, erituvchi sifatida hamda organik sintezning yarim xom mahsuloti sifatida keng ishlatiladi. Yana undan butadein ishlab chiqarishda, murakkab va oddiy efirlar, xloral, atsetaldegid sirka kislotaga olishda foydalaniladi.

#### 4- §. Formaldegid va sirka aldegidi ishlab chiqarish

Formaldegid sanoatda ikki xil usulda olinadi: 1) tabiiy gazl oksidlab; 2) metanolni oksidlab, uni degidrogenlash usuli h deyiladi. Oksidlab degidrogenlashda (bu asosiy usul hisoblanadi) b vaqtning o'zida endotermik degidrogenlash va ekzotermik oksidl jarayonlari boradi.



Reaksiya adiabatik sharoitda bug' havo aralashmasi (hajm bo'yicha 45 % metanol undan yuqori bo'lsa, spirt portlaydi) konversiyasiga asoslangan holda olib boriladi. Asosiy reaksiyadan tashqari qo'shimcha reaksiyalar ham boradi (bunda CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O lar hosil bo'ladi):



Oksidlab degidrogenlashda kam kislorod olinganligi uchun metanolning chuqur oksidlanish rivojlanmaydi. Katalizator sifatida pemzaga, mis turlariga yoki qirindilariga o'tkazilgan kumushdan foydalaniladi.

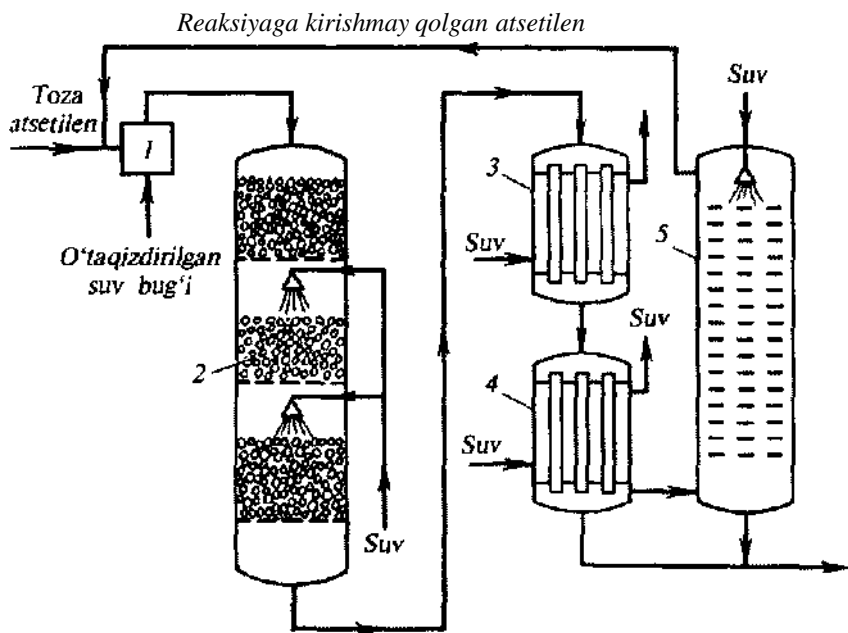
**Sirka aldegidi** Kucherov reaksiyasi (1881- yil) yordamida olinar edi, Bunda ishlatiladigan simobli katalizatorning zaharli bo'lganligi uchun, hozirgi davrda asetilenni bug' fazali gidratlash usuli bilan sirka aldegidi olinadi. Bunda atsetilen 1:10 hajmiy nisbatda qattiq qizdirilgan suv bug'i bilan aralastirilib 400°C da fosfatli katalizator (CdHPO<sub>4</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) qavati orqali o'tkaziladi.



t \_\_\_\_\_ I

vinil spirti

Atsetilenga suvning birikishidan hosil bo'lgan vinil spirti darhol qayta guruhlanib, sirka aldegidiga aylanadi. Aldegidni tezlik bilan reaksiyon aralashmadan ajratib olish kerak, aks holda kondensatlanadi. Avval kroton aldegidiga aylanadi, so'ngra smola hosil qiladi. Shuning uchun reaktorga (108- rasm) shunday miqdor asetilen yuboriladiki, uning bir qismi (40-50 %) reaksiyaga kirishishga ulguradi xolos. Reaksiyaga kirishmay qolgan qismi va suv bug'i hosil bo'lgan uchuvchan aldegidni (qaynash harorati  $21^{\circ}\text{C}$ ) o'zi bilan uchirib olib ketadi.



108- rasm. Atsetilenni bug' fazali gidratlash yo'li bilan sirka aldegid olish sxemasi.

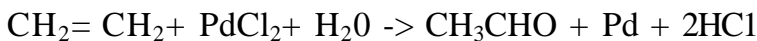
1 — aralashtirgich; 2 — reaktor; 3 — foydalanish (bug') qozoni; 4 — suvli kondensator; 5 — yuvish minorasi.

Gazning o'ta qizib ketmasligi uchun kalalizador qavatlarini oralig'iga suv purkalib turiladi. Gaz avval foydalanish qozonida, so'ngra kondensatorda sovutiladi. U yerda suv bug'i va qisman sirka aldegidni kondensatlanadi. Keyin gaz larelkali kolonnada sovutilgan suv ( $5-10^{\circ}\text{C}$  gacha) bilan yuviladi, qaysiki, u aldegidni yaxshi eritadi. Tozalangan gaz yangi porsiya atsetilen bilan qo'shib yana reaktorga

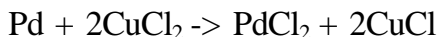
kiritiladi. Asetilenni gidratlashda sirkulyatsiyadan foydalaniladi Kondensatorda va kolonnada hosil bo'lgan aldegidning suli eriti haydovchi rektifikatsiya kolonnasiga boradi. Unda hosil bo'lgan al bug'lari ikkinchi rektifikatsiya kolonnasining o'rta qismiga o'tadi ( ikkala kolonna ham rasmda ko'rsatilmagan) keyingi kolonnada bego qo'shimchalardan ajralib tozalanadi va sho'robali sovitgichlar kondensatlab olinadi. Sirka aldegidning unumi reaksiyaga kins atsetilenga nisbatan 85 % tashkil etadi.

Sirka aldegidi olishning iqtisodiy jihatdan foydali usuli, atsetilenga nisbatan arzon ashyo hisoblangan etilenni oksidlab olishc Etilenni oksidlash paladiy (II) xloridi va uni regeneratsiyalash uchi oksidlovchi mis (II) xloridning suvdagi eritmasidan iborat katalizato eritmasida olib boriladi. Jarayon bir bosqichli.

Ichi 100°C haroratgacha qizdirilgan katalizator suyuqligi bilan to'lg'azilgan kolonna tipidagi reaktorning ostki qismiga 0,1 MPa bosimda mayda pufakchalar shaklida etilen gazi yuboriladi. Etilenning 30-50% yutilishiga ulguradi, bunda quyidagicha reaksiya ketadi.



Ajralib chiqqan paladiy yana xloridga aylanadi.



Reaktorga CuCl ni oksidlash uchun kislorod ham yuboradi.

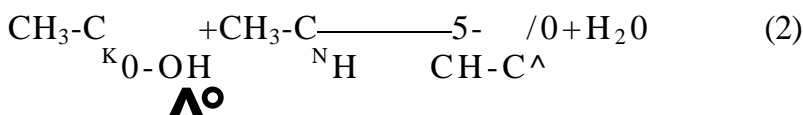
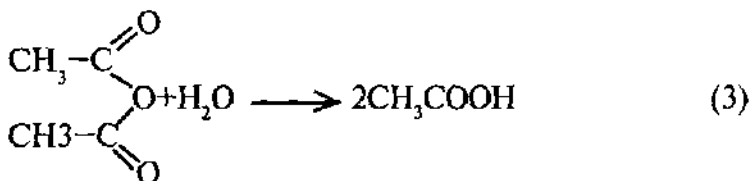
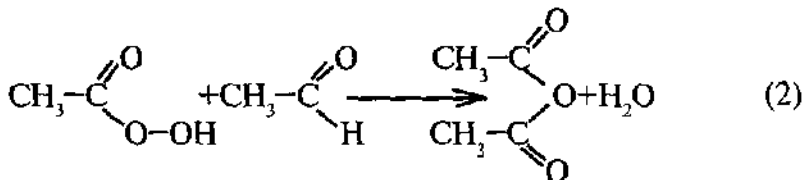
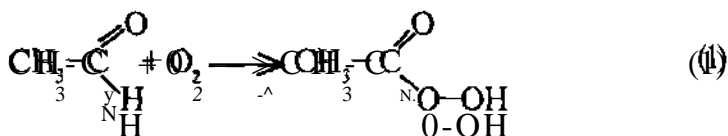


Jarayon ekzotermik bo'lganligi uchun eritma qaynaydi, reaktordan aldegid, suv bug'lari va etilenning aralashmasidan iborat bug' chiqadi. So'ngra ular atsetilenni bug' fazali gidratlashdagi kabi qismlaiga ajratib olinadi. Bug'langan suv o'rnini to'ldirib turish uchun reaktorga suv ham solinib turiladi. Aldegidning unumi 95 % ni tashkil qiladi. Sirka aldegidi o'tkir, yoqimsiz hidli suyuqlik, suvda yaxshi eriydi, ko'pgina organik erituvchilarda ham eriydi, zaharli sirka aldegididan sanoat miqyosida sirka kislota sirka angidiridi, etil spirti, aldol, butil spirti, atsetallar, aldegidammoiaklar, etilatsetat, pentoeritrit va qator boshqa moddalar olinadi.



## 5- §. Sirka kislota ishlab chiqarish

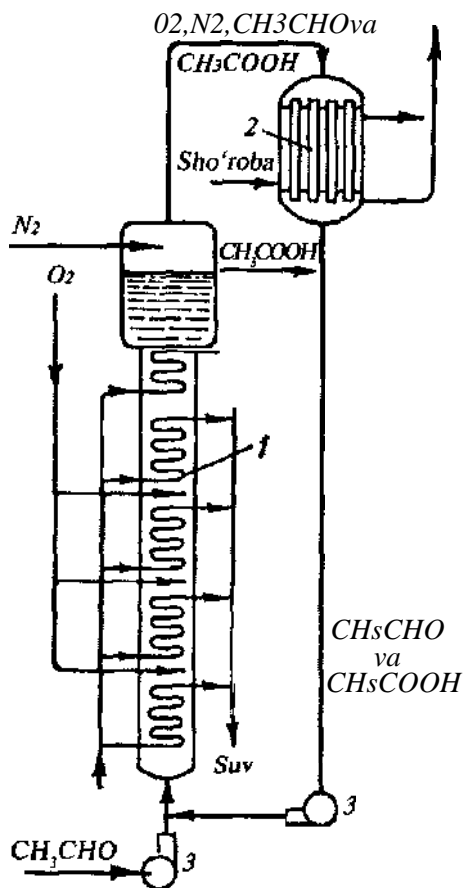
Sirka kislotasini birinchi bo'lib I. Glauber 1648- yilda olgan. Sirka kislota karbon kislotalarining ichida nisbatan muhimi bo'lib, qadimda tarkibida etil spirti bo'lgan ichimliklar (vino, pivo va boshqalar) biokimyoviy achitish yo'li bilan olingan. Hozirgi vaqtda biokimyoviy usul bilan faqat oziq-ovqat uchun ishlatiladigan sirka kislota olinadi. Keyinchalik sirka kislota beryoza yog'ochi chiqindilaridan olingan. Unga bo'lgan talab o'sib borganligi sababli, birinchi jahon urushi yillarida atsetilendan sirka aldegid, va aldegiddan sintetik sirka kislota ishlab chiqarish paydo bo'ladi. Sirka aldegidning sirka kislotagacha oksidlanish uch bosqichdaboradi:



CH<sub>3</sub>-C

Birinchi bosqichda hosil bo'lgan persirka kislota kuchli oksidlovchi bo'lib, ikkinchi bosqichda u sirka aldegid bilan birikib uni sirka angidridiga aylantiradi. Persirka kislota portlovchi modda. U portlaganda kislorod va sirka kislotaga aylanadi, portlashni oldini olish maqsadida persirka kislotani to'planib qolmasligi uchun oksidlash jarayonini suyuq muhitda olib boriladi. Buning uchun aldegid va marganets(II) atsetatning (katalizator) sirka kislotadagi eritmasidan foydalaniladi. (Mn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>) oksidlovchi ham birinchi ham ikkinchi bosqichda sirka kislotaga aylantiradi.

Aldegidni oksidlash reaktorda (oksidlash kolonnasida) olib boriladi (109- rasm). Reaktorxromnikelmolibdenlipo'latdanyasalgan bo'lib, balandligi 12 m, diametri 1 m. Kolonnaning ostiga aldegid va katalizatorning sirka kislotadagi eritmasi to'xtovsiz kelib turadi, kislorod esa 0,04 MPa bosim bilan bir necha quvurchalar orqali mayda pufakchalar shaklida kolonnaga bir tekisda taqsimlanib kiradi. Sovitish va optimal haroratni ( 65—70 °C ) saqlash uchun kolonna ichida sovitgichlar o'rnatilgan. Kolonnaning yuqori qismidan sirka kislota chiqadi va rektifikatsiyaga yuboriladi.



va  $(CH_3COO)_2Mn$  ning  $C_{60}H_{120}O_6$  dagi eritmasi

**109- rasm.** Sirka aldegidni oksidlab sirka kislota olish sxemasi.  
1 — oksidlash minorasi(kolonnasi) 2 — kondensator; 3 — nasoslar.

Kolonnadan chiqqan gazlarni (sirka aldegidining va kislotasining bug'lari, kislorod) portlashdan saqlash uchun azot qo'shib suyultiriladi. Gazlararalashmasikondensatorga borib kondensatlanadi va kolonnaga qaytariladi. Olingan sirka kislota ketma ket ikkita rektifikatsiya kolonnasidan o'tadi. Birinchisida yengil qaynovchi qo'shimchalardan tozalanadi, ikkinchidan esa kislota bug'lari kata-Hzatoran (uchuvchan emas) va qiyin qaynovchi qo'shimchalardan tozalanadi. Olingan sintetik sirka kislota 95—99,5 % bo'lib tarkibida 0,5—5 % gacha suv saqlaydi. Unumi 92 %.

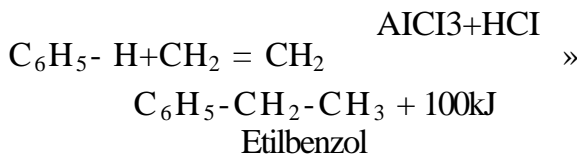
Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan suvni reaksiyon aralashmadan ajratib olinsa, sirka angidrid olish mumkin bo'ladi. Sirka angidridi kobalt (II) va mis (II) asetatlari katalizatori ishtirokida aldegidni etilasetat bilan aralashmasini 60°C da oksidlab olinadi. Sirka kislota rangsiz, o'tkir hidli suyuqlik, qaynash harorati 118°C).

Dunyoda sirka kislotasi hozirgi vaqtda har yili 3,5 mln. tonnadan ko'proq ishlab chiqarilmoqda.

*Sirka kislota va uning xossalari* sanoatning turli tarmoqlarida juda keng ishlatiladi. U asetilselluloza olishda (undan asetat tolasi, plastmassalar, laklar, yonmaydigan kinoplankalar va boshqalar olinadi), atsetillovchi modda sifatida organik sintez sanoatida oziq-ovqat va to'qimachilik sanoatlarida va boshqalarda ishlatiladi.

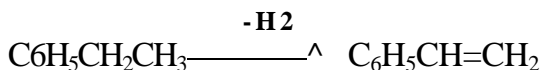
## 6- §. Stirol ishlab chiqarish

Stirolni birinchi marta E. Simon yog'och smolosidan 1839- yilda ajratib oldi. 1949-yilda sanoatdaetilbenzoldanolinaboshlandi, 1867-yilda A. Bertlo benzol va atsetilendan sintezladi. Stirol va kaprolaktam olish uchun muhim xom ashyo sifatida benzol ishlatiladi. Stirol olishning birinchi bosqichida benzol etilen bilan alqillanadi. Bunda katalizator sifatida ozroq vodorod xlorid bilan aktivlangan suvsiz aluminiy xlorid ishlatiladi:



Reaksiya, qo'shimcha reaksiyalar, asosan di-, tri- etilbenzollar hosil bo'lishi bilan boradi. Katalizator to'xtovsiz reaktorga tushib turishi uchun uni aluminiy xloridi, dietilbenzol, benzol va etil xlorid aralashmasidan (suyuq holda) tayyorlanadi. Dietilbenzol va etilxlorid polialkilbenzol hosil qilish bilan boradigan qo'shimcha reaksiyalarni kamaytirish uchun qo'shiladi. Alkillash balandligi 10 m, diametri 1,5 m bo'lgan kolonna tipidagi emallangan reaktorda olib boriladi. Reaksiya aralashma ishqor bilan yuvilgach ikkita rektifikatsiya kolonnasida ajratiladi. Birinchisida benzol haydaladi va yana qayta reaktorga kiritiladi, ikkinchisida etilbenzol va dietilbenzol, keyingisining bir qismi katalizator kompleksini tayyorlanish uchun yuboriladi. Etilbenzolning unumi benzolga nisbatan 90—95%ni tashkil etadi. Ishlab chiqarishda 11. etilbenzolga 0,771. benzol, 0,31. etilen va 25—30 kg aluminiy xlorid sarflanadi:

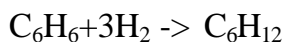
Ikkinchi bosqichda etilbenzol degidrogenlanadi:



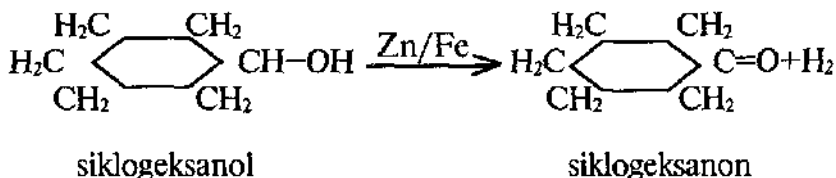
Bunda ham benzol, toluol, etilen, metan, almashgan stilbenlar hosil bo'lishiga olib keluvchi qo'shimcha reaksiyalar boradi. Degidrogenlanganda reaksiya sistemaning hajmi ortadi, shuning uchun bosimni kamaytirish talab qilinadi. Buning uchun reaktorga 700—750°C qizigan suv bug'i kiritish bilan etilbenzolning parsial bosimi kamaytiriladi, bu bir vaqtning o'zida issiqlikni tashuvchi vazifasini ham o'taydi. Etilbenzol vabug'ning mol nisbatlari 1:15. Katalizatorlardan stirol-kontakt katalizatori (8 % li rux oksidi, 5 % CaO, 5 % kaliy sulfat, 3 % kaliy xromat, 2 % KOH) keng qo'llaniladi. Etilbenzol adiabatik va quvursimon tipdagi reaktorlarda degidrogenlanadi. Polimerlanishning oldini olish uchun haydash jarayoni past bosimda (0,4 kPa) olib boriladi (stirolning qaynash harorati 54°C) olingan toza stirolga ingibitor gidroksinon qo'shiladi. Stirolning unumi 90 %. Xuddi shunday sxema bo'yicha benzol va propilendan awal kumol (izopropilbenzol), so'ngra uni degidrogenlash bilan cemetilstirol olinadi.

## 7- §. Kaprolaktam ishlab chiqarish

Kaprolaktam (ε — aminokapron kislotasi laktami) asosan benzolni gidrogenlab olinadi. Gidrogenlash aluminiy oksidiga qo'shilgan nikel katalizatori ishtirokida, 0,1 MPa bosimda, 160-200°C da, ortiqcha vodorod ishtirokida, gaz fazada olib boriladi yoki suyuq fazada 250-280°C da, 0,35 MPa bosimda platina katalizatori bilan to'lg'azilgan kolonna tipidagi reaktorda gidrogenlanadi. Keyingisida olingan siklogeksan katta unum bilan chiqadi (siklogeksanning qaynash harorati (q/h) 81°C), unumdorlik 120 ming t/yilga teng :

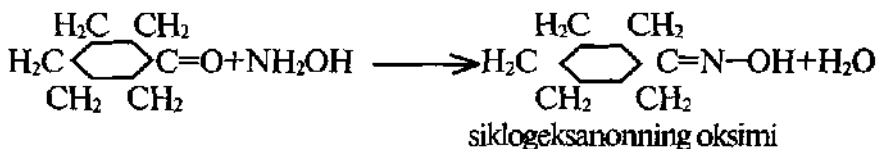


Ikkinchi bosqichda kobalt stearati yoki naftenatidan iborat katalizator ishtirokida 0,2 MPa bosimda 180—200°C da siklogeksan havo kislorodi bilan suyuq fazada oksidlantiriladi. Oksidlash, siklogeksanolga aylanishi 8-10 % dan oshmasligi uchun juda ohistalik bilan olib boriladi. Rektifikatsiyalab haydashdan qolgan qoldiq reaksiyaga kirishgan siklogeksanaga hisoblanganda 80 % siklogeksanol (q/h = 160°C) va 20% siklogeksanon (q/h = 155°C) aralashmasidan iborat bo'ladi. So'ngra aralashma yana rektifikatsiyalanib ajratiladi. Uchinchi bosqichda siklogeksanoldan 450°Cda ruxlangan temir katalizatori yuzasida vodorodni ajratib olish orqali oksidlab, siklogeksanon olinadi

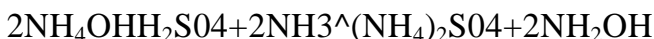


450°C gacha qizdirilgan siklogeksanol bug'larli ichi katalizator bilan to'lg'azilgan quvursimon kontakt apparatiga kiritiladi, u yoqilg'i gazi bilan qizdiriladi. Reaksiya natijasida olingan vodorod tozalanib sintezning birinchi bosqichida ishlatiladi. Siklogeksanon

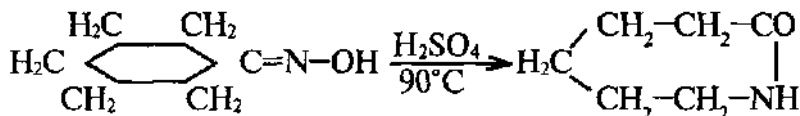
rektifikatsiyalanib, reaksiyaga kirishmay qolgan siklogeksanoldan ajratib olinadi. Unumi 93 %. T rtinchi bosqichda siklogeksanonga gidroksilamin (NH<sub>2</sub>OH) ta'sir ettirib, uning oksimi olinadi:



Gidroksilamin esa uning tuziga ammiak ta'sir ettirib olinadi:



Gidroksilamin sulfatning suvdagi eritmasiga ammiak va siklogeksanon qo'shib, 90°C gacha qizdiriladi. Oksim moysimon qavat hosil qilib ajraladi (unumi 93 %), suv bilan yuviladi va sintezning beshinchi bosqichi uchun ishlatiladi. Beshinchi bosqichida oksimga 20% li oleum (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ta'sir ettiriladi, natijada Begman bo'yicha guruhlanish borib kaprolaktamga aylanadi:



Po'lat reaktorda harorati 100°C bo'lganda oleumga oksim qo'shiladi va zmeviMarda (burama spiralsimon naycha) suv bilan sovitiladi. Hosil bo'lgan laktam eritmasi suvga qo'yiladi va ammiak bilan neytrallanadi. Suyuqlangan kaprolaktam ajratiladi va ikki marta vakuumda haydab olinadi (q/h 68-69°C). Unumdoriligi 50 ming t/yilga teng. Kaprolaktam fenolni platina katalizatori yordamida oksidlab ham olinadi. Ammo bu ko'p bosqichli (6 bosqich) va iqtisodiy jihatdan foydali emas. Ammo yaqinda venger olimlari kaprolaktam olish uchun fenolning bir bosqichli gidratlanish usulini kashf etib, ishlab chiqarishga joriy qildilar.

## **XBOB. YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALAR**

*Yuqori molekular birikmalar* (YuMB) deb molekulalari bir necha minglab atomlardan tashkil topgan katta molekular massali birikmalarga aytiladi. Bunday gigant molekular *makromolekula* deyiladi. Tirik tabiatda paxta, jun, ipak, yog'och, charm, kauchuk kabi ko'plab yuqori molekular birikmalar uchraydi.

Kishilar qadim zamonlardan biri tabiiy YuMBdan kiyim-kechaklar, oyoq kiyimlari, uylar, mehnat qurollari tayyorlashda foydalanib kelganlar. Ammo YuMB ishlab chiqarishning qimmatligi, assortimenti, mexanik xossalari, resurslari, ularga bo'lgan sanoatning hamda kishilarning xo'jalik faoliyati talablarini qondira olmadi.

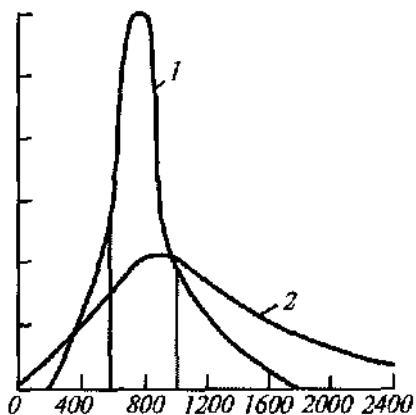
XIX asrning oxirlarida sanoatda tabiiy YuMB ni kimyoviy modifikatsiyalab ishlab chiqarish o'zlashtirildi. Taxminan 80 yillar ilgari birinchi sintetik YuMB ishlab chiqaruvchi korxonalar paydo bo'ldi. Hozirgi vaqtda sintetik yuqori molekular birikmalar (YuMB) plastmassa, kauchuk, tola, plyonka, lak va boshqalar shu qadar muhim ahamiyatga ega bo'lib qoldiki, ularsiz xo'jalikning biror tarmog'i ham rivojlana olmaydi.

Dunyoda YuMB rangli metallarga nisbatan miqdor jihatdan ham, sifat jihatdan ham ko'p ishlab chiqarilmoqda va o'sish sur'ati davom etmoqda. YuMB ishlab chiqarishning bunday tez sur'atlarda o'sishiga sabab, unda ko'pgina: elastiklik, qattqlik, mustahkamlik, tiniqlik yoki tiniqmaslik, yengillik, kimyoviy mustahkamlik, issiqlikka chidamlilik va boshqa ajoyib xossalarning mujassam ekanligidadir. Ularning ayrimlari ko'pgina xossalari bilan tabiiy materiallardan ustun turadi, YuMB ni ishlab chiqarish jarayoni va ular asosida buyumlar tayyorlashni mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish oson. Shuning uchun ham ular avtomobilsozlik, samolyotsozlik, kemasozlikda, elektrotexnika, radioelektronika, kosmonavtikada kimyoviy, yengil, oziq-ovqat, tibbiyot va sanoatning boshqa ko'pgina tarmoqlarida turli buyumlarini tayyorlashda keng ko'lamda ishlatilmoqda.

## 1- §. Yuqori molekular birikmalarning xossalari, sinflarga boiinishi va olinish usullari

YuMB ni *polimerlar* ham deyiladi. Polimerlar deb molekularlarning kimyoviy tarkibi va tuzilishi bir xil bo'lgan ko'p marta takrorlanadigan zvenolardan tuzilgan yuqori molekular birikmalarga aytiladi. Odatdagi organik birikmalarda molekulaga biror zvenoning yoki guruhning kiritilishi yoki chiqarilishi ularning fizik-kimyoviy xossalari keskin o'zgartirib yuboradi. Masalan, normal uglevodlarning qaynash haroratini o'zgarishini olaylik:  $C_4H_{10}$ -135°C,  $C_6H_6$ -95°C,  $C_8H_{18}$ -57°C,  $C_{10}H_{22}$ -30°C. Ammo mol massasi ortib borgan sayin ularda bu farq kamayib boradi. Masalan,  $C_{62}H_{126}$  +10TC, da qaynasa,  $C_{64}H_{139}$  -102°C da qaynaydi. Polimerlarning molekular massasi monomerlarga nisbatan shu qadar kattaki, molekulada bitta yoki bir nechta atomlar guruhining kirishi yoki chiqishi amalda xosalarning o'zgarishiga olib kelmaydi, Polimer makromolekulasida bir xil atomlar guruhi — zvenolar ko'p marla takrorlanadi. Makromolekuladagi zvenolar (qismlar) soni polimerlanish darajasi deyiladi va u «n» bilan belgilanadi. Masalan, etilenning

I  
1  
•



**110-** rasm. Polimerlarda molekularlarning molekular massalari bo'yicha taqsimlanishi.  
1 — nitrosellyuloza; 2 — polistirool.

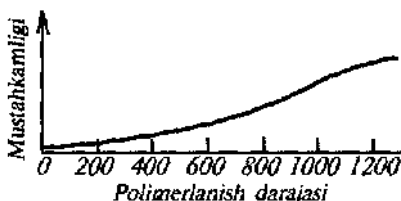
polimerlanishida takrorlanuvchi zveno bu  $-CH_2-CH_2-$  vinilxloridning polimerlanishida  $CH_2-CHCl-$  butadiyenda  $CH_2-CH=CH-CH_2-$  va hokazo. Polimerning molekular massasi  $M$ , elementar zveno mol massasining, polimerlanish darajasiga  $n$ , ko'paytmasiga teng:  $M=mn$

Polimerlar odatdagi birikmalardan farq qilib har xil molekular massaga ega bo'lgan molekularlardan tashkil topgan (110-rasm). Shuning uchun ularning faqat o'rtacha molekular massasini hamda o'rtacha polimerlanish darajasini aniqlash mumkin.



F

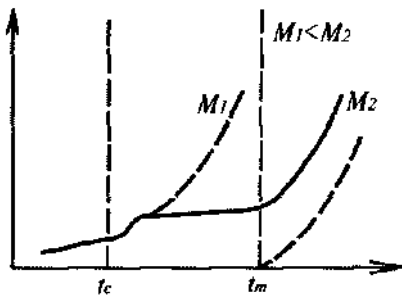
Polimerlar uchun ko'pgina umumiy xossalar xosdir. Bu xossalarni molekular massalarning kattaligi, fizikaviy holati, fazoviy tuzilishi, makromolekulaning joylashuvi kabilar bilan aniqlanadi. Polimerlar ko'pincha qiyin eryladi. Molekular massasining ortishi bilan eruvchanligi kamayib boradi. Ularning eritmalari hatto past konsentratsiyada ham yopishqoq bo'ladi, ular uchuvchan emas, aniq suyuqlanish harorati yo'q, qizdirilganda sekinlik bilan yumshab qovushqoq oquvchan holatga o'tadi. Ularning ko'pchiligi qizdirilganda yumshamay parchalanadi. Mexanik xossalari ham yumshash haroratiga o'xshash, ularning molekular massalariga bog'liq. (III- rasm). Qanchalik molekular massasi va makromolekulasi uzunligi katta bo'lsa, molekularlari orasida o'zaro ta'sir kuchlari ham shunchalik katta bo'ladi, shuning hisobiga uzilishga chidamliligi ham ortadi.



**III- rasm.** Paxta tolasi mustahkamligining uning molekular massasiga bog'liqligi.

Polimer makromolekulalarining bir-biriga nisbatan fazoviy joylashish tartibiga qarab tartibli tuzilishi kristalli holatda yoki tartibsiz (xaotik) tuzilishli amorf holatda bo'lishi mumkin. Kristallik holatli tuzilish o'sib borgan sayin polimerning mustahkamligi va qattiqligi ortib boradi. Amorf tuzilmali qismlar esa plastiklik xossasini namoyon qiladi. Masalan, politetroftoretilen (teflon) 80-85 % kristalik fazadan va 15—20 % amorf qismdan iborat, bu fazalar bir-biriga o'tmaydilar. Shu sababli, polimer katta harorat oralig'ida  $-269^{\circ}\text{C}$  dan to parchalanish haroratigacha o'z elastikligini yo'qotmaydi. Qattiqligini esa polimer suyuqlana boshlangancha yo'qotmaydi. Kristallilik darajasi polimer makromolekulasida o'rinbosarlarning fazoviy joylashish tartibiga bog'liq.

Stereoregulyar polimerlar ataktik polimerga nisbatan yumshash harorati va mexanik mustahkamligi ancha yuqori bo'ladi. Kristallilik darajasi yuqori bo'lmagan polimerlar haroratga qarab shishasimon, elastikligi yuqori va yopishqoq oquvchan bo'ladilar.



112- rasm. O'zgarmas yuk ta'sirida polimer deformatsiyalanishining haroratga bog'liqligi.

Ular qizdirilganda mexanik xossalarning o'zgarishi bilan bir holatdan boshqa holatga o'tadilar (112- rasm).

Bir holatdan boshqa holatga o'tish chegarasi polimerning tuzilishi va makromolekulasining kattaligi bilan belgilanadi.

**Polimerlarning sinflarga bo'linishi.** Ularning kelib chiqishi, asosiy zanjirning tarkibi, makromolekulaning tuzilishi, olinishi, qayta ishlash

usullari va boshqalarga qarab amalga oshiriladi. Kelib chiqishiga qarab tabiiy va sintetik polimerlarga bo'linadi. Tabiiy polimerlarga selluloza, kraxmal, tabiiy ipak, tabiiy kauchuk va boshqalar hamda kimyoviy yo'llar bilan boshqa shaklga aylantirilgan (modifikatsiyalangan) tabiiy polimerlar, masalan, nitrosellyuloza, atsetilsellyuloza kiradi

Sintetik polimerlarga monomerlardan olingan: polipropilen, polistirol, polietilen, butadiyenli kauchuk, fenol va aminoformaldegidli, epoksidli, poliefirli, poliamidli va boshqa smolalar kiradi.

Makromolekula asosiy zanjirning kimyoviy tarkibiga qarab barcha polimerlar uch guruhga bo'linadi. Agar makromolekula asosiy zanjirining tarkibi uglerod atomlaridan tashkil topgan bo'lsa, ular *organik polimerlar* deyiladi (kauchuklar, polileflar, poliamidlar, poliefirlar, poliuretanlar va boshqalar). Asosiy zanjir kremniy, bor, titan, fosfor, aluminiydan tuzilgan (ko'pincha ular kislorod orqali bog'langan bo'ladi) va ularga organik radikallar birikkan bo'ladi. Bunday polimerlar element organik polimerlar deyiladi (polisiloksanlar, titanoksanlar, alumoksanlar).

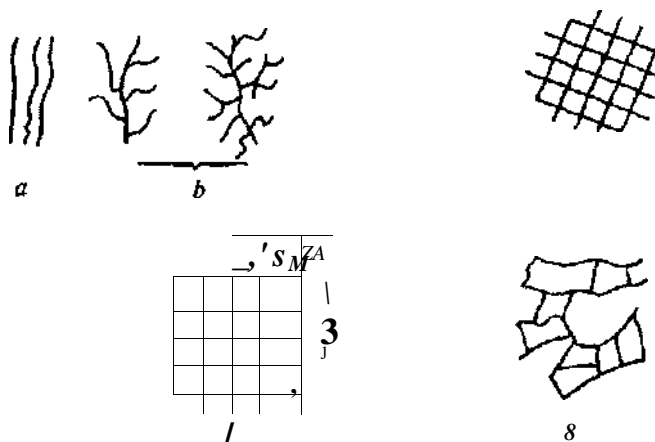
Agar asosiy zanjirda va yon zanjirlarda ham uglerod atomi bo'lmasa, *anorganik polimerlar* deyiladi. Har qaysi sinflar yana gomozanjirli va geterozanjirli polimerlarga bo'linadi. Gomozanjirli polimerlarda asosiy zanjir bir xil element atomlaridan tashkil

topgan bo'ladi. Geterozanjirida esa asosiy zanjir turli element atomlaridan tashkil topadi.

Organik gomozanjirli polimerlarga *karbozanjirli polimerlar* deyiladi. Ularda asosiy zanjir uglerod atomidan iborat bo'ladi. Masalan, polietilen, polinilxlorid, polivinil spirti ko'pgina sintetik kauchuklar va boshqalar.

Geterozanjirli polimerlar asosiy zanjirda uglerod va boshqa elementlar (azot, kislorod, oltingugurt, fosfor va hokazolar) saqlaydi. Masalan, polisaxaridlar, poliamidlar, poliefirlar, poliuretanlar va boshqalar.

Makromolekulalarning tuzilishiga (geometrik shakliga) qarab chiziqsimon, tarmoqlangan va to'rsimon polimerlarga bo'linadi. O'z navbatida to'rsimon polimerlar narvonsimon, parketsimon va uch o'lchamli fazoviy tuzilishga ega polimerlarga bo'linadi (113-rasm). Chiziqsimon polimerlarda makromolekulaning uzunligi, uning ko'ndalang kesimidan yuz va minglab marta katta bo'ladi. Masalan, sellyuloza, tabiiy kauchuk, fibroin, kazein va boshqalar.



**113- rasm.** Polimerlar fazoviy tuzilishining sxematik tasviri.

- a — chiziqsimon; b — tarmoqlangan; d — narvonsimon;  
e — parketsimon; f, g — fazoviy tuzilishlar.

Tarmoqlangan polimerlarning makromolekulalari yon tomondan shoxchalangan ko'rinishga ega bo'ladi. Misol: kraxmal, glikogen, shuningdek, sintetik payvand sopolimerlar va boshqalar.

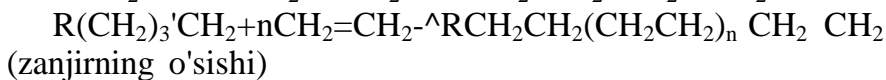
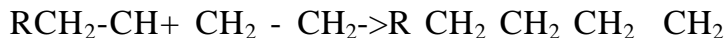
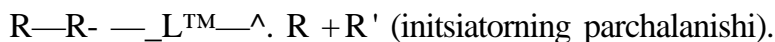
Termosimon polimerlarda makromolekulalar choklangan «tikilgan» holatda bo'ladi, bunday polimerlar erituvchilarda erimasligi, issiqlik ta'sirida suyuqlanmasligi bilan ajralib turadi. Masalan, vulqonlangan kauchuk, rezina, divinil polimerlari, fazoviy tuzilishli fenolformaldegid smolalari va boshqalar.

Mexanik xossalariga qarab, polimerlar plastomerlarga (mustahkam va chziluvchan) va elastomerlarga (elastik, chziluvchan), harorat ta'siriga bo'lgan munosabatga qarab termoplastik va termoreaktiv polimerlarga bo'linadi. Termoplastik polimerlar qizdirilganda yumshab plastik holatga o'tadi, sovitilganda esa ularning avvalgi xossalarini saqlab qolgan holda qotadi. Termoreaktiv polimerlar qizdirilganda yumshaydi (shakl berish mumkin bo'lgan holatga o'tadi), so'ngra issiqlik yoki qotirgichlar ta'sirida hamda molekulasida aktiv guruhlar bo'lganligidan makromolekulalar zaro bo'lanib uch ichamli tuzilishga o'tadi va suyuqlanmaydigan, erimaydigan bo'lib qoladi. Masalan, fenolformaldegidli va aminoformaldegidli smolalar.

Polimerlar usuliga qarab polimerlanish va polikondensatlanish polimerlariga bo'linadi. Polimerlar, tarkibida ikkitadan kam bo'lgan reaksiya qobiliyatli funksional guruh, qo'shib bo'linib, beqaror xalqalar, saqlovchi monomerlardan sintezlanadi. Sintezlash ikki asosiy usul: polimerlanish va polikondensatlanish reaksiyalari yordamida amalga oshiriladi. Polimerlanish ko'p sonli monomer molekulalarining zaro birikib, qo'shimcha mahsulot ajralib chiqmay makromolekulalar hosil qilish jarayonidir. Bu jarayon qaytmas bo'lib, issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi.

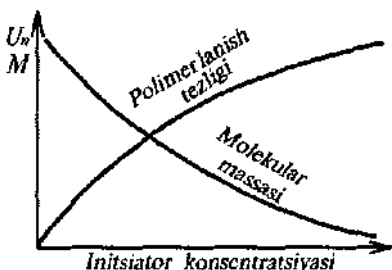
Polimerlanish reaksiyasini amalga oshirish uchun avvalo monomerni passiv holatdan aktiv holga o'tkazish zarur. Buning uchun initsiatorlar (reaksiyani tezlashtiruvchi moddalar, katalizatorlar, nur, issiqlik yoki yadro energiyalaridan foydalaniladi). Polimerlanish reaksiyalari makromolekulaning hosil bo'lish mexanizmi qarama-qarshi va zanjirli reaksiyalarga bo'linadi. Amaliyotda zanjirli polimerlanish reaksiyalari keng tarqalgan. Bu reaksiya uch bosqichda: tezlashuv, zanjirning o'sishi, zanjirning uzilishi bosqichlarida boradi. Polimerlanish jarayonida radikal yoki ionli mexanizm borishi mumkin (bu mexanizmlar organik kimyo kursida batafsil o'rganiladi).

Radikal polimerlanishda zanjirli jarayonning boshlanishi harorat, nur, turli xildagi nurlantirishlar va initsiatorlar ta'sirida boradi. Ularning monomerga ta'siridan zanjirning o'chishiga olib keluvchi radikallar hosil bo'ladi. Initsiatorlar beqaror organik birikmalar bo'lib, termik parchalanganda o'zlari radikalga aylanadi, uning monomer molekulasida bilan o'zaro ta'sirida molekular massasi katta bo'lgan radikallar hosil bo'ladi (zanjirning o'sishi). Erkin radikallarda kimyoviy aktivligi yuqori bo'lgan juftlanmagan (toq) elektronning mavjudligi, ularning monomerlari bilan reaksiyaga kirishishiga moyillik yaratadi. Natijada, monomer molekulasida o'sish imkoniyatiga ega bo'lgan aktiv markaz hosil bo'ladi.



Zanjirning o'sishi boshqa radikallar bilan o'zaro ta'sir etganda to'xtaydi. Boshqa radikal manbai erituvchi, monomer molekulasida yoki polimerning o'zi bo'lishi mumkin. Polimerlanish darajasi zanjirning o'sish va uzilishi tezliklari nisbatlari bilan aniqlanadi. Bu nisbat qanchalik katta bo'lsa, makromolekula zanjirining uzunligi ham shunchalik katta bo'ladi. Natijada hosil bo'lgan makromolekula zanjirining uzunligi va unga mos ravishda molekular massa har xil bo'ladi. Initsiator konsentratsiyasi yoki nurlantirish jadalligi oshirilsa, erkin radikallar soni ham, aktiv markazlar ham ortadi va demak, polimerlanishning umumiy tezligi ortadi.

Bunda polimerning o'rtacha molekular massasi kamayadi (114-rasm). Polimerlanish vaqtini uzaytirish polimer unumini oshiradi

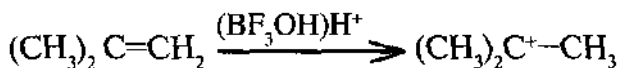


**114- rasm.** Polimer molekular massasining va polimerlanish tezligining initsiator konsentratsiyasiga bog'liqligi.

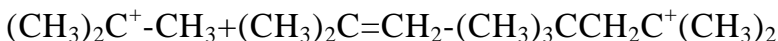
va molekular massasiga ta'sir etmaydi. Haroratning ortishi fl jarayon tezligini oshiradi, ammo polimerning molekular massasini kamaytiradi. Bosimdan foydalanish polimerlanishni tezlashtiradi va molekular massani oshiradi.

Ion polimerlanish radikal polimerlanishdan farq qilib, katalizator ta'sirida zanjirli yoki pog'onali mexanizmida boradi. U katonli va anionli polimerlanishga bo'linadi. Kationli polimerlanish

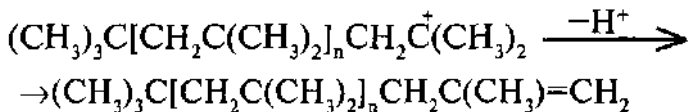
Lyuys kislotalari ( $AlCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $SnCl_4$  va boshqalar) ishtirokida boradi. Aktiv katalitik kompleksning monomerlar bilan o'zaro ta'siri aktiv markazning (kationning) paydo bo'lishiga olib keladi, qaysiki, u zanjirning o'sishini boshlab beradi:



Zanjirning o'sishi:



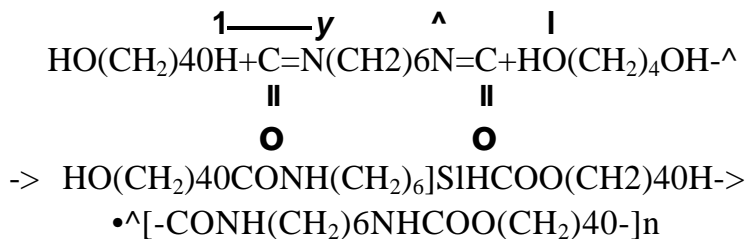
Zanjirning uzilishi protonning uzilib chiqishi yoki anionning birikishi hisobiga sodir bo'ladi:



Anionli mexanizmida polimerlanish suyuq ammiak muhitida ishqoriy metallarning amidlari ishtirokida va metalloorganik birikmalardan iborat kompleks katalizatorlar ta'sirida (masalan, valentligi o'zgaruvchan metallarning xloridlari (Sigler — Natta katalizatori  $Al\{C_2H_5\}_3$ ,  $TiCl_4$ ,  $TiCl_3$  ta'sirida boradi. Reaksiya mexanizmi kation polimerlanish kabi faqat bunda tezlatuvchi zarracha vazifasini anionlar bajaradi. Bu usul bilan qat'iy chiziqli

tuzilishli otereoregulyar hamda fazoviy aniq yo'nalishli polimerlar olinadi. Stereoregular polimerlar yuqori mustahkamlikka va zichlikka, issiqqa chidamliligi bilan ajralib turadi.

Bosqichli polimerlanish mexanizmida monomer molekullari bilan ketma-ket birikib dimer, trimer va shu kabilarni hosil qiladi, so'ngra ular o'zaro birikadi. Bunda vodorod atomi yoki qandaydir boshqa atomlar guruhi bir molekuladan boshqa molekulaga o'tishi mumkin. Shu usulda poliformaldegid smolasi, poliuretanlar, epoksidli smolalar va boshqalar olinadi. Misol tariqasida geksametilendiizosianat va 1,4 butandioldan poliuretan olish reaksiyasini ko'ramiz:



Polimerlanish reaksiyasi qizdirish bilan olib boriladi. Sopolimerlanish, kimyoviy tarkibi bilan bir-biridan farq qiluvchi, ikki yoki bir necha monomerlarni birgalikda polimerlanishi jarayonidir. Sopolimerlanish shunday xossali polimerlar olishga imkon beradiki, bunda ushbu monomerlar alohida polimerlaganda bunday xossali polimer olib bo'lmaydi. Masalan, butadiyenli kauchuk va uning asosida olingan rezina yuqori darajada elastiklikka ega, ammo yedirilishga chidamsiz, polistirol qattiq va mo'rt butadiyen va stirolni birgalikda polimerlash (sopolimerlash) elastikligi kamaygan, ammo edirilishga juda chidamli sintetik kauchuk olish imkonini beradi.

Sanoatda polimerlanish jarayoni to'rt usul bilan amalga oshiriladi; 1) blok usuli; 2) eritmada polimerlash; 3) emulsiyada polimerlash; 4) suspenziyada polimerlash.

Blok polimerlash usulida ikki yoki undan ortiq monomerlarni bosqichli polimerlanish usuli bilan yoki chiziqsimon zanjirli polimerning boshqa monomer (gomopolimer) bilan sopolimerlanishi natijasida olish mumkin. Har ikkala usulda ham polimerlanishning dastlabki bosqichida uchida V monomerni

biriktira oladigan aktiv markaz tutgan A monomer zvenolaridan iborat molekular zanjir hosil bo'lishi bilan boshlanadi. Polimer bloklar ko'rinishida olinadi, so'ngra maydalanadi. Ba'zan tayyor buyum (masalan, organik shisha) olish ham mumkin. Bu usulda polistiro'l, polietilen, poliakrilatlar va shu kabilar olinadi. Blok polimerlari polidispers bo'ladi va molekular massasi emulsiya va suspenziya usulida olingan polimerlarga nisbatan kichik bo'ladi.

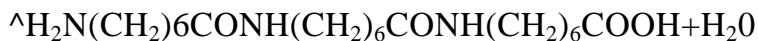
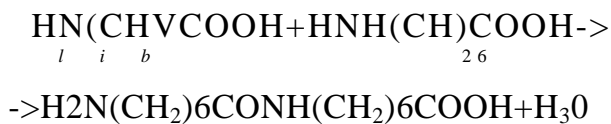
Eritmada polimerlash usuli erituvchida monomer yoki polimer yoki har ikkalasi eriganda qo'llaniladi. Birinchi holatda polimer cho'kadi, uni suyuq fazadan ajratib olinadi va quritiladi. Ikkinchi holatda lak olinadi. Bunday usulda polivinilasetat, polivinilxlorid, polivinilasetilen va shu kabilar olinadi. Bu usulda monodispers polimer olinadi, ammo undan erituvchini to'liq ajratib olib bo'lmaydi.

Emulsiyada polimerlash monomerni, suvda eruvchi initsiator (tezlatuvchi) emulgatorlar va boshqa qo'shiladigan narsalar bilan taxminiy, so'ngra barqaror emulsiya hosil bo'lguncha qattiq aralashtiriladi. Keyin emulsiya, monomerning polimerlanishni ta'minlash darajasigacha qizdiriladi. Hosil bo'lgan polimerni kuchli elektrolitlar (kislota va tuzlar) qo'shish yo'li bilan ajratib olinadi. Jarayonning kinetikasiga, harorat, vaqt, initsiator miqdori, amulgator tabiati, aralashtirish tezligi ta'sir etadi.

Suspenziyada polimerlash usulida suvda erimaydigan, ammo monomerlar eruvchi initsiatoridan foydalaniladi. Bu usulda sharsimon granulalar shaklida nisbatan molekular massasi katta bo'lgan polimer olinadi.

Polikondensatlanish molekulari tarkibida bir necha funksional atomlar guruhi tutgan moddalarning o'zaro bir-biri bilan bosqichma-bosqich birikishidan polimer hosil bo'lish jarayonidir. Bunda suv, spirt, uglerod oksidi, ammiak kabi kichik molekular massali qo'shimcha mahsulotlar ajralib chiqadi. Olingan polimerning elementar tarkibi dastlabki monomerlar tarkibidan bir muncha farq qiladi. Bu usulda fenolformaldegidli, monevinaformalgedli, poliefirli smolalar olinadi. Ular anid, lavsan, enant kabi sintetik tolalarni olish uchun xomashyo hisoblanadi. Masalan, aminoenant kislotasini polikondensatlash orqali enant tolasi ishlab chiqarishda foydalaniladigan smola olinadi.





va shu kabi to polimergacha  $\text{H}[-\text{HN}(\text{CH}_2)_6\text{CO}-]_n\text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ .

Dastlabki monomerning tabiatiga va qo'llaniladigan usulga qarab polikondensatlanish qaytar (muvozanatli) va qaytmas bo'ladi. Qaytar polikondensatlanishda reaksiya zonasidan kichik molekular massali qo'shimcha mahsulotlari tezlik bilan chiqarib turilsa, jarayon tezligi ortadi. Qaytmas polikondensatlanish katta tezlikda boradi. Polikondensatlanish jarayonida polimerning molekular massasi doim o'sib boradi va reaksiya muhitining qovushqoqligi ortadi. Hosil bo'lgan makromolekulaning harakatchanligi (oquvchanligi) kamayadi va qo'shimcha mahsulotlarni ajratib olish qiyinlashadi. Bu holat jarayonning sekinlashuviga va to'xtab qolishiga olib keladi.

Dastlabki monomerning tabiatiga va polikondensatlanish sharoitiga qarab hosil bo'lgan polimer chiziqli (poliamidlar poliefirlar) va uch o'lchamli (aminoplastlar, fenoplastlar, to'yinmagan poliefirlar) tuzilishga ega bo'ladi. Polikondensatlash katalizator ishtirokida yoki katalizatorsiz olib borilishi mumkin. Foydalaniladigan katalizatorning tabiatiga qarab olinadigan polimerning xossalari ta'sir ko'rsatishi mumkin. Masalan, fenol va formaldegid kislotali katalizator ishtirokida polikondensatlangan novolak termoplastik smolasi hosil bo'lsa, ishqoriy katalizator ishtirokida esa termoreaktiv rezol smolasi hosil bo'ladi.

Sanoatda polikondensatlanish suyuqlanmalarda, eritmalarda yoki fazalar bo'limi yuzasida olib boriladi. Suyuqlanmalarda polikondensatlanishdan moddalar va hosil bo'ladigan polimer suyuqlantirilgan holatda uzoq muddatgacha parchalanmay tura olsagina foydalaniladi. Bu usulda poliefirlar, yuqori sifatli poliamidlar olinadi.

Eritmalarda polikondensatlanish jarayoni monomer va hosil bo'luvchi polimer erituvchida erisa yoki faqat dastlabki komponentlar eriganda qo'llaniladi. Eritmada polikondensatlanish jarayoni katta tezlikda boradi. Ammo polimerni yaxshilab tozalash haqida erituvchini regeneratsiyalash zarur bo'ladi.

Fazalar bo'limi yuzasida polikondensatlanish har qaysi erituvchida monomerlar alohida-alohida eritilgan, bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuq holatda olib boriladi. Erituvchi sifatida ko'pincha suv va uglevodorodlar ishlatiladi. Polikondensatlanishning bu turi juda katta tezlikda boradi, shuning uchun plyonka va tolani bevosita fazalar bo'limi chegarasida olish mumkin.

Polimerning qotishi chiziqli tarmoqlangan polimerni uch o'lchamli holatga o'tkazishdir. U qizdirish, nurlantirish yoki reagentlar ta'sir ettirish va boshqa usullar bilan amalga oshiriladi. Masalan, ko'pgina polikondensatlanish orqali olingan smolalarni geksametilentetramin (urotropin) bilan qizdirilganda, ular qotadi (urotropin) formaldegid va ammiakka parchalanadi.

Sintetik yuqori molekular birikmalar (polimer olingandan so'ng tozalanadi va maydalanib donalar yoki kukunsimon shaklga keltiriladi).

## **2- §. Kimyoviy tolalar ishlab chiqarish**

Uzunligi ko'ndalang kesimidan bir necha marta katta bo'lgan moddalar *tola* deyiladi. Tolaning kundalang kesimi juda kichik bo'lib u mikronlarda o'lchanadi. Kelib chiqishiga qarab, tolalar tabiiy va kimyoviy tolalarga bo'linadi. Tabiiy tolalarga paxta, jun, kanop, zig'ir tolas, ipak va boshqalar kiradi. Kimyoviy tolalar sun'iy va sintetik bo'ladi. Sun'iy tolalar tabiiysini kimyoviy qayta ishlov berish bilan olinadi, (asosan sellyulozadan olinadi). Masalan, viskoza, mis-ammiakli, atsetatli, oqsilli, algenatli (dengiz suv o'tlaridan ajratib olinadigan algin kislota asosidagi tola) va boshqa sintetik tolalar tabiiy bo'lmagan monomerlardan sintez qilib olinadi. Masalan, kapron, neylon, anid, nitron, lavsan va hokazolar.

Kimyoviy tolalarni kiyim-kechaklarda tayyorlashda va texnik maqsadlarda keng ishlatilishi, ularga bo'lgan talabning kun sayin oshib borayotganligining sababi ularning xomashyosi amalda bitmas

tuganmasligidir, ularni ishlab chiqarish iqtisodiyjihatdan arzonligi, tabiiy tolalar kabi tuproq unumdorligi, iqlim sharoitlarga bog'liq bo'lmaganligi, ularda tabiiy tolalarda bo'lmagan ayrim muhim xossalari mavjudligi, ishlatish sohasiga va xohishiga qarab tolaga kerakli xossaniberish imkoniyatining mavjudligi kabilardir. Masalan, 11. jun ishlab chiqarish uchun 400, paxta uchun 238, viskoza uchun 50 mehnat kuchi sarflanadi.

Ko'pgina kimyoviy tolalar agressiv kimyoviy reaktivlarga, nur va suv ta'siriga chidamli, chirimaydi, mikroorganizmlar ta'sir etmaydi. Ulardan keng iste'mol tovarlari tayyorlanadi. Kimyoviy tola ishlab chiqarish texnologiyasi qanday xomashyodan olinishidan qat'iy nazar 4 bosqichdan: dastlabki (xom) polimer olish, yigiruv mahsulotini tayyorlash, tolaga shakl berish, pardozlash bosqichlaridan iborat

***Dastlabki (xom) polimerning olinishi*** Xomashyo tabiiy polimer bo'lsa, uni qo'shimchalardan taxminiy tozalanadi. Monomer bo'lsa, polimer sintezlanadi, smola olinadi. Bunda qanday xomashyodan foydalanishdan qat'iy nazar olinadigan polimerga quyidagi umumiy talablar qo'yiladi: 1. To'g'ri chiziqli tuzilishga ega bo'lgan polimer olish. Shundagina uni eritish yoki suyuqlantirish hamda tola yo'nalishini tartibga solish mumkin. 2. Polimerning molekular massasini ma'lum darajada saqlash (odatda 15 000—100 000 atrofida). Agar mol massasi bundan kichik bo'lsa, undan olingan tola mustahkam bo'lmaydi, aksincha katta bo'lsa, uning eritmasi yoki suyuqlanmasining oquvchanligi kamayib, yopishqoq bo'ladi va tolaga shakl berish qiyinlashadi. 3. Olingan polimer juda toza bo'lishi kerak, aks holda hatto ozgina begona aralashma ham tola mustahkamligi va sifatini pasaytiradi.

***Ylguruv mahsulotlarini tayyorlash.*** Buning uchun polimer erituvchilarda (ishqor, spirt, atseton, dimetilformamid va boshqalar) eritilib, 7-25% li eritma tayyorlanadi yoki suyuqlantiriladi. Chunki tola faqat eritma yoki suyuqlanma holatida bo'lganida, unga shakl berilganida tola makromolekulasi uning uzunasi bo'ylab oriyentatsiyalana oladi, polimer makromolekulasidagi ichki o'zaro ta'sir kuchlari kamayadi. Eritma yoki suyuqlanma 2—4 marta filtrlanib qo'shimchalardan tozalanadi, vakuumlash orqali havo pufakchalari

yo'qotiladi, aks holda shakl berish paytida tola iplarining uzilishiga sabab bo'lishi mumkin. Zaruriyatga qarab, yiguruv mahsulotiga bo'yoqlar, oqartirgichlar va boshqa birikmalar qo'shiladi.

**Tolaga shakl berish.** Yiguruv mahsulotini katta bosimda filerlardan o'tkazish orqali amalga oshiriladi. Filerada (ip hosil qiluvchi kadaqsimon idish) 100 dan 600 tagacha, xatto undan ham ko'proq, diametri 0,06—0,5 mm, bo'lgan mayda teshikchalari bo'ladi, tola iplarining bir-biriga yopishish xossasini ko'paytirish uchun teshiklarni ko'pincha aylana shaklida emas, balki yulduzcha, uchburchak va boshqa shakllarda qilinadi. Fileralar xromnikelli po'latdan, tantaldan, platina-iridiy, platina-oltin qotishmalardan yasaladi.

Fileradan siqib chiqarilgan polimemning ingichka oqimi, (ipi) yiguruv mahsulotining tipiga qarab 3 xil usulda qotiriladi: 1. Ho'l yigirish usuli, bunda fileradan chiqqan ip cho'ktirish vannasiga tushadi, u yerda kaogulyatorlar bilan kimyoviy tasirga uchrab tola qotadi (viskoza, mis-ammiakli tolalar). 2. Eritmadan quruq yigirish usuli bilan qotirish. Bunda issiq havo oqimida uchuvchan erituvchining bug'lanib ketishi tufayli ip hosil bo'ladi (atsetat tolasi, nitron, vinol va boshqalar) 3. Suyuqlanmani quruq yigirish usulida sovuq havo oqimi bilan polimer suyuqlanmasining ingichka oqimi sovib qotadi.

Qotgan ingichka tolalar to'plami to'xtovsiz tola qabul qiluvchi



**115- rasm.** Tolaga shakl berishda chiziqli molekularning oriyentatsiyalanishi.

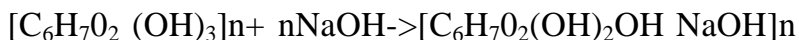
- a — molekularning tartibsiz joylashuvi; b — qisman oriyentatsiyalangan;
- d — oriyentatsiyalangan.

qurilmaga o'tadi va u yerda o'ruvchi moslamalar (babina, rolik, sentrifuga) yordamida ko'p martalab cho'ziladi. Cho'zish bosqichida tola makromolekulasining uzunasiga oriyentatsiyalanishi davom etadi, ya'ni tola molekulari uzunasiga tartibli tuzilib qoladi (115- rasm), natijada molekulararo bog'lanishning ortishi hisobiga tolaning mustahkamligi ortadi.

*Pardoziash bosqichida* tolaga turli xossalar beriladi. Agar tolaga

shakl berish uchun turii reagentlar va eritmalar qo'llanilgan bo'lsa, yaxshilab yuviladi, zarur holda oqartiriladi va bo'yaladi. To'qimachilik korxonalarida tolani qayta ishlash oson bo'lsin uchun sovun yoki moyli eritmalar bilan moylanadi, so'ngra quritilib yigiriladi va kalavalanadi. Kimyoviy tolalar uzun uzluksiz (monotola) ko'rinishida yoki shtapel tolasi (30—150 mm uzunlikda kesilgan holda) shaklida olinadi. Shtapel tolalar kiplarga presslanadi. Ulardan toza holda yoki boshqa tolalar bilan qo'shib yigirilgan iplar (pryajalar) tayyorlanadi.

**Viskoza tolasi ishlab chiqarish.** Viskoza tolasini olishni 1842 yilda Ch.Kras, K.Bidllar kashf etdilar. Viskoza tolasi boshqa kimyoviy tolalar orasida eng ko'p ishlab chiqariladi (umumiy ishlab chiqariladigan tolalarning 60 % ni tashkil etadi), Yigiruv eritmasini tayyorlash uchun sulfitli selluloza olinib, unga 18-20 % li NaOH eritmasi bilan ishlov beriladi. Bunda selluloza tarkibidan qolgan gelisellyulozaning ko'p qismi yuvilib chiqadi, molekulalararo bog' ham qisman uziladi va ishqoriy selluloza hosil bo'ladi. Bu jarayon *merserizatsiya* deyiladi:

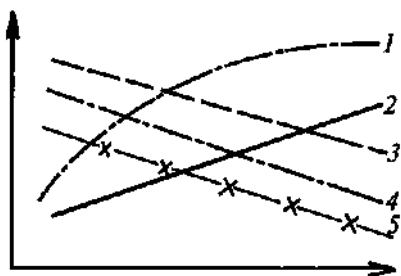


Merserizatsiya 10-60 daqiqa davomida 20-50°C da olib boriladi. Ishqoriy sellulozadan NaOH ning ortiqchasi siqib chiqariladi va maydalanadi, so'ngra 20°C da 30—50°C da qoldiriladi (taxminiy etilish jarayoni). Bu vaqt oralig'ida havo kislorodi ta'sirida sellulozaning polimerlanish darajasi bir muncha kamayadi. Shundan keyin ishqoriy selluloza 2—3°C mobaynida uglerod sulfid (u selluloza massasining 33—38 % ni tashkil etishi kerak) bilan ishlov beriladi (sellyulozani ksantogeniash). Natijada to'q sariq rangli sellulozaning ksantogenati hosil bo'ladi. U NaOH ning 4—7 % li eritmasida yaxshi eriydi.



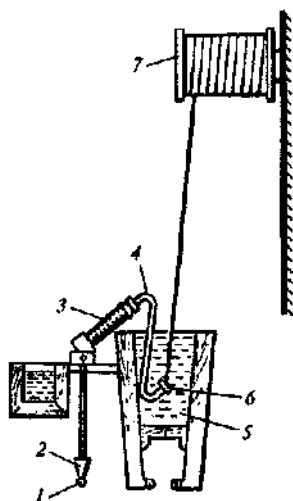
" S

Ksantogenat viskoza apparatida aralash tirgich yordamida (1 daqiqada 900—1000 marta aylanadi) eritiladi. Natijada 6—9 % selluloza



**116- rasm.** Ksantogenlanish davomiyligining ksantogenat tarkibi va xossalriga ta'siri.

Yigiruv nasosi (2) viskozani siqib filtdan (3), so'ngra shisha nay (4) orqali fileradan (6) o'tkazadi va cho'ktirish vannasiga tushadi. Undagi eritma tarkibi 80—150 g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 160-320 g/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> va

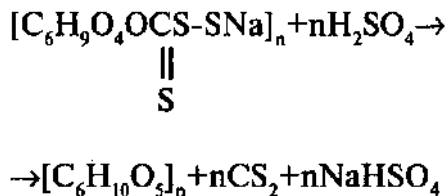


**117- rasm.** Eritmadan «ho'l» yigirish orqali tolaga shakl berish sxemasi.

1 — viskoza eritmasining kirishi; 2 — yigiruv nasosi; 3 — filtr; 4 — shisha quvurcha; 5 — cho'ktirish vannasi; 6 — filera; 7 — bobina (zo'g'ata).

va 7 % NaOH eritmasidan iborat suvli eritma hosil qilinadi. Olinadigan viskozaning sifati yetilish jarayonining davomiyligiga hamda haroratga bog'liq bo'ladi (116- rasm). Sellyuloza 14-17°C da 2-3 kun davomida yetiladi. Tayyor bo'lgan eritma filtrlanadi, vakuumda havo pufakchalari chiqarib yuboriladi va ho'l yigirish usulida tolaga shakl berishga yuboriladi (117- rasm).

Cho'ktirish vannasida (5) quyidagi jarayonlar boradi: elektrolit tasirida viskozaning kaoguUanishi, kislota tasirida sellyuloza santogenatining parchalanishi, turli oltingugurtli birikmalarning H<sub>2</sub>S va CS<sub>2</sub> hosil qilib yemirilishi va boshqalan I

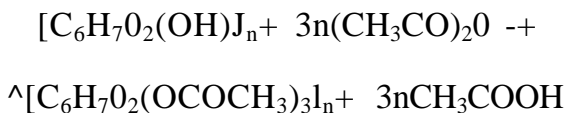


Eritma to'xtovsiz regeneratsiyaga yuborib turiladi, regeneratsiyalangach, yana vannaga qaytariladi. Regeneratsiyalangan sellyuloza tolasi yig'ilib, bir tutam qilib babinaga (ip zugotaga o'raladi) yoki sentrifigaga (sentrifuganing ichki devori bo'ylab, ip dumaloq

shaklida yi iladi) raladi, ch ziladi va taxlab q yiladi. Yigirish tezligi 75—100m/daq.

*Tolani sayqallash.* Tola tarkibidan oltingugurt ni y qotish uchun ishqorning suyuq eritmasi bilan ishlov berish, s ngra qiyin eruvchi tuzlarni y qotish uchun kislota eritmasi bilan yuvish va nihoyat natriy gipoxlorit bilan oqartirish kabi amallarni bajarishdan iboratdir. Shundan so'ng tola oleinli moy bilan moylanadi va 70°C da quritiladi. S ngra raladivakeraklijoylargaj natiladi. Viskoza tolasi 100—120°C ga va oiganik erituvchilarda chidamli. H l holda bo'lganda uning mustahkamligi 40—50 % kamayadi. Viskozadan ipak, shtapel, kord va sun'iy qorak l olinadi.

Asetat tolasi olish uchun xomashyo sifatida asosan paxta chigitidan tola ajratib olingach, chigitda oladigan tuklar ishlatiladi, bunda selluloza sirka ангидриди bilan asetillanadi. Reaksiya sulfat kislota katalizator ishtirokida boradi va triatsetilsellyuloza olinadi:



Triatsetilselluloza

Hosil b lgan triatsetilselluloza atsetonda yoki dixlormetan bilan etil spirtining 90:10 nisbatdagi aralashmasida eritilib fileralardan tkaziladi.

***Kapron tolasi ishlab chiqarish.*** Kapron sintetik tola hisoblanadi. U kaprolaktamdan olinadi. Polikaprolaktam kaprolaktamni avtoklav usulida pagonali polimerlash orqali olinadi (118- rasm). Kapfulaktam emallangan qozonda (1) aralashtigich yordamida, 70—75°C gacha suv bilan qizdirib turib suyuqlantiriladi. Suyuqlanma yumshatilgan suv bilan aralashtiriladi (laktan massasining 10-15 % gacha), suv aktivlovchi rol ynaydi. S ngra sirka kislota (1 % li) q shiladi. Kislota polimerning molekular massasini boshqarib, t rilab turish uchun q shiladi. Eritma filtrdan (2) tkazilib po'lat avtoklavga (3) yuboriladi. U yerda polimerlanish jarayoni ketadi. Polimerlahlsh 1,5 MPa bosimda, 250°C da toza azot atmosferasida olib boriladi. Bunday sharoitda suv tasirida laktan holqa buziladi va aminokapron kislota





mashinasining suyuqlantirgichi (7) da 260—270°C da suyuqlantiriladi. Suyuqlanma dozalovchi nasos (6) yordamida 3—6 MPa bosimda filtr orqali filera (9) ga siqib o'tkaziladi. Undan ingichka tolachalar suyuqlanmasi shaxta (10) ga o'tadi va unda sovuq havo oqimida qotib, ipchalaiga aylanadi.

Olingan tola cho'ziladi, yuviladi, qayta o'raladi va moylanadi. Kapron va boshqa sintetik tolalarni yigirish tezligi 1500 m/daqiqagacha bo'ladi. Kapron dan paypoq va trikotaj buyumlari, gazlamalar, og'ir samolyotlarning shinalariga kord, plyonkalar, yelim, tishli uzatgichlar, naylar, podshipniklar, separatorlar va shu kabi ko'pgina buyumlar ishlab chiqariladi. Xuddi shunday usulda enant, amid tolalari ham olinadi. Poliamid tolalari yedirilishgajudachidam-ligi, egiluvchanligi, uzilishga o'ta mustahkamligi, chirimasligi, gigroskopligining kam bo'lishi bilan ajralib turadi.

**Nitron tolasi ishlab chiqarish.** Nitron tolasi ishlab chiqarish uchta texnologik sexni: polimerlash, erituvchini regeneratsiyalash, yigiruv-pardoqlash sexlarini o'z ichiga oladi. Polimerlash sexida yigiruv eritmasi olinadi. Uni akrilo-nitril, metilakrilat va itakon kislotasini natriy rodanid eritmasida sopolimerlash usuli bilan hosil qilinadi. Polimerlash sexi tarkibiga: aralashtirish, polimerlash, demonomerlash, filtrlash, jilosizlash (yaltiramaydigan qilish), deaeratsiyalash bo'limlari kiradi.

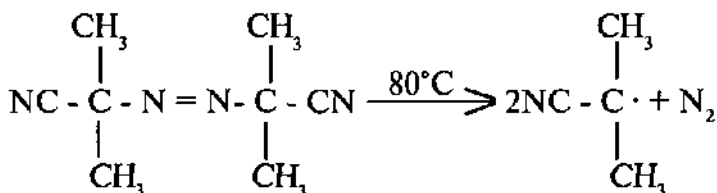
Polimerlash sexining qurilmalari har binning mahsuldorligi tayyor tolaga hisoblaganda 50 t/sutka, yigiruv eritmasiga nisbatan hisoblaganda esa 400 t/sutkaga teng bo'lgan ikkita texnologik liniyaga bo'lingan. Yigiruv eritmasi texnologik liniyalarning har birida alohida-alohida mustaqil to'xtovsiz hosil qilinib turiladi.

**Nitron tolasi ishlab chiqarishning nazariy asoslari.** Polimerlash sexida polimer hosil qilish jarayoni suvli muhitda sopolimerlash usuli bilan amalga oshiriladi. Bunda natriy rodanidning suvdagi eritmasida (erituvchida) akrilonitril, metilakrilat va itakon kislotalarining aralashmalari tezlatuvchi va turg'unlovchilar ishtirokida sopolimerlanadilar. Sopolimerlar havosizlantiriladi, filtrlanadi va tiniq yaltiroq yigiruv eritmaga aylantiriladi.

Akrilonitril metilakrilat va natriy itokonatlarning polimerlanishi, massa ulushi 51,5 % bo'lgan natriy rodanidning suvdagi eritmasida

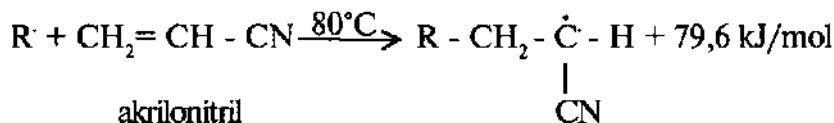
olib boriladi. Rodanid eritmasi ham monomerlarni, ham hosil qilingan polimerlarning erituvchisi hisoblanadi.

Polimerning hosil bo'lish mexanizmi radikal tabiatga ega bo'lib, bir necha bosqichlardan iboratdir: a) tezlatuvchi — initsiatorning (parofor) parchalanishidan erkin radikallarning hosil bo'lishi:

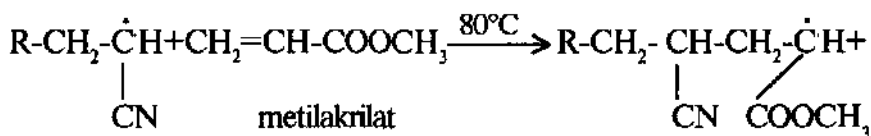


$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{NC} - \overset{\cdot}{\text{C}} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  radikalini R' bilan belgilaymiz.

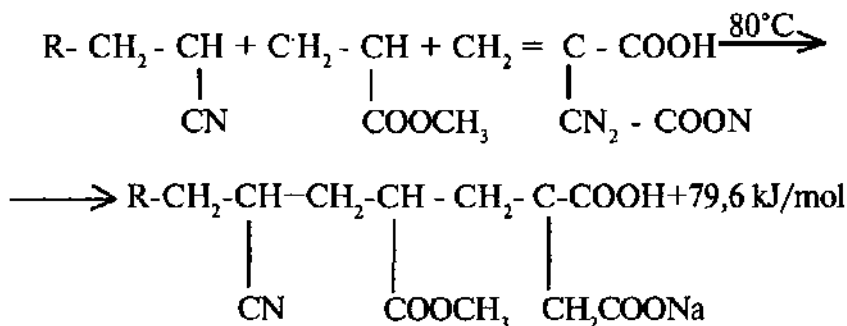
b) radikalning monomerga birikib, ikkilamchi radikalga aylanishi:



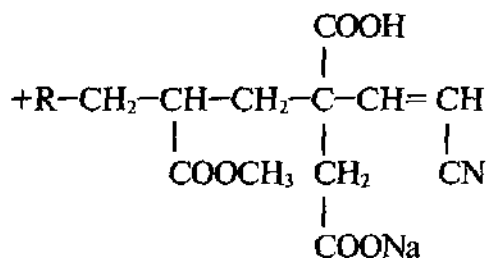
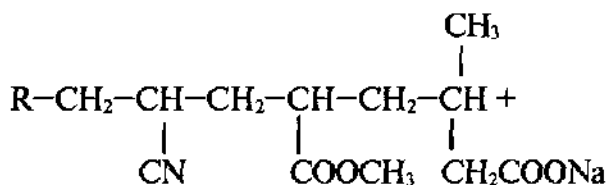
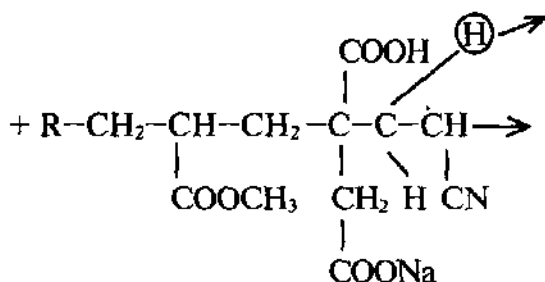
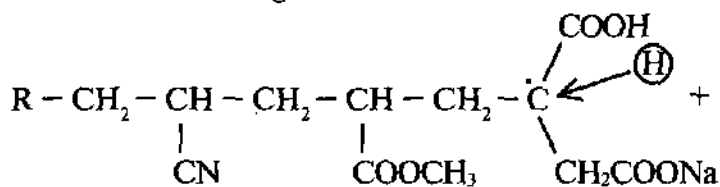
d) zanjirning o'sishi



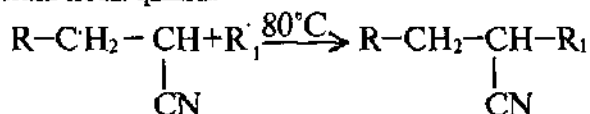
79,6 kJ/mol



e) disproporsiyalanish — vodorod atomining bir makroradikaldan ikkinchi makroradikalga ko'chib o'tishi:

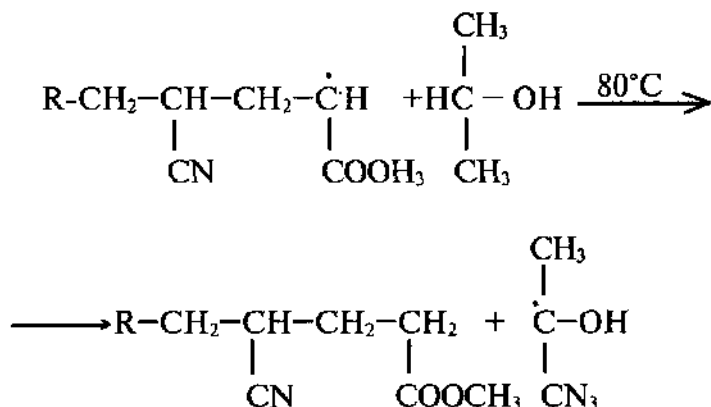


f) tezlatuvchi (initsiator) ning erkin radikali makroradikalga birikib molekula hosil qilishi:

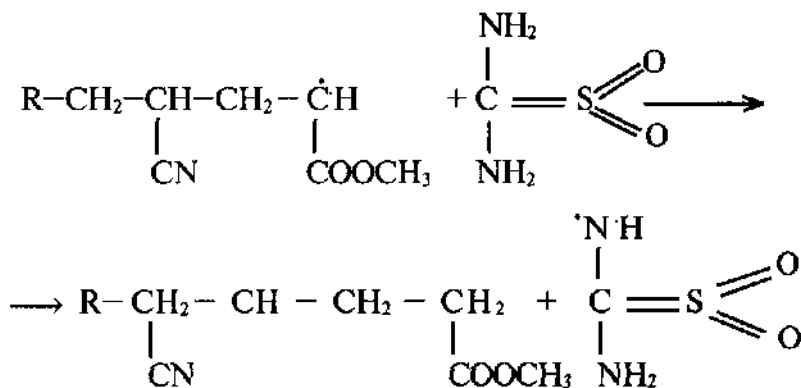


(R' — erkin radikal)

g) aktiv markazning ko‘chib o‘tishi — molekular massani to‘g‘rilovchisidan (regulyator) vodorod atomining makro molekulaga ko‘chib o‘tishi va makromolekulaning hosil bo‘lishi:



h) turg‘unlashtiruvchi ta‘sirida zanjirning uzilishi bosqichlardan iborat bo‘ladi:



Polimerning hosil bo‘lish tezligi molekular massasi, aktivlanish tezligi, o‘shish va zanjirning uzilish tezliklari aktivlashtiruvchi va monomer konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi.

Sopolimerlanish jarayonida monomerlarning konversiya darajasi 50—60 % bo‘ladi. Sopolimerlanish jarayoni va tola xossasiga quyidagi texnologik parametrlar ta‘sir etadi:

1. Harorat. Haroratni oshirish aktivlashtiruvchining parchalamsh tezligini oshiradi, natijada polimerlanish reaksiyasi tezlashadi va polimerning molekular massasini kamaytiradi.

2. Aktivlashtiruvchining massa ulushi. Aktivlashtiruvchining massa ulushini oshirish, erkin radikallarning ko'p miqdorda hosil bo'lishiga, natijada polimerlanish reaksiyasining tezlashuviga va polimer massasining kamayishiga olib keladi.

3. Monomerning massa ulushi. Monomerning massa ulushini oshirish polimer zanjirining o'sishi reaksiyasini tezlatadi, molekular massasining ortishiga olib keladi.

4. Tiomochevina (IV) oksidining massa ulushi. Tiomochevina (IV) oksidi polimer zanjirini uzatuvchi va qaytaruvchi agent vazifasini bajaradi. Urting massa ulushini oshirish, polimer zanjirining uzilish reaksiyasini tezlashtiradi, polimerning molekular massasini kamaytiradi. Bundan tashqari tiomochevina (IV) oksidi tola rangini barqarorlashtiruvchi (turg'unlashtiruvchi) va sopolimerlanish reaksiyasini sekinlashtiruvchi uch valentli temirni neytral ikki valentli temirga qaytaruvchi hamdir.

5. Izopropil spirtning massa ulushi. Reaksion aralashmada izopropil spirtning molekular massasini kamaytiradi (U polimer zanjir ko'chiruvchisidir).

6. Natriy rodanidining massa ulushi. Natriy rodanidning massa ulushini optimal konsentratsiyasidan (51,5—5 %) kamaytirish yoki kamaytirish polimerning eruvchanligini kamaytirib, yigiruv eritmasining yopishqoqligini oshiradi. Bundan tashqari rodanidning massa ulushing kamaytirish polimerlanish reaksiyasi tezligini va polimerning molekular massasini kamaytiradi, gel hosil bo'lishini esa ko'paytiradi. Gelning ko'payishi pressfiltr va issiq almashtirgichlarning xizmat muddatini qisqartiradi, tolaga shakl berish jarayoniga salbiy ta'sir etadi.

*Texnologik sxemasi.* Itakon kislotasi muhim xomashyolardan biri bo'lib, suvda yomon eriydi. Nitron olishda polimerlanish reaksiyasini suvli muhitda borganligi uchun ham aynan uni ishlatib bo'lmaydi.

Suvda eriydigan holatga o'tkazish uchun itakon kislotasini natriy gidroksidi bilan ta'sir ettirib, natriy itakonat tuzi hosil qilinadi. Bu jarayon bir zavodining o'zida amalga oshiriladi. Natriy itakonat mikroorganizmlar uchun ozuqa muhit hisoblanadi.

Zavod k rilishlarining ichi mikroorganizmlar bilan ifloslanib, tiqilib qolmasligi uchun unga ozgina sterilizator mikroorganizmlardan tozalovchi sifatida akrilonitril quyiladi.

Suspenszor (suspenziya hosil qiluvchi apparat, 5) ga (119-rasm) natriy rodanid va natriy itokanat 1- va 2- baklardan o'zi oqib tushadi. 3- va 4- bakchalardan tiomochevina (IV) oksidi va porofor talqonlari esa avtomatik ravishda o'lchab beruvchi tarozida o'lchanib tushadi va ashyolar suspensiyasi hosil qilinadi. Suspenziya reagentlarni aralashtiruvchi apparatga aralashtirgich (6) o'tadi. Aralashtirgichga (7,8,9) baklardan akrilonitril, metilakrilat va izopropil spirti (10) filtrlar orqali o'zi oqib tushadi.

Suyuq komponentlar (tarkibiy qismlar) sari markaziy boshqarish pultida (MBP) avtomatik ravishda boshqarilib turiladi.

Aralashtirgichga (6) rN nj turg'un saqlash uchun 22 % li natriy gidrooksid eritmasini to'g'rilovchi klapan (klapan — suv, havo yoki bug' yo'lini ochib- berkitib turadigan qopqoq) orqali solib turish ham mo'ljallangan.

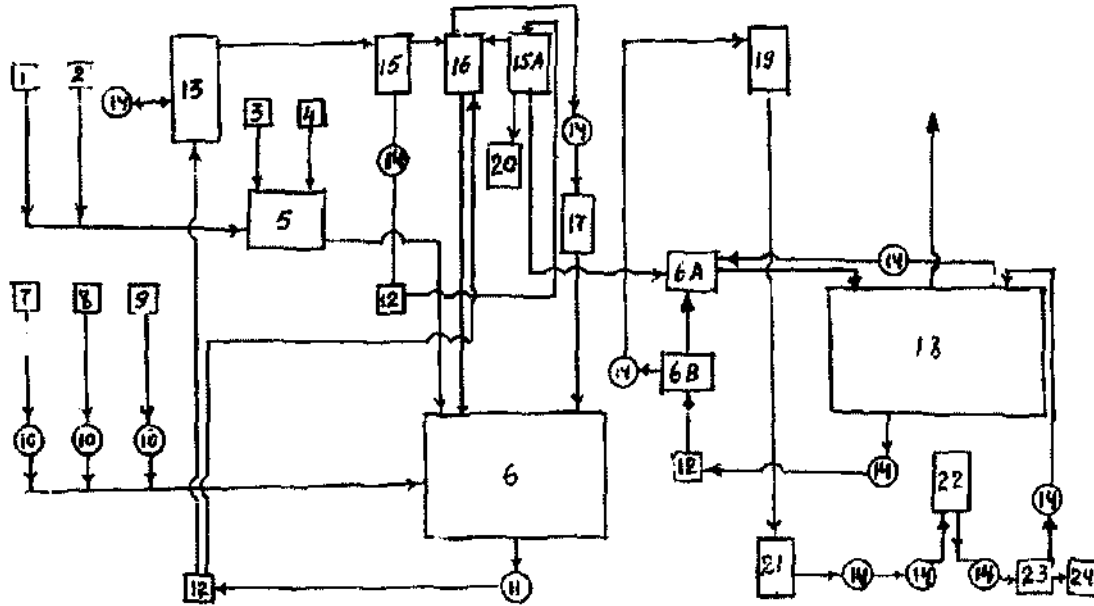
Reaksiyon aralashma yuqorida aytilgan reagentalaridan: toza monomerlar, erituvchi, porofor, tiomochevina (IV) oksidlari, aylanma monomerlardan hosil qilinadi.

Reagentlarni aralashtiruvchi apparat silindirsimon bo'lib, ichida aralashtirgich o'rnatilgan bo'ladi. Aralashtirish jarayoni aylantiruvchi nasos orqali ham amalga oshiriladi.

Reaksiyon aralashma-reagentlar aralashtirgichdan markazdan qochma kuch hosil qiluvchi nasos yordamida issiq almashtirgich orqali o'tib, reaktorning ostki qismiga kiradi. Reaksiyon aralashmaning sarfl MBP orqali tekshirib va to'g'rilab turiladi.

Reaktor silindirsimon apparat bo'lib, hajmi  $9,7 \text{ m}^3$ , ichida varrak tipidagi uch qavatli aralashtirgich bor, tashqi tomoni g'ilof bilan qoplangan. G'ilof ichidan reaktorni isitish yoki sovitish uchun suv o'tib turadi.

Polimerlanish reaksiyasi o'rtacha  $80^\circ\text{C}$  da boradi. Reaksiyon aralashma polimerga aylanguncha 1,7—2,4 soat reaktor ichida bo'ladi. polimerlanish reaksiyon izotermik bo'lganligidan, reaksiya issiqlik ajralib chiqishi bilan boradi. Reaksiya issiqligi bilan aralashtirgichning aylanishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdorlari taxminan  $80^\circ\text{C}$  atrofida bo'ladi.



**119- rasm.** Nitron ishlab chiqarish sxemasi.

- 1 — Natriy rodonit eritmasini saqllovchi bosimli bak; 2 - natriy itokanat eritmasini saqllovchi bosimli bak; 3 - tiomochevina (IV) — oksidini saqllovchi dozalagich; 4 — parafor saqllovchi dozalagich; 5 — suspenziya hosil qiluvchi bak; 6, 6A-aralastirgichlar; 7 — akrilonitril saqllovchi bak; 8 - metilakrilat saqllovchi bak; 9 — izopropil spirti saqllovchi bak; 10 - filtrlar; 11 - aylantiruvchi nasos; 12 - issiqlik almashgich; 13 — reaktor; 14 — vakuum nasos; 15,15A - demonomerizatorlar; 16 — kondensator; 17 — bak; 18 — yigiruv eritmasini aralastiruvchi bak; 19 — deaerator; 20 — nostandart yigiruv eritmasi saqllovchi bak; 21 - gidrozatvorli bak (yig'gich); 22 - ko'p pog'onali aralastirgich; 23 ~ filtr-press; 24 ~ yigiruv mashinasi.

Demak, reaksiyaning optimal bo'lishi tashqaridan issiqlik berolmasa ham davom etadi. Reaktor ichidagi haroratni to'g'rilab turish (texnologik jarayonlarning buzilishidan, ba'zan reaktor ichidagi harorat pasayishi yoki ortib ketishi mumkin) reaktorga kelib kiruvchi reaksiyon aralashmaning haroratini plastinkali ikki bo'lmalı issiq almashtirgich yordamida o'zgartirish amalga oshiriladi.

Reaktordagi yigiruv eritmasining haroratini juda aniq optimal holda saqlash uchun quyidagi parametrlarning: aralashmani reaktorga tushib turish tezligi, reaksiyon aralashmaning tarkibini, haroratini doimiy bir xilda saqlash zarur.

Reaktor g'ilofidagi suvda issiqlikning bir tekisda va tez tarqalishi uchun uning suvi nasos (14) yordamida aylantirib turiladi. Tarkibida 40—50 % monomer ushlovchi yigiruv eritmasi reaktor monomerlarining 50—60 % konversiyaga uchraydi, ya'ni polimerga aylanadi. Reaktorning yuqori qismidan vakuumda ishlovchi ketma-ket ikkita demonomerizatorlarga (15) kelib undan reaksiyaga kirishmay qolgan monomerlar vakuumda bog'lanib ajralib chiqadi. Natijada yigiruv eritmasi tozalanadi. Ajralib chiqqan monomerlar kondensatorga (16) borib kondensatlanadi. Demonomerlash ikki pog'onada olib boriladi.

Demonomerizatoridagi vakuum maxsus nasos (14) yordamida hamda monomerlarni kondensatorida kondensatlanishi natijasida hosil qilinadi. Kondensator, reagentlar aralashirgichida (6) issiq aralashirgich (12) orqali o'tib, aylanma nasos (11) yordamida kondensatorga keluvchi sovuq reaksiyon aralashmasi bilan sovitilib turiladi (u etanol aralashmasi bo'lib, 10+20°C gacha sovitiladi). Harorati MBP da avtomatik ravishda boshqarilib turiladi. Demonomerizatorlar bir xil konstruksiyali bo'lib, silindirsimon apparatlaridir. Ichida 5 ta konus o'rnatilgan. Konuslar yigiruv eritmasining bir xilda taqsim etilishi va unda monomerlarning eng ko'p ajralishini taminlaydi. Kondensatlangan monomerlar va izopropil spirti kondensatordan (16) aylanuvchi reaksiyon aralashma bilan barometrik quvur orqali aralashirgichga (6) qaytib keladi. Kondensatlanmagan monomerlar, azot va havo kondensatordan (16) vakuum nasos (14) bilan gidrozatvorli bakka (17) so'rib olinadi.

Bak tuzsizlantirilgan suv bilan to'ldirilgan bo'lib, suv nasoslar yordamida aylantirib turiladi. Vakuum nasosining normal ishlashi



uchun bakdagi suv gilofga keluvchi etanulli aralashma bilan 5—10°C gacha sovitiladi. Vakuum nasos ishlab turgan paytda bakning sathini bir xilda saqlash uchun rotametr orqali unga tuzsizlantirilgan suv berib turiladi, u suv monomerlar bilan aralastirgichga (6) qo'yiladi.

Demonomerizatsiya sistemasida barqaror reja (tartib) va yetarli vakuum bo'lganda nasos to'xtatib qo'yiladi. Vakuum faqat sovitilgan reaksiyon aralashma bilan monomerkrirring kondensatlanishi hisobiga hosil qilib turiladi.

Demonomerizatorlar yigiruv eritmasi, konus bo'yicha yupqa qavat hosil qilib oqadi, bunda monomerlar izopropanol va poroforning parchalanishidan hosil bo'lgan mahsulotlar bug'lanadi. Monomersizlangan yigiruv eritmasini birinchi pog'onali demonomerlanishi tugagach, barometrik quvur orqali nasos surib oladi va shu nasoslar yordamida plastinkali issiq almashtirgich orqali ikkinchi pog'onali demonomerlanish uchun demonomerizatorga (15 A) ga yuboriladi.

Monomerlarning bug'lanishi hisobiga yigiruv eritmasi 40—50°C gacha soviydi, shuning uchun yigiruv eritmasi ikki pog'onali demonomerlanishga borishdan oldin bug' bilan isuvchi issiq almashtirgichda qizdiriladi.

Yigiruv eritmasi ikki pog'onali demonomerlanishdan o'tgach, filtrlash bo'limiga aralastirish apparatiga o'tkaziladi. Demonomerizatorlarda yigiruv eritmasining sathi (60 %) avtomatik ravishda ushlab turiladi.

*Yigiruv eritmasini standart (mezon) holga yaqinlashtirish.* Aralastirish sistemasi: ikkita to'g'ri chiziqsimon aralastirgich (6 A va 6 B) aralastirish apparati bak plastinkasini issiq almashtirgich va aylanma nasoslaridan (14 A) tashkil topgan.

Aralastirish apparati 213 m<sup>3</sup> sig'imli to'g'ri burchakli idish bo'lib, ichiga uni 7 bo'limga bo'luvchi to'siqlar o'rnatilgan.

Yigiruv eritmasi aralastirilganda ajralib chiqadigan akrilonitril va metilakrilat bug'larini ajratib olmoq uchun har bir bo'lim gaz yig'gich bilan ta'minlangan va umumiy gaz quvuriga tutashgan, ushbu quvur orqali bug'lar atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Yigiruv eritmasi demonomerlash quvurlaridan to'g'ri chizikli aralastirgich (6 A) orqali aralastirish apparatining birinchi

b limiga keladi, oxirgi yettinchi b limiga esa eritma nasos bilan aralashtirgichga (6 A) uzatiladi, u yerda toza yigiruv eritmasi bilan aralashadi. Har bir b limdan yigiruv eritmasi nasos bilan issiq almashtirgich orqali aralashtirgichga (6 B) uzatiladi.

Issiq almashtirgichdan o'tgan yigiruv eritmasining harorati 25—35°C atrofida b ladi. Eritmaning bir qismi aralashtirgichdan (6 B) nasos bilan deaeratorga olib beriladi, qolgan qismi esa yigiruv eritmasining yangi toza qismi bilan aralashtirish uchun, aralashtirgichga (6 A) tushadi. Nostandart yigiruv eritmasi demonmerlash qurilmasidan saqlash bakiga olinadi, undan ozozdan apparatga uzatiladi.

*Yigiruv eritmasini havosizlantirish.* Standart holda yaqinlashtirilgan yigiruv eritmasi tarkibida hali oz miqdorda havo va azot saqlaydi (azot poroforning parchalanishida hosil bo'lib yigiruv eritmasida qoldiq sifatida bo'ladi), ular tolaga shakl berish bosqichida tolaning uzilishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun ham yigiruv eritmasi deaeratorga havosizlantiriladi. Deaerator silindirsimon apparat bo'lib, ichidagi beshta konus shunday o'rnatilganki, eritma ularning har biridan oqib o'tganda tekis taqsimlanadi. Konuslar yuzasidan eritma yupqa qavatli oqimi bilan oqadi va vakuum ostida eritmadagi havo pufakchalari ajralib chiqadi (bosim 0,007 MPa).

Deaeratorida vakuum 4 pog'onali vakuum nasos yordamida hosil qilinadi.

Havosizlantirilgan yigiruv eritmasi deaerordan barometrik quvur orqali yig'gichga gidrozatvorli bakka quyiladi. Uning sathi avtomatik boshqariladi. Havosizlantrilgan yigiruv eritmasi yig'gichdan nasos bilan nasoslar kollektoriga uzatiladi.

*Yigiruv eritmasini jilosizlash.* Tolani jilosizlash - yaltiroqligini yo'qotish uchun eritmaga titan (IV) oksidi qo'shiladi. Tolaning oqarishini ta'minlash uchun unga maxsus optik oqartirgich qo'yiladi.

Titan (IV) oksidi va optik oqartirgich maydalanib, xamirsimon holatga keltiriladi va aralashtirgich orqali yigiruv eritmasiga qo'shiladi. Yigiruv eritmasiga pigment pastasini kiritish suyultirilgan optik oqartirgich pastasi va titan (IV) oksidi pastasi kerakli nisbatda ko'p pog'onali almashtirgichda yigiruv eritmasi bilan aralashtiriladi (Ko'p pog'onali aralashtirgich tik silindirsimon idish bo'lib, to'siqlar orqali

bir necha bo'limlarga bo'lingan, ichida ko'p yarusli aralashtirgich o'rnatilgan).

Yaltiroq yigiruv eritmasi va pigment pasta aialashtirgichriing tubiga kelib tushadi va gorizontal holda o'rnatilgan to'siqning teshiklaridan aralashtirgichning bir pog'onasidan boshqa pog'onalariga o'tib turadi. Aralashtirgichga yigiruv eritmasi, titan pastasi va optik oqartirgichlar qo'shiladi. Aralashtirib tayyorlangan pigmentlangan yigiruv eritmasi nasos bilan filtrlashga yuboriladi.

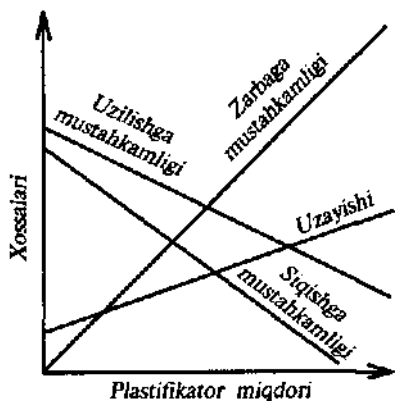
*Yigiruv eritmasinifiltrlash.* Yigiruv eritmasida oz miqdorda gel va mexanik aralashmalar bo'ladi. Ular eritma yigirilayotganda fileraning teshikchalariga tiqilib qoladi va ifloslantiradi. Hamda hosil bo'layotgan tolalar uziladi. Shuning uchun ham yigiruv eritmasi filtrlanadi. Eritmani filtrlash ramali filtr-press da amalga oshiriladi. Nasoslar (14) yigiruv eritmasini filtr-press orqali siqib yigiruv mashinasining kollektoriga o'tkazadi. Kollektorning bosimi MBP da to'g'rilab turiladi (0,7— 1 MPa atrofida bo'ladi). Yigiruv eritmasining ortiqchasi apparatga keladi. Filtr - pressdan oqib ostiga tushgan yigiruv eritmasi vakuum hosil qiluvchi nasos yordamida maxsus bakka tushadi va undan yana apparatga o'tadi. Yigiruv eritmasi fileralardan o'tkazilib, tola olinadi (tola ho'l usulda cho'ktirish vannasida hosil qilinadi.) Nitron tolasi jun o'rnida keng sohalarda ishlatiladi, undan gilamlar, poyonozlar kiyim-kechaklar va hokazolar tayyorlanadi.

### **3- §. Plastmassa ishlab chiqarish**

*Plastik massa* (qisqacha plastmassa) deb, yopishtirgich (polimer), to'ldiruvchi va plastifikator aralashmasidan olinadigan materiallarga aytiladi. Aralashmaga ko'pincha boshqa moddalar ham qo'shiladi. Ular yuqori harorat va bosimda shakl berish mumkin bo'lgan plastik holatga o'tadilar, sovitilgach berilgan shaklni saqlab qoladL

Barcha plastmassalarni polimerning tabiatiga qarab to'rt guruhga bo'lish mumkin: 1) Polimerlanish orqali olingan polimer asosidagi plastmassalar (polietilen va uning hosilalari, polistirol va boshqalar asosida olinganlari); 2) Polikondensatlanish polimerlari asosida plastmassalar (fenolformaldegidli, aminoformaldegidli, kremniy

organik poliefir va boshqa smolalar); 3) Tabiiy polimerlarni kimyoviy o'zgartirib olingan polimerlardan tayyorlangan plastmassalar (sellyulozaning oddiy va murakkab efirlari); 4) Tabiiy va neft asfaltlari, organik birikmalarining destruksiya mahsulotlari asosida olinadigan plastmassalar. Platmassalar tarkibiga qarab to'ldirgichsiz qo'shimchalari juda kam bo'lgan amalda asosan polimerdan tashkil topgan plastmassalar va to'ldirgichli, polimerdan tashqari to'ldirgichlari, plastifikatorlari, bo'yoqlari stabilizatorlari (turg'unlagich) qotirgichlari va boshqa qo'shimchalari bo'lgan plastmassalar.



**120- rasm.** Tarkibidagi plastifikator miqdoriga qarab polimer mexanik xossalari o'zgarishi.

Toldirgichlar qattiq moddalar bo'lib, plastmassaning mexanik yoki dielektrik xossalarini kuchaytiradi, shakl berganda o'tirishini (cho'kishini) va buyumning tannarxini kamaytiradi. To'ldirgichlar ko'pincha tashqi ko'rinishini, yonmasligini, suvga chidamliligini yaxshilaydi. To'ldirgich sifatida organik va mineral birikmalar ishlatiladi. Ular kukunsimon (yog'och, slyuda, kvars kukunlari, qurum, grafit, bariy sulfat, kaolin, talk) tolasimon (paxta, asbest va shisha

tolalari) bo'lakchalar ko'rinishida (yog'och kipiklari va turli materialning qiyqimlari) polotno ko'rinishida (qog'oz, tekstil va shisha gazlamalari) bo'lishi mumkin. Plastifikatorlar suyuq, kam uchuvchan organik moddalar bo'lib, buyumga shakl berishni osonlashtiradi va plastmassa xossalarini ijobiy tomonga o'zgartiradi. 120- rasmda polimerning mexanik xossalarini (plastifikatorning miqdoriga) grafik bog'Uqligi ko'rsatilgan. Plastiflkator miqdori ortishi bilan molekulalararo o'zaro tasirning kamayishi tufayli plastmassaning mustahkamligi chizilish va siqilishga nisbatan kamayadi, ammo zarbga nisbatan ortadi. Plastiflkator sifatida alkilftalatlar, trikrezilfosfat, kastor moyi, sebatsin kislotasi efirlari keng foydalaniladi.

B yoqlar plastmassaga rang beruvchi organik yoki mineral moddalardir. Ular plastmassaga yaxshi aralashib, singib ketuvchi yoki polimerda eriydigan b lishi, termik mustahkam, nur tasiriga chidamli, suvda erimaydigan, buyumga shakl berish va undan foydalanish davrida ham rangini yo'qotmaydigan bo'lishi kerak.

**Qotirgichlar**, chiziqli makromolekulalarni biriktirib («tikib») uch lchamli polimer strukturasi hosil qiladigan moddalardir. Qotirgich sifatida geksametilentetraamin, dikarbon kislotalar, diaminlar, oltingugurt, t yinmagan birikmalar va boshqa makromolekulaning funksional guruhlari bilan birika oladigan moddalar ishlatiladi. Plastmassalar tarkibida presslashni osonlashtiruvchi — moylovchi, ya'ni surtiladigan moddalar (metall stearatlar), shakl berish paytida yoki qotayotganda gaz ajratib chiqarib ovaklar hosil qiluvchi birikmalar, polimerning dastlabki xossasini saqlab qolishini ta'minlovchi — **tur unlashtirgichlar** (eskirishni oldini oluvchilar), mikroorganizmlar tomonidan parchalanishning oldini oladigan - fungusid va boshqa biologik aktiv q shimchalar q shiladi.

Plastmassalar amalda sanoatning barcha tarmoqlarida q Uaniladi. Ular mashinalar uchun ajoyib konstruksion materiallar sifatida, agressiv reagentlarga chidamliligidan kimyo sanoatida, elektro-izolyator xossasi borligidan elektro, radiotexnikada, mikroelektronikada, issiqlik va tovushni yomon tkazganligidan sovitgichlar sanoatda yengilligidan transport va aviatsiyada, tibbiyotda keng k lamda ishlatiladi. Ularning k rinishi chiroyli, arzon, zaharsiz, shakl berish osonligi va yengilligidan rash - joylash materiallari hamda uy-r z or buyumlari tayyorlashda ham keng qo'llaniladi.

Shu bilan bir qatorda ularning kamchiliklari ham bor. Masalan, ular yuqori haroratga chidamsiz (k pchilik turlari 150°C ga chidamli b ladilar xolos), yonuvchi, eskiradi (tashqi k rinishi va mexanik xossalari yomonlashadi).

**Polikondensatlanish polimerlari va ular asosida olinadigan plastmassalar.**

Polikondensatlanish polimerlari (smolasi) ishlab chiqarishda; fenolaldegidli, aminoaldegidli poliefirli, poliamidli va boshqa xillari k p ishlatiladi. Ularning bazilari termoplastik b lsa, ba'zilari termoreaktivdir. Harorat k tarilishi bilan ularning fvzik-kimyoviy xossalari, polimerlanish smolalariga nisbatan kam zgaradi.

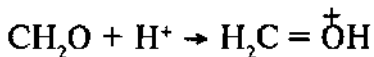
Aldegidli smolalar olish uchun: fenollar, krezollar, ksilenollar, anilin, melanin, mochevina, tiamochevina va aldegidlardan (formaldegid, asetaldegid, furfuro) foydalaniladi. Poliefir smolalar, glitserin va ikki asosli kislotalar ftal, fumar va adipin kislotalaridan tayyorlanadi. Epoksid smolalari uchun epixlorgidrin va difenilopropanlar xomashyo hisoblanadi. Kremniy organik polimerlar dioxol yoki trixlorosilanlar va tegishli efirlardan sintezlanadi. Ushbu xomashyolarning qariyb barchasini neftkimyo kombinatlari yetkazib beradi.

**Fenoplastlarni ishlab chiqarish.** Sanoatda fenoplastlar ishlab chiqarish jarayoni uch asosiy bosqichni o'z ichiga oladi: polimerni sintezlash (fenol formaldegid smolasi), presslanadigan kompozitsiya olish va shakl berib buyum yasash.

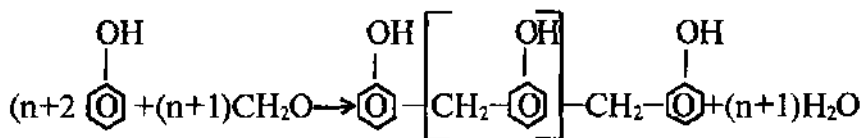
Fenolning formaldegid bilan reaksiyasi tipik suyuq fazali gomogen katalitik jarayondir. Reaksiya davomida oraliq mahsulotlar hosil bo'ladi.

Foydalaniladigan katalizatorga qarab ikki tipdagi termoplastik va termoreaktiv smolalar olinadi.

**Termoplastik (novolak) smolalar** fenol miqdori ortiqcha (6 mol  $\text{CH}_2\text{O}$  ga 7 mol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) olinganda hamda kislotali katalizatoriardan (odatda xlorid kislotasidan) foydalanilganda hosil bo'ladi. Kislotali formaldegidni protonlash va karbonil, uglerodida elektron zichligining ortishi hisobiga katalizlaydi:



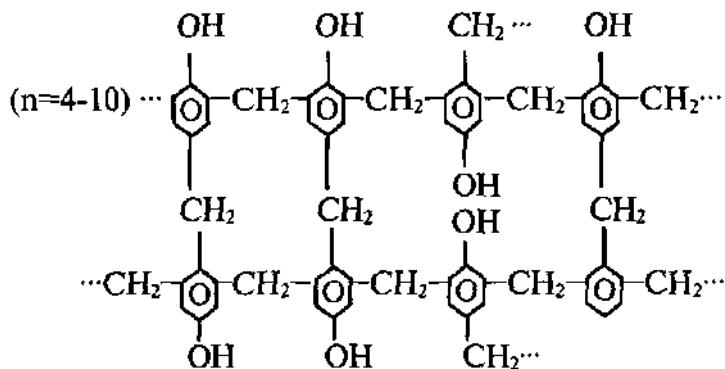
Kislotali kataliz, asosan, o - oksimetil hosil bo'lishiga olib keladi, so'ngra uning polikondensatlanishdan chiziqli struktura hosil bo'ladi:



$$(n=4-8)$$

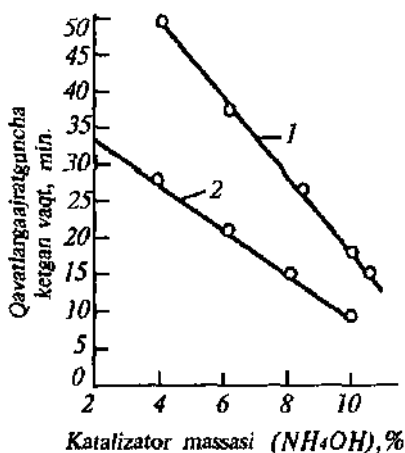
**Termoreaktiv yoki rezol smolalar**, aksincha ortiqcha formaldegid (6 mol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  ga 7 mol  $\text{CH}_2\text{O}$ ) olinganda hamda ishqoriy katalizator ishtirokida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaOH}$ ) hosil bo'ladi. Ishqoriy fenolni aktiv fenolyat ioniga aylantirish yo'li bilan reaksiyani katalizlaydi,

qaysiki, u formaldegid bilan o'zaro ta'sirlashib o- va n- oksimetilfenollar va o-, n- di oksimetilfenollarga aylanadi. Bular esa qizdirilgandauch o'lchamli strukturaga aylanadi.

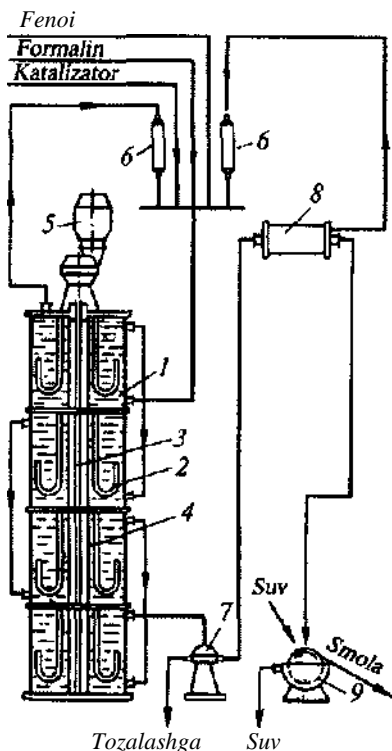


Reaksiyaning yo'nalishi va kinikasini belgilovchi asosiy omillar: harorat, vaqt, katalizator tabiati va lining konsentratsiyasi. Polikondensatlanish tezligi dastlabki reaksiyon aralashmada katalizator va formaldegid miqdorini oshirish bilan ortadi (121- rasm). Fenol molar massasining formaldegid massasiga bo'lgan nisbati qanchalik kichik bo'lsa, smolaning molekular massasi shunchalik katta bo'ladi. Jarayonga ketgan vaqt qanchalik katta bo'lsa, reagentlarning birikishi to'liq bo'ladi va smolaning o'rtacha molekular massasi ham katta bo'ladi.

Sanoatda rezol (bakelit) va novolak smolalari quruq va suyuq holatlarda hamda emulsiya va laklar holida davriy va uzluksiz usullarda ishlab chiqariladi. Texnologik jarayon quyidagi ketma-ket boruvchi asosiy operatsiyalardan:



**121- rasm.** Fenolning formaldegid bilan kondensatsiyalanish reaksiyasi tezligining katalizator konsentratsiyasiga bog'liqligi.  
 1 — 35,6% formaldegid;  
 2 — 33,2% formaldegid.



**122- rasm.** Uzlüksiz usulda novolak smolasini ishlab chiqarish sxemasi.

- 1 — reaktor-aralashtirgich kolonnasi; 2 — aralashtirgich;
- 3 — umumiy o'q; 4 — kalta quvurcha; 5 — reduktorli dvigatel;
- 6 — sovutgichlar;
- 7 — separator; 8 — quritish apparati; 9 — sovutuvchi baraban.

kolonnaning birinchi seksiyasiga qaytariladi. Reaktorning ostki seksiyasidan olingan massa uzluksiz separatorga (7) tushadi, smola smola usti suyuqligidan ajralib quritish apparatiga j natiladi, u yerdan sovutuvchi barabanga va undan transporterga o'tadi. Sovitilgan smola kompozitsiyasi tayyorlash sexiga boradi.

Fenolfarmaldegid smolasidan quyidagi shakllarda fenoplastlar olinadi: 1) quyma rezitlar (to'ldirgichsiz), 2) presslanuvchi materiallar (to'ldirgichlari kukunsimon yoki tolasimon), 3) yopishtir-

xomashyoni tayyorlash (fenolni suyuqlantirish), tozalash, xomashyoni va katalizatorni reaktorga solish, smolani kondensatlash (pishirish) smolani quyib olish va quritish, smolani sovitish va unga so'nggi ishlov berish kabilardan iborat.

122- rasmda novolak smolasini olish qurilmasining uzluksiz usuli sxemasi tasvirlangan. Barcha dastlabki moddalar  $95-98^{\circ}\text{C}$  gacha taxminiy qizdirilib, reaktor kalonasining (2) birinchi bo'limiga uzluksiz tushib turadi.

Reaksiyon aralashma yuqoridagi shtuser (sirti rezbali kalta quvurcha va quyuvchi quvurlar orqali ketma-ket barcha seksiyalarga qo'yiladi. Har bir seksiya yakor tipidagi aralash-tirgich (2) bilan ta'minlangan bo'lib, to'liq aralash-tirgich rejimida ishlaydi. Aralash-tirgichlar umumiy o'qqa mahkamlangan va umumiy dvigatel (5) bilan aylanadi. Dastlabki komponent-lardan uchib chiqqan bug'lar sovutgichda kondensatlanib (6),



ruvchi komponentlar (qavat-qavat shaklidagi plasmassalar uchun),  
4) elimlar, laklar (metall va yog'och yuzasini qoplash uchun),  
5) peroplastlar (g'ovak plastmassalar va boshqalar).

Presslanuvchi materiallar — presskukun ayniqsa, keng sohalarda ishlatiladi. Qattiq smola yaxshilab maydalanib, unga to'ldirgichlar (yog'och qipigi, kaolin, talk, slyuda, grafit, kvars, asbest, shisha tolasi va hokozolar) va qotirgich (urotropin), bo'yoq va pigmentlar qo'shib aralashiriladi. Presskukun tarkibida 40-50 % smola bo'ladi. Presskukun 160-180°C da 60 MPa bosimli gidrovlik press yordamida presslanib, turli mahsulotlar: rozetka, dasta-tutqichlar, elektr asboblari, turli mexanizmlar uchun ushlagich, g'iloflar, radio, teleqismlar va hokozolar olinadi.

Tolasimon fenoplastlar, turli xil tolalarga fenolformaldegid smolasi eritmasini shimdirish yo'li bilan olinadi, undan juda ko'p buyumlar (avtomobillarning tormoz kolodkalari quvurlar, vannalar, adsorbberlar, kranlar, turli sig'imli idishlar va hokazo) tayyorlanadi.

### **Polimerlanish smolalari va ular asosidagi plastmassalar.**

Polimerlanish reaksiyasi asosida olingan smolalarga (polimerlarga): polietilen, polistiroil, polipropilen, polivinilxlorid, politetraforetilen, poliakrilatlar, polivinilasetat va boshqalar kiradi. Bu smola asosida olinadigan plastmassalar termoplastik tarkibida to'ldirgich miqdori kam, yaxshi dielektrik xossasiga ega, agressiv muhitga chidam-li, turli usullar bilan (presslash, quyish, ekstruziya, puflash, vakuumda shakl berish, qoliplash (shtamplash), ko'pirtirish, payvandlash, mexanik ishlov berish) shakl berish mumkin bo'ladi. Uning nuqsonli shakllari (brak) va chiqindilari qayta ishlanib, yana buyumga aylantiriladi. Bu sinf plastmassalarining kamchiligi bular tashqi kuch tasirida yoyiluvchan bo'lishi, haroratga chidamsizligi, tez eskirishi va hokazo.

**Polietilen** ishlab chiqarish 1942- yildan boshlandi, uni ishlab chiqarish uchun etilen xomashyo hisoblanadi. Uni polimerlash uchun o'ta toza (99 % li) etilen ishlatiladi, aks holda (ozgina aralashmasi bo'lsa ham) reaksiya jarayonida zanjirning tez uzilib polimer molekular massasining kichik bo'lishiga olib keladi.

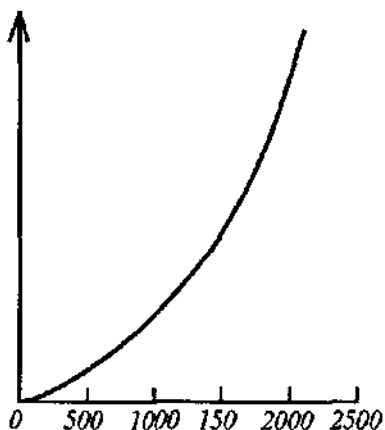
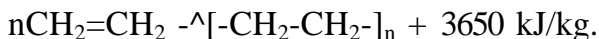
Sanoatda polietilen uch xil usul bilan ishlab chiqariladi:

1. Yuqoribosimda (135-25 MPabosimda, 200-270°C da 0,008 % kislorod ishtirokida);

2. rtachabosimda (3,5-4 MPa, 130-170°C da, xrom va vanadiy oksidlari katalizator ishtirokida eritiladi);

3. Past bosimda (0,5-0,8 MPa, 70-80°C da kompleks katalizatorlar -  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$  ishtirokida, uglerodli muhitda).

Keyingi ikki usulda olingan polietilen qat'iy chiziqli tuzilishga ega bo'ladi. Molekular massasi 140 000. Yuqori bosimli usulda olingani esa tarmoqlangan tuzilishli bo'lib, mol massasi 450 000 atrofida bo'ladi. Yuqori bosimda polietilenning polimerlanishi radikalning mexanizmidan issiqlik ajralishi bilan boradi:



**123- rasm.** Etilenning polimerlanish tezligiga bosimning ta'siri.

Polimerlanish tezligi, etilenning tozaligi, initsiator miqdori, harorat va bosimga bog'liq. Bosim ortishi bilan reaksiya tezligi (123- rasm) va mahsulot unumi ortadi.

Etilenning polimerlanishi past bosimda 50 m<sup>3</sup> hajmi li reaktorda olib boriladi. Reaktorga uzluksiz Sigler — Natta ( $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$ ) katalizatorning past harorati qaynovchi (75—95°C) benzindagi suspenziyasi va 94,8 % etilen tushib turadi. Hosil bo'lgan polietilen cho'kadi, bu erituvchilardan separatorada ajratiladi. Reaksiyaga kirishmagan etilen va erituvchi tozalanadi,

reaktolrga qaytariladi. Qurilmaning mahsuldorligi 25 ming t/yil, unumi 95-98 %, 1 tonna polietilenga 4,8 kg  $\text{TiCl}_4$  va 2,4 kg  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  sarflanadi.  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  ni regeneratsiyalab bo'lmaydi. Bu usulda olingan polietilen fizik-kimyoviy xossalari bilan yuqori bosimda olinganligidan ustun turadi.

1978- yilda polietilen olishning yangi usuli ishlab chiqildi. Bu qattiq katalizator zarrachalarining qaynovchi qavatda etilenni polimerlashning gaz fazali jarayonidir. Bunda mahsulot 0,5-1 mm li granular ko'rinishida va oraliq operatsiyalarsiz (yuvish, quritish, suyuq-

lantirish-xarajatlarning 30 %) otinadi. Bu usulda olingan polietilen boshqa usullarni olinganiga qaraganda ikki marta mustahkamroq bo'lib, materiallarni ko'plab iqtisod qilish imkonini beradi, u zichligi past polietilen deb ataladi.

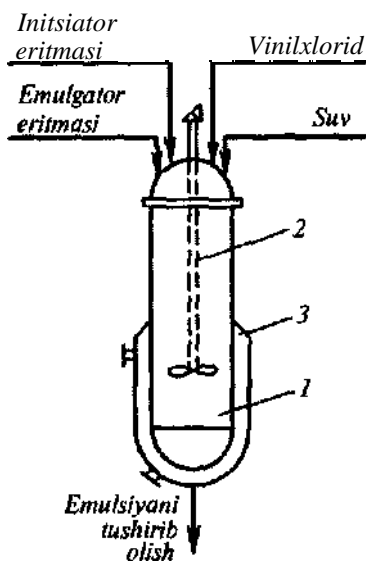
Ultra yuqori molekulari polietilen ham olindi. Polietilendan (yuqori bosimda olinganidan) plyonkalar, shlanglar, idishlar, (o'rta va past bosimda olinganidan) - quvurlar, apparat qismlari, suv osti kabellari va simlar elektrizolyatsiya qoplamalari, metallarni karroziyadan himoya qiluvchi, penoplastlar, xo'jalikvauy-ro'zg'or buyumlari tayyorlanadi.

Dunyoda 1987-yilda 30 mln tonnadan ko'proq polietilen ishlab chiqarildi.

### **Polivinibdorid ishlab chiqarish**

1937- yildan boshlandi, uni ishlab chiqarish uch xil usulda: blokda suspenziyada va emulsiyada amalga oshiradi. Emulsiya usulida reaktor (124- rasm) ga toza suv, 5 % li jelatina eritmasi - emulgator (vinilxlorid massasining 0,6 % li miqdorida) va inisiator (monomer massasining 0,3-0,7% li miqdorda benzol peroksidi) hamdasuvmassasigateng miqdorda vinilxlorid solinadi. Polimerlash, 0,5-0,6 MPa bosimda va 35-70°C da reaksiyon massani aralashtirgan holda olib boriladi. Polimerlash reaktordagi bosimni 0,2 MPa gacha kamaytirish bilan tugallanadi.

Reaksiyaga kirishmagan vinilxlorid puf lab chiqarib olinadi va tozalashga yuboriladi, reaksiya mahsulotiga (95°C da) ishqor bilan ishlov beriladi, (inisiator va emulgatorni parchalash va ajratib olish uchun), so'ngra siqiladi va quritiladi. Emulsion polivinibdorid 140°C da yumshaydi, 170°C da suyuqlanadi va parchalanadi, — 10°C da mo'rt



**124- rasm.** Vinilxloridning suvemulsiyali polimerlanish sxemasi.

- 1 — reaktor; 2 — aralashtirgich;  
3 — qizdiruvchi ko'ylak-

^ lib qoladi, yonmaydi, amalda erimaydi, kislota va ishqorlar tasirida chidamli.

Polivinilxloriddan ikki tipdagj plastmassalar: qattiq-vinilplast (k p plastifikator saqllovchi) va yumshoq plastik olinadi. Plastikdan turli rangdagi plyonkalar, fartuklar, plashlar, galantariya mahsulotlari va simlar izolyatsiyasi, charm, grammafon plastinkalari, linoleumlar va boshqalar tayyorlanadi.

Sanoatda yana bir qancha muhim polimerlar va ular asosida k plab plastmassalar (polipropilen, polistirol, organik shisha va boshqalar) ishlab chiqarilmoqda.

S nggi yillarda polimerlarning nuqsonlarini birmuncha kamaytirishga erishildi. Polimerlarning termodestruksiyasi mexanizmini rganish shuni k rsatdiki, polimer tarkibidagi vodorod atomi bu jarayonining inisiatori ekan. Shuning uchun tarkibida vodorod atomi bo'lmagan polimer sintezlanadi va ular 600— 1000°C ga ham chidaydi. Masalan, hozirgi kunda issiqlikka eng chidamli polimer («qora orion») karbonlangan poliakrilonitril 1000°C da ham parchalanmaydi. Bunday natijaga polimer tarkibidagi vodorodni «haydash» bilan erishiladi.

#### 4- §. Kauchuk ishlab chiqarish

Tashqi kuch ta'sirida z shaklini zgartirib, deformatsiyalanib, ta'sir kuchi t xtatilganda, yana dastlabki holatiga qaytadigan elastik yuqori molekular birikmalar *kauchuk* deb ataladi.

U ikkiga: tabiiy va sintetik kauchuklarga bo'linadi. Uzoq yillar mobaynida faqat tabiiy kauchuk olingan. Tabiiy kauchuk geveya, gvayula, k k-sa iz, tov-sag'iz va boshqa kauchukli o'sirmliklarning sutsimon shirasidan lateks ajratib olingan. Janubiy Amerikadagi hindular bu sutsimon shirani kao chou («kao-daraxt», «chou»-yi lash), ya'ni daraxtning k z yoshi deb ataganlar. Keyinchalik fransuz olimlari unga kauchuk deb nom berganlar.

Kauchukli simliklar, asosan, ekvator atrofidagi tropik zonalarda ya'ni, Janubiy Amerika, Afrika, Malayziya arxipedagi, Braziliya, Shrilanka, Indoneziya, Hindistonvaboshqajoylarda sadi. K pgina mamlakatlarda kauchuk hozirgi paytlarda ham katta miqdorda, asosan, geveya daraxtidan olinmoqda.

Sobiq ittifoq davrida tabiiy kauchuk ko'k-sag'iz va tov-sag'iz o'simliklaridan olingan. Ammo bu o'simliklardan olinadigan kauchuk unga bo'lgan talabni deyarli qondira olmas va tannarxi ham juda qimmatga tushar edi. Shuning uchun rus olimlari dunyoda birinchi bo'lib, sintetik kauchuk olishning sanoat usulini topdilar va Rossiya sintetik kauchukning vatani bo'lib qoldi.

Sintetik kauchukni birinchi bo'lib 1902-yilda rus olimi I. L. Konkakov sintez qildi. 2,2,3-dimetil -1,3-butadiyenni (metilizopren) sintez qildi va uni polimerlab metil kauchuk oldi. 1906- yilda rus olimlari S. V. Lebedev va I. I. Ostromislenskiylar izoprendan kauchuksimon polimer oldilar. S. V. Lebedev diyen uglevodorodlarning polimerlanishini o'rganish sohasidagi ishlarni davom ettirib 1931- yilda natriy butadiyenli kauchukni sintez qildi.

1931- yilning fevralida Sank-Peterburgda ko'rilgan birinchi tajriba zavodida sintetik kauchukning birinchi namunasi (260 kg) ishlab chiqarildi. 1932- yilda dunyoda birinchi bo'lib Rossiyada Lebedev usuli bilan sanoat miqyosida sintetik kauchuk ishlab chiqaruvchi Yaroslav va Voronejda ikkita zavod ishga tushirildi. Amerikada sintetik kauchuk ishlab chiqarish 10 yildan keyin 1942- yilda yo'lga qo'yildi.

Hozirgi kunda sanoatda ko'p xildagi sintetik kauchuklar ishlab chiqarilmoqda. Ular uchun xomashyo: diyenli uglevodorodlar, asosan, butadiyen -1,3, izopren, xloropren va boshqalar.

Kauchuklar xomashyoga qarab 2 sinfga bo'linadi: 1. Bir monomer asosida tayyorlangan kauchuklar. 2. Ikki yoki uch monomer asosida tayyorlangan kauchuklar.

Sintetik kauchuk va rezinalar qo'llanilish sohasiga qarab shartli ravishda ikki guruhga bo'linadi: 1. Barcha sohalarda ishlatiladigan. 2. Maxsus sohalarda ishlatiladigan.

Birinchi guruhga kiradiganlari asosan shinalar va boshqa ko'pgina rezina buyumlar tayyorlash uchun ishlatiladi, ikkinchi guruhga kiradiganlari alohida xossalari ega bo'lib, noqulay sharoitlarda qo'llaniladi. Masalan, ular issiqlikka (+250°C va undan ham yuqori), sovuqlikka (-60°C va undan ham past) chidamli, kislota, asos, oksidlovchilar, organik erituvchilar, suyuq yoqilg'ilar, moylar, gazlar va shu kabi boshqa moddalarga chidamli (11- jadvalga qarang)

### Sintetik kauchukning muhim turlari

Kauchuklar	Reaksiya uchun olingan monomerlar	Maxsus xossalari
Barcha sohalarda ishlatiladigan		
Natriybutadienli (BSK)	Butadien $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	
Divinilstirolli (SSK)	Butadien vastirol $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$	
Divinilmetilstirolli (MSSK)	Butadien va metilstirol $\text{CH}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5$	
Izoprenli	Izopren $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$	
Maxsus sohalarda ishlatiladigan		
Tiokolli	Dixloretilan, dixloretilen $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ , $\text{ClCH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ va tetrosulfidli $\text{Na}_2\text{S}_4$	Moy va benzinga chidamli
Butadienni trill i (NSK)	Butadien va akrilonitril $\text{CH}_2=\text{CHCN}$	Issiqlik, benzin va moylarga chidamli
Xloroprenli (nairit)	Xloropren $\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2$	Issiqlik, benzin, va moylarga, ozonga chidamli
Polizobutilenli	Izobutiien $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$	Kimyoviy chidamlilikka ega
Butilkauchuk	Izopren va izobutilen	Yuqori gaz o'tkazmaslik va kimyoviy chidamlilikka ega

TiokolH	Dixloretan $\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{Cl}$ yoki $\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ vanatriy tetrasulfidi $\text{Na}_2\text{S}_4$	Moy va benzinga chidamli
Poliefiruretanli	Diizosianat va ikki atomli spirt $\text{O}=\text{C}=\text{N}-(\text{CH}_2)_n-\text{N}=\text{C}-\text{O}$ $\text{HO}-(\text{CH}_2)_n-\text{OH}$	Yuqori mustahkamlikva yemirilishga chidamli
Sifoksanli	Kremniyorganik birikmalar R   $\text{HO}-\text{Si}-\text{OH}$ <b>1</b> R	Yuqori vapast haroratlarga ( $-60^\circ\text{C}$ dan $+300^\circ\text{C}$ gacha) chidamli

Keyingi yillarda ba'zi xossalari bo'yicha tabiiy kauchukdan ham ustun bo'lgan stereoregulyar- fazoviy tartibli kauchuklar (polibutadiyenli va poliizoprenli) ishlab chiqarish sur'atlari ortib bormoqda.

Kauchuk va uni vulqonlash natijasida olinadigan rezinadan tayyorlangan buyumlar xalq xo'jaligining barcha tarmoqlari va turmushimizning ajralmas qismi bo'lib qoldi. Bunga sabab rezinaning ajoyib o'ziga xos xususiyatlaridir. U xossalarga qarab har xil sohalarda ishlatiladi; rezinaning mustahkamligi va uning elastikligi, mexanik ta'sirni, urilishni pasaytirishi, mexanik tebranishlarni so'ndirishi, uning yemirilishga mustahkamligi undan turli xildagi shinalar va rezina oyoq kiyimlari tayyorlash imkonini beradi.

Rezina ko'pgina moddalarga chidamli va elastik bo'lganligidan turli xildagi zichlovchi qismlar sifatida ishlatiladi. Rezinaning yumshoqligi, uni ko'p martalab egilganda ham qattiqligini saqlab qolish xossasi undan uzatish tasmalari, transportyor lentalarini tayyorlash imkoniyatini beradi. Buning ustiga rezinaning gaz va suv o'tkazmaslik, dielektriklik (tok o'tkazmaslik) xossalari ham hisobga oladigan bo'lsak, undan elektrotexnika sanoatida, aerostatlar va dirjabllar qobig'ini yasashda, dam solinuvchi qayiqlar va shu kabi minglab buyumlar tayyorlashda foydalanish mumkin.

Kauchuklar monomerlarni polimerlash yoki sopolimerlash orqali olinadi. Polimerlash jarayoni bloklarda (yaxlit va bir butun holda)

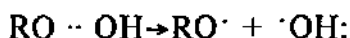
blok polimerlash emulsiyalarda, emulsion polimerlash va eritmalarda polimerlash usullarda olib boriladi.

Barcha sohalarda qo'llashga mo'ljallangan kauchuklardan ko'p ishlab chiqariladigani divinilstirolli (butadiyenstirolli) va polinizoprenli kauchuklardir.

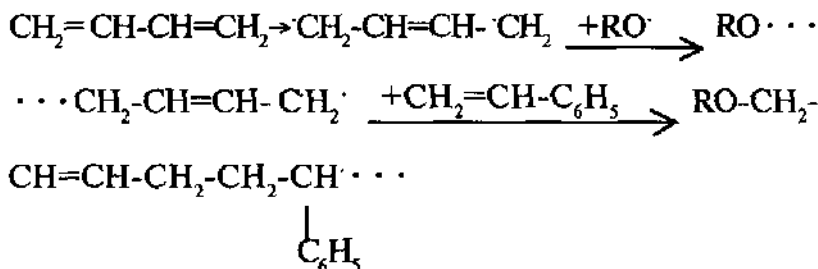
Divinilstirolli kauchuk (SSK) emulsion sopolimerlash orqali ishlab chiqariladi. Divinilstirolli kauchuklardan bizda 70 % butadiyen va 30 % stiroidan iborat aralashmani sopolimerlash yo'li bilan (SSK-30) kauchuk olinadi (oxirgi 30- raqamli stirolning % miqdorini ko'rsatadi).

Emulsion polimerlashda reaksiyani tezlashtiruvchi aktiv zarracha bu radikal hisoblanadi. Uning hosil bo'lishi uchun polimerlash initsiatori qo'llaniladi. Initsiator ko'pincha bekaror organik va anorganik peroksid birikmalardir. Initsiator ta'sirida molekula yoki ion oddiy bog'ning uzilishi natijasida oson parchalanadi, bunda elektron jufti ajralib yoki bo'linib ikkita radikal hosil bo'ladi. Har qaysi radikal bittadan elektronlarga ega bo'ladi. ( $R1 + \cdot R \rightarrow 2R'$ ), bu juftlashmagan yoki bo'sh valentlik elektronlar hisobiga monomer molekulasining ketma-ket birikishi sodir bo'ladi va to'xtovsiz o'sib boruvchi makroradikal zanjir uzilguncha tarkibida juftlashmagan elektron ushlaydi.

SSK-30 kauchugini olishda initsiator sifatida kuchli oksidlovchi izopropilbenzol ROOH [ $R=C_6H_5C(CH_3)_2$ ] qo'llaniladi. Bunda reaksiya quyidagicha boradi:



Hosil bo'lgan radikal o'ziga monomer molekulasini biriktirib oladi:



Reaksiya shu tarzda davom etib ketaveradi.



Zanjirli reaksiyalarda zanjirni o'z vaqtida uzish uchun regulatorlar: adifatik desulfidlar sinfiga oid birikmalar  $RO - C - S - S - C - OR$



diksantogen (R-etil yoki izopropil) yoki osonlikcha disulfidlarga - R-S- S- R aylanuvchi merkaptanlar R- SH (R= C<sub>12</sub>H<sub>25</sub> ) ishlatiladi.

Dikentogenlar RS yoki RO—C-S radikallari hosil qilib parcha-



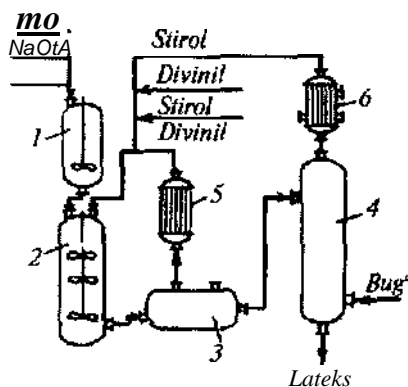
lanadi. Ular makroradikallarga birikib zanjirni uzadilar, natijada reaksiya to'xtaydi.

Emulsion polimerlanishda suv yoki tuzlaming suvdagi eritmalariga monomer suvda eruvchi initsiator, stabilizator va boshqa qo'shimchalar ishtirokida maxsus polimerlash apparatida kuchli aralashtirilib, emulsiya hosil qilinadi. Keaksion aralashma odatda 15-30 % (barcha aralashmalarning massasiga nisbatan ) suyuq monomer, 60-80 % suv, emulgator, initsiator va regulyator-to'g'rilovchi (pH muhim, sirt taranglik, polimerlanish darajasi, tarmoqlanish darajasi va boshqalar) kabilardan iborat bo'ladi. pH muhim polimerlanishning tezligiga va hosil bo'ladigan polimerning sifati va unumiga ta'sir etadi.

Bundan tashqari, jarayonning tezligiga, hosil bo'ladigan polimerning polimerlanish darajasiga, vaqt, initsiator miqdori, emulgatorning tabiati miqdori hamda mexanik aralashtirishning tezligi va boshqa omillar ta'sir qiladi. Polimer olingach, emulsiyani buzish uchun turli elektrolitlar, odatda kislota solinadi.

Emulsion polimerlash usulning kamchiligi shundan iboratki, bu usulda olinadigan polimer emulgator bilan ifloslanadi. Natijada, undan tayyorlangan buyumlarning xizmat qilish muddatini kamaytiradi. Bu usul bilan hozirgi vaqtda polivinilxlorid, polistirolning ba'zi turlari, butadiyen, vinilasetat, akrilonitril va boshqalarning ko'pgina sopolimerlari olinadi.

Bu usulning yutuqlari esa quyidagilardir: jarayonning tezligi blok polimerlanishdan ancha yuqori, hosil bo'ladigan polimerning molekular massasi katta, yuqori unumli to'xtovsiz jarayon, sozlashning osonligi, apparatning qizib ketishining oldini olish



125- rasm. Divinil va stirolni emulsion polimerlanish sxemasi.

- 1 — emulgator eritmasini tayyorlash uchun apparat;
- 2 — polimerizator batareyasi;
- 3 — lateks yig'gich;
- 4 — bug'latish kolonnasi;

mumkinligini, ikki yoki undan ortik monomerni sopolimerlash mumkinligi va boshqalar. Mana shu yutuqlar bu usulning boshqalarga qaraganda keng rivoj topishini ta'minladi.

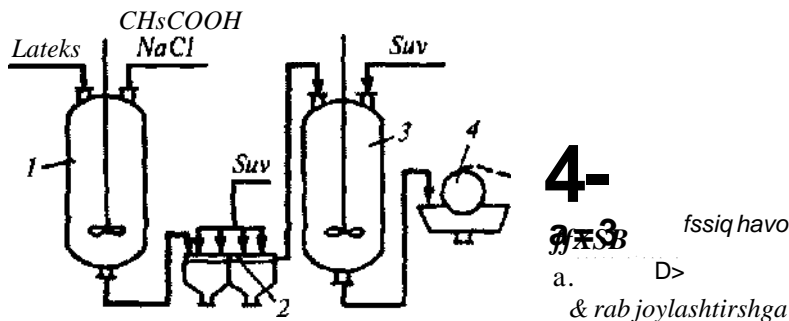
Butadiyen va stirolni sopolimerlanishi suvli muhitda, 5°C dan 50°C gacha haroratda bir-biriga ketma-ket tutashtirilgan polimerizatorlarda olib boriladi (125-rasm). Ugandan tayyorlab qo'yilgan divinil va stirolni aralashmasi emulgator (masalan, kanifolmoyi yoki kanifolli sovun) va suv bilan taxminiy emulgatsiyalash apparatiga solinib aralastiriladi.

Tayyor bo'lgan emulsiya, initsiator va regulyator eritmalari bilan birgalikda, batareya qilib ulangan polimerizatorga (12 ta apparatni bir-biriga ulab bitta batareya qilinadi, ularning 11 tasi ishlaydi) nasos yordamida to'xtovsiz haydalib turiladi. Har bir polimerizator bimetalldan (ikki xil metalldan) yasalgan yoki kislotaga chidamli emal qobiq bilan qoplangan bo'lib, sig'imi 12-20 m<sup>3</sup> va ichida uch varrakli aralastirgichi bo'ladi.

Aralastirgich bir daqiqada 50-1450 marta aylanadi. Polimerizatorlarda «Suv ko'ylagi» g'ilofi bo'lib, apparat ishga tushirilganda unga issiq suv yuboriladi. Jarayon to'liq aralastirish rejimida boradi va ketma-ket hamma aralashma, barcha polimerizatorlar orqali oqib o'tadi, Natijada uglevodorodlar aralashmasining 58-60 %i polimerlanadi. Hosil bo'lgan lateks yig'gichga yuboriladi, u yerda lateks reaksiyaga kirishmay qolgan butadiyendan vakuum yordamida bug'lantirish bilan ajratib olinadi. So'ngra bug'lantiruvchi minoraga borib monomerlarbug' bilan to'liq ajratiladi. Haydalgan butadiyen va stirolni kondensatorlarda kondensatlanib yana polimerlash uchun polimerizatorga yuboriladi.

Monomerlardan tozalangan lateks esa koagulyatsiyalashga yuboriladi. Lateksda 20% ga yaqin kauchuk boladi, u sutsimon shiraga o'xshaydi. Lateks to'g'ridan-to'g'ri shina kordlariga shimdirish, rezina buyumlari tayyorlash, lateksga turli narsalar qo'shilib uylarni bo'yashda ishlatiladigan suvga chidamli bo'yoqlar olish uchun va boshqa maqsadlarda ishlatiladi.

Ammo lateksning asosiy qismi qayta ishlanadi va undan kauchuk ajratib olinadi. Buning uchun bir-biriga ketma-ket ulangan 3 ta koagulyator apparatiga (126- rasmda) bittasi ko'rsatilgan lateks va koagulyatorlar-elektrolitlar ( $\text{NaCl}$  yoki  $\text{CaCl}_2$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) solinadi. Birinchi koagulyatorga  $40^\circ\text{C}$  haroratda  $\text{NaCl}$  ikkinchisi va uchinchilariga  $\text{CH}_3\text{COOH}$  qo'yiladi. Lateks elektrolit ta'sirida zarrachalar shaklida cho'kadi - koagulyatsiyalanadi. Mayda zarrachalar bir-biriga yopishib yiriklashadi-aglomeratsiyalanadi. Hosil bo'lgan aglomerat pulpa shaklida bo'lib vibroelakka (tebranib turuvchi to'r filtr) yuboriladi.



126- rasm. Lateksdan kauchuk olish sxemasi.

- 1 — koagulyator; 2 — vibroelak(tebranib turuvchi elak); 3 — yuvuvchi apparat;  
4 — baraban vaakum filtr; 5 — quritgich.

Vibroelakda kauchuk (cho'kkan lateks zarrachalari kauchuk deb ataladi) suv bilan yuvilib elektrolitdan tozalanadi va ajraladi. Kauchukni suvda eruvchi aralashmalardan batamom tozalash uchun yuvish apparatiga o'tkaziladi. Yuvilgan pulpa tarkibida 8-10 % kauchuk ushlaydi va u barabanli vakuum - filtrga o'tib, suvdan ajraladi, siqiladi va quritgichga yuboriladi. U yerda kauchuk issiq havo oqimida quritiladi,

shakl beriladi va talk sepiladi (yopishib qolishining oldini olish uchun) va rulonga o'raladi.

Bu bilan birdaniga to'ldiruvchilar (qurum va moy) qo'shilgan qurum-moyli kauchuk olinadi. Shuning uchun ham bu usul an'anaviy usulga nisbatan (an'anaviy usulda olingan toza kauchukka to'ldiruvchilar qo'shiladi, bu jarayon alohida-alohida maxsus qurilmalarda olib boriladi) bir vaqtning o'zida ham energiya sarfi kamayadi, ham mehnat sharoiti yaxshilanadi va unumdorligi ortadi.

Butadiyen - stirolli kauchuklar polimerizatsiyalash hamda monomerlarning nisbati bilan farq qiladi. Masalan, past haroratda polimerizatsiyalash usuli ( $5^{\circ}\text{C}$  yoki  $0^{\circ}\text{C}$ dan ham past). Bu usulda «sovuq»yoki «past» haroratli kauchuk olinadi. Bu kauchuk yuqori malekular massaga ega bo'lib, yemirilishga chidamli rezina olish imkonini beradi. Yuqorida aytilganidek, ko'pincha 70:30 nisbatda (Butadiyen-70, Stirol-30) xomashyo olinadi, chunki stirol miqdori bundan oshirilsa, rezinaning elastikligi kamayadi. Bu nisbatni oshirib 80-90 % yetkazib borilsa, elastiklik xossasi butunlay yo'qolib, qattiq plasmassaga-ebonitga aylanib qoladi.

Ebonit - elastikligini yo'qotgan plastmassaga o'xshashli qattiq materialdir. Butadiyen- stirolli kauchukning boshqa turlari olinadi. Masalan, to'ldirgich sifatida moy solingan moyli saja solingan - sajali yoki moy va saja solingan moysajali kauchuklar. Buning uchun lateksga emulsiya shaklida 10 % dan 30 % gacha neft moylari qo'shiladi.

Ayniqsa, keyingi paytlarda stereoregulyar kauchuklar ishlab chiqarish tez rivojlanmoqda. Stereoregulyar kauchukni birinchi marta 1956- yilda italyan olimi D. Natta va nemis olimi K. Sigler kashf etganlar va uni sterospesifik katalizatoridan foydalanib olganlar.

**Izoprenli kauchuk.** Tabiiy kauchuk izopren monomerlardan tuzilgan izoprenli kauchukning makromolekulasida izopren molekulari 1,4 holatda va ularning 98 % dan ko'prog'i sis- holatda birikkan bo'ladi. Tabiiy kauchuklarning yuqori mexanik mustahkamligi aynan uning o'ta tartibli fazoviy tuzilishga ega bo'lishidandir. Hozirgi paytda ko'p ming tonnalab izoprenli kauchuklar sanoat miqyosida ishlab chiqarilmoqda va ular xossalari jihatidan tabiiy kauchukdan qolishmaydi.

O'zining texnologik va ekspluatatsion xossalarini birgalikda olib qaralsa, ISK - 3 kauchugi tabiiy kauchuk bilan amaliy jihatdan

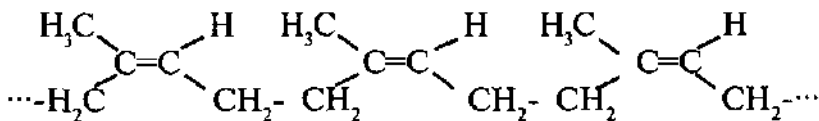
qaralganda bir xildir. ISK ning  $1 \text{ sm}^2$  300 kg kuch bilan tortilganda ham uzilmaydi (12- jadvalga qarang)

12- jadval.

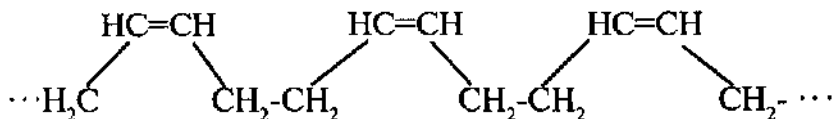
Sintetik kauchukning bar xil turlaridan olingan rezinaning muhim xossalari.

Kauchukning nomi	Rezinaning muhim xossalari (o'rtacha)			
	20°C da uzilishga chidamlilik chegarasi	Uzilguncha nisbiy cho'zilish foizi	20°C da elastikligi (foizda)	IkVt/c. energiya sarflanganda eyilishi $\text{sm}^3$ da
Umumiy yoki barcha sohalarda ishlatishga mo'ljallangan kauchuklar:				
Sterioregular izoprenli ISK	300	770	48	280
Sterioregular dvinilli	200	470	52	100
Sterioregular bo'lmaganSSK	280	600	34	250
BSK	160	500	25	450
Etilenpropilenli (EPSK)	250	600	53	220
Mahsus sohalarda ishlatiladigan kauchuklar:				
Xloroprenli (Nairit)	170	450	40	290
ISK	280	600	31	220
Butil kauchuk	170	700	9	250
Tabiiy kauchuk	300	800	50	300

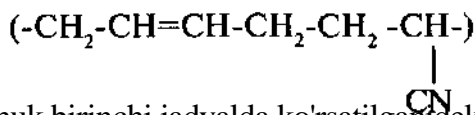
Stereoregulyar kauchuk (ISK-3)-sis-1,4-poliizoprenli kauchuk olish uchun, monomer eritmada polimerizatsiyalanadi, bunda steriospesifik katalizatorlar (litiy, tetraxlor titan, alkillitiy yoki kompleks metalloorganik katalizatorlar, masalan Al (izo-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)<sub>3</sub>) qo'llaniladi. Olinish usuli yuqori usullarga o'xshaydi. Uning tuzilishi quyidagicha:



Yana muhim stereoregulyator va kauchuklardan DSK (divinilli sintetik kauchuk) bo'lib, uning tuzilishi sis-1,4-polibutadiyen shaklidir (DSKni 1956-yilda akademik B. A. Dolgopolskiy sintezladi).



Bu kauchuklar yuqorida ko'rsatilganidek, umumiy sohalar uchun bo'lib, barcha xildagi rezina buyumlar tayyorlash uchun ishlatiladi. Maxsus maqsadlar yoki sohalarda ishlatiladigan kauchuklardan: divinilnitrilli kauchuk (NSK-18, NSK-26, NSK-40) muhim kauchuk bo'lib, divinilni akrilonitril bilan sopolimerlab (emulsion sopolimerlash usulida) olinadi. Uning tuzilishini quyidagicha yozish mumkin:



Bu kauchuk birinchi jadvalda ko'rsatilganidek, benzin va surkov moylariga juda chidamli bo'lganidan rezina qo'lqoplar, prokladkalar (benzin yoki moy o'tkazmasligi uchun ikki narsa orasiga qo'yiladigan qistirma) benzin va moylarni saqlash uchun idishlar va boshqalar

tayyorlashda ishlatiladi. Yana bir kauchuk bu xloroprenli kauchukdir. Bu kauchuk Rossiyada *nairit deb*, AQShda esa *neopren deb* ataladi. U suvli emulsiyada polimerlab olinadi. Bunda emulsiyaga ozroq miqdor stirool qo'shib, sopolimerlab olinadi. Uning eng muhim xossasi 100-150°C gacha issiqlikka uzoq muddatgacha chiday olishidir.

**Rezina ishlab chiqarish.** Rezina ishlab chiqarish 3 asosiy bosqichdan iboratdir: 1. Xom rezina aralashmasini tayyorlash. 2. Unga biror buyum shaklini berish. 3. Vulqonlash.

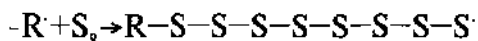
Toza kauchuk bevosita buyum tayyorlash uchun yaroqsiz. Chunki u oson uziluvchan, elastikligi ham kam, yuqori haroratda yopishib qoluvchi, past haroratda esa sinuvchan bo'ladi. Shuning uchun ham kauchuk turli organik va anorganik mahsulotlar bilan qo'shilib, so'ngra aralashmaga biror buyum shakli beriladi. Shundan keyingina u vulqonlanadi (vulqonlanishni 1839-yilda Gudirkashf qilgan).

Olinadigan rezining barcha xossalarini belgilovchi asosiy tarkibiy qismlar quyidagilardir: 1) kauchuk; 2) uni vulqonlash uchun qo'shiladigan moddalar (oltinugurt, metall oksidlari va peroksidlari, benzoil peroksidi va boshqalar). Vulqonlash jarayonida yuqori haroratda (130~160°C) va yuqori bosimda (0,3-0,6 MPa) kauchukning to'g'ri zanjirli uzun molekulalariga oltinugurt birikib go'yo molekulalarni «tikadi» va 3 o'lchamli struktura hosil qilib rezinaga aylantiradi; 3) tezlatkichlar (difenilguanidin merkaptabenzotiazol va boshqalar), yumshatgichlar (dibutilftalat, moy kislotalari, vazelin, parafin, sintetik polimerlar: polipropilen, polivinibdorid, fenolformaldegid smolalari), eskirishni oldini oluvchilar (fenollar, aromatik aminlar, voskva boshqalar), to'ldiruvchilar (to'ldiruvchilar aktiv va noaktivga bo'linadi).

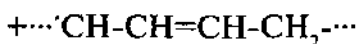
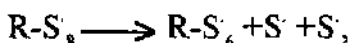
Aktiv to'ldiruvchilarga: qurum , kremniy (IV)- oksidi , oq qurum, titan (IV)-oksid, rux oksidi va boshqalar kiradi. Ular 10% dan 50 % gacha rezining mustahkamligini oshirish uchun qo'shiladi. Noaktiv to'ldiruvchilarga: bo'r, talk, kaolin, bariy sulfat tuzi va boshqalar kiradi. Bular kauchuk sarfini kamaytirish va buyumning tannarxini arzonlashtirish imkonini beradi.

Kauchuk vulqonlanganda 5-10 % qo'shbog'lari uziladi, xolos. Vulqonlanish jarayoni 5 daqiqadan 90 daqiqagacha davom etadi. Vulqonlanish turli xil apparatlarda olib boriladi. Vulqonlanganda kauchukning to'g'ri zanjirli strukturasi to'rsimon struktukaga aylanadi.

Vulqonlashni tezlatgich molekulalarni, qizdirilganda radikalga -R parchalanadi va hosil bo'lgan radikal 8 atomdan iborat oltingugurt xalqasiga birikib uni beqaror radikalga aylantiradi.

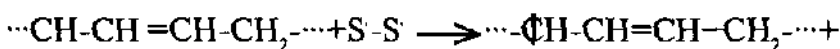


Bu radikallar kauchukning makromolekulasi bilan birikuvchi bir yoki bir necha ikki valentli polisulfidli radikallarga parchalanadi (Masalan, DSK bilan boradigan vulqonlash reaksiyasi quyidagicha bo'ladi):



#### Makroradikal

Hosil bo'lgan makroradikal (MR) ikki valentli oltingugurt radikallarini birlashtirib oladi, so'ngra polisulfidli «ko'prik»lar hosil bo'lishi evaziga zanzirli molekulalarining o'zaro bog'lanishi -«tikilishi» ro'y beradi.



§

§



§

§



(ko'prikchalar 1,3 va boshqa holatlarda ham bo'lishi mumkin).



Rezinaga talab kundan-kunga ortib bormoqda. Hozirgi paytda rezinadan 40 000 dan ortiq turli xildagi buyumlar ishlab chiqarilmoqda. lning turi, miqdori ham ko'payib ketdi. 1945- yilda, dunyoda jami 6 xil kauchuk ishlab chiqarilgan bo'lsa, hozirgi kunda 50 xili ishlab chiqarilmoqda. Dunyoda har yili 7—8 mln. t. kauchuk, shu jumladan, 4—5 mln. t. sintetik kauchuk ishlab chiqarilmoqda.

Respublikamizda ham kauchuk ishlab chiqarish va uning asosida rezina ishlab chiqarish zavodlari qurish rejalashtirilmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I. A. «O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida» T. «O'zbekiston». 1997 y.
2. Kyrenos A. M., Eojwapes T. M., BepeHrappeH M. T. «06maa xHMHTecKaa TexHOJiomH.» 2-e M3<sup>^</sup>. M., «Bb]cmaa iiiKOJia», 1990.
3. A6a^aHOB B.E. «OchO8bi xuMunecKHx npoH3BoacTB» M.,: Xnuan, 2001.
4. AniyxoBJLB.. MyxneHOB H.n., EyniapKHHa Y.C. «XHMHTecKafI TexHOJionfl>>. M. «UpocBemeHne», J 985.
5. Asqarov M., Yoriyev O. M., Yodgorov N. »PoIimerlar fizikasi va kimyosi.» »T., «O'qituvchi», 1993.
6. A.A. MaMaTOB, T.A. OTaKy3HeB, H.n. HcMannoB, O.M. Mnp3aeB «HeopraHHK Marepanjiap KHMCBUPI rexHOJiomfion. TOUIKSHT, «?36eKHcroH» 2002.
7. rio3HH M.E. «TexHOJiorHH MHHepajibHbix cojiew, JI.,; XHMHA 1984.
8. BeKwpoB T.M. «TlepBHHTaH nepepaSoTKa npHpoziHMx ra3OB». M.,: XHMHH, 1987.
9. AfIHMaHOsa vK.M., OraKy3HeB T.A., 3MHOB A.M. «KepaMHK 6yfOM/iap TexHoJiorMflCH». ToiiiKeHT, TypoH-HK,6oji. 2006.
10. TiiMOFpees B.C., CepafynMOB JT.A. «npHHUHnu rexHororHH OCHOBHOTO oprapHHecKoro CHHTe3a» M.,: «XHMHH», 1992.
11. ATaKy3Hes T., Ta/rxweBa £. »HoBtre BH/IH ueMeHTOB Ha ocHose cyji<})OKJIHHKepoB» T. «MexHaT», 1989.
12. FpnueHKOa. M., TanannH H.A., 3tmoBi.eB3 JIM., MyPHH B. M. «OnncKa ra3OB OT cepHHCTHx coeHHeHHfl npw 3KpmyaTauHH ra3OBHx MecropocKjieHHft\*. M., «Hejpa», 1985.
13. Kattayev N. Sh., Shoymardonov R. A.,«Kimyo sanoati va xalq iste'mol mollari\*. T., «O'zbekiston». 1986.
14. JIHCHUHH B. H., «XMHHS H xexHOJiorafl npoMejicyTOHHHx npojKTOB». M., «XnMHa». 1987.
15. MyxneHOB H. T., FopiuTefH A. E., TyMapKHHa E.C., H Rp.» «OCHOBH xHMHTecKOM TexHOJiorim. Tloa pea., H. IT. MyxjiewoBa, M. «Bwciujr uiKOJia», 1991.
16. IOpxeBH-j B. B., naKWBePa. B., »7exHOJiorna npon3BORCTm WMimecKiix BOJIOKOH» M., «XHMHIJ», 1987.
17. Salimov Z.»Kjmyoviy texnoJogiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari.» Tom-1 T. «O'zbekiston», 1994.
18. TlaHHH M.C. ^HMH^ecKan 3KOJiorHH» new pen. Kyj3a#6preHOBa C.E. CeMHnajiaxHHCK, 2002.
19. COKOJIOB P.C. «XwMH4ecKaa TexHOJioraa\* 1-2 TOM. M.,: Bjiaoc, 2003.
20. Bopo6beB B.A., AnapHaHOB P.A. «TexHOJiomfl nojiHMepoB». M.,: Bbicm. ijKOJia, 1980.

## MUNDARIJA

So'zboshi.....	3
----------------	---

### *BIRINCHI QISM*

#### **KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING UMUMIY TUSHUNCHALARI**

##### **I BOB. Kirish. Kimyoviy texnologiya fani va uning muhim vazifalari.**

###### **Kimyoviy ishlab chiqarishning ahamiyati va taraqqiyoti . . . 5**

1-§. Kimyoviy texnologiya fani va uning muhim vazifalari.....	5
2- §. Kimyo sanoatining ahamiyati.....	6
3-§. Kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo'lishi va taraqqiyoti.....	7
4- §. O'zbekistonda kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo'lishi va taraqqiyoti.....	10
5- §. Kimyoviy ishlab chiqarishning texnologik va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.....	14

##### **II BOB. Xomashyo, energiya..... 23**

1- §. Xomashyo.....	23
2- §. O'zbekistonda kimyo sanoatining paydo bo'lishi va rivojlanishi . . .	25
3- §. Qattiq xomashyoni boyitish.....	26
4- §. Suyuq xomashyoni boyitish.....	35
5- §. Gazsimon xomashyoni boyitish.....	36
6- §. Xomashyoni kompleks foydalanish. Chiqindisiz texnologiya . . . .	37
7-§. Energiya.....	40

##### **III BOB. Suv..... 43**

1- §. Kimyo sanoatida suv.....	43
2- §. Ichimlik suvini tayyorlash.....	47
3- §. Sanoat suvlarini tayyorlash.....	51
4- §. Sanoatda suv sarfini kamaytirish yo'llari.....	55

##### **IV BOB. Tabiat muhofazasi va sanoat chiqitlarini tozalasti..... 57**

1- §. Atmosfera muhofazasi.....	60
---------------------------------	----

2- §. Tabiiy suvlar muhofazasi.....	72
3- §. Tuproq muhofazasi.....	83

## ***JKKINCHI QISM***

### **KIMYOVIY TEXNOLOGIYANING NAZARIY ASOSLARI**

<b>I BOB. Kimyoviy (texnologiyaning asosiy qonunivatlari).....</b>	<b>85</b>
1- §. Kimyoviy texnologik jarayonlar haqidatushuncha. Asosiy jarayonlarning turlari.....	86
2- §. Kimyoviy texnologik jarayonlarning klassifikatsiyasi.....	87
3- §. Texnologik jarayonlarda muvozanat.....	93
4- §. Texnologik jarayonlarning tezligi.....	99
5- §. Kimyoviy reaktorlar va ishlab chiqarishning kimyoviy texnologik sistemalari.....	110
6- §. Gomogenvaeterogen jarayonlar. Apparatlar.....	125
<b>II BOB. Katalitik jarayonlar.....</b>	<b>147</b>
1- §. Kataliz turlari va uning mohiyati.....	147

## ***UCHINCHI QISM***

### **MUHIM KIMYOVIY ISHLAB CHIQRISHLAR**

<b>I BOB. Oltinugurt ishlab chiqarish.....</b>	<b>159</b>
1- §. Oltinugurtning xossalari, tarqalishi, ishlatilishi va olinishi.....	159
2- §. Vodorod sulfiddan oltinugurt ishlab chiqarish.....	160
<b>II BOB. Sulfat kislota ishlab chiqarish.....</b>	<b>166</b>
1- §. Xossalari, ishlab chiqarish usullari va ishlatilishi.....	166
2- §. Oltinugurt (IV)- oksidini ishlab chiqarish.....	170
3- §. Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarish.....	176
<b>III BOB. Birikkan azot texnologiyasi.....</b>	<b>186</b>
1- §. Azot sanoatining xomashyo manbalari va ishlatilishi.....	186
2- §. Atmosfera azotini biriktirib olish usullari.....	187
3- §. Ammiak sintezi uchun azot vodorodli aralashmaning olinishi va tozalash usullari.....	188
4- §. Ammiak sintezi.....	192
5- §. Nitrat kislota ishlab chiqarish.....	200

<b>IV- BOB. Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish</b> .....	216
1- §.Mineral Manning ahamiyati, sinflarga bo'linishi va olinishi.....	216
2- §. Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish.....	223
3- §. Fosforli o'g'itlar.....	233
4-§. Kompleks o'g'itlar.....	245
5- §. Kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish.....	247
6-§. Mikroo'g'itlar.....	248
<b>VBOB. Silikatlar texnologiyasi</b> .....	251
1- §. Silikatli materiallarning klassifikatsiyasi va ishlatilishi.....	251
2-§. Keramika buyumlari.....	252
3- §. Mineral bog'lovchi moddalar.....	260
<b>VI BOB. Elektrokimyó</b> .....	275
1- §. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish.....	275
2- §. Suvli eritmalar va suyuqlanmalar elektrolizining nazariy asoslari.....	276
3- §. Natriy xlor eritmasining elektrolizi.....	280
4- §. Sintetik xlorid kislota ishlab chiqarish.....	284
<b>VII BOB. Metall ishlab chiqarish va uni sinflarga ajratish</b> .....	287
1- §. Metallarning sinflarga bo'linishi.....	287
2- §. Cho'yan ishlab chiqarish.....	288
3- §. Po'lat ishlab chiqarish.....	299
4- §. Po'latga termik va kimyoviy ishlov berish.....	307
5- §. Aluminiy ishlab chiqarish.....	308
<b>VIII BOB. Yoqilg'ini kimyoviy qayta ishlash</b> .....	316
1- §. Energetika muammolari va istiqbollari.....	316
2-§. Yoqilg'iva uni qayta ishlash.....	319
3- §. Qattiq yoqilg'ini qayta ishlash.....	321
4- §. Kokslashda hosilbo'ladigan kimyoviy mahsulotlarni ushlab qolish.....	323
5- §. Neft va tabiiy gazni qayta ishlash.....	328
<b>IX BOB. Organik sintez sanoati</b> .....	352
1- §. Organik sintezning xomashyosi va tipik kimyoviy texnologik jarayonlar.....	352
2~ §. Metanol sintezi.....	357
3-§. Etanol sintezi.....	362

4- §. Formaldegid va sirka aldegidini ishlab chiqarish.....	366
5- §. Sirka kislota ishlab chiqarish.....	369
6- §. Stiroi ishlab chiqarish.....	371
7- §. Kaprolaktam ishlab chiqarish.....	373
<b>XBOB.YuqorimoIekularbirikmalar.....</b>	<b>375</b>
1- §. Yuqori molekular birikmalaming xossalari, sinflarga bo'linishi va olinish usullari.....	376
2- §. Kimyoviy tola ishlab chiqarish.....	386
3- §. Plastmassa ishlab chiqarish.....	403
4- §. Kauchuk ishlab chiqarish.....	412
Foydalanilgan adabiyotlar.....	426

**Kattayev Norqul**

**KIMYOVIY TEXNOLOGIYA**

*Oliy o'quv yurtlari talabalari  
uchun o'quv qo'llanma*

Toshkent - «Yangiyul poligraph service» — 2008

Muharrir	<i>Akbar Mirzo</i>
Rassom	<i>Tolib Qanoatov</i>
Texnik muharrir	<i>Janilkan Bekiyeva</i>
Musahhiha	<i>Zilola Nurmatova</i>
Konipyularda sahifalovchi	<i>Xusan Safaraliyev</i>

Original-make tdan bosishga ruxsat etildi 10.07.2008.  
Bichimi 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Kegli 11 shponli. «TimesUz» gamiturasi.  
Ofsetbosma usulida bosildi. Shartlib.t. 27,0. Nashrt. 24,2.  
Nusxasi 500. Buyurtma N° 34.  
Bahosi shartnoma asosida.

«Yangiyul poligraph service\* MCHJ bosmaxonasida bosildi.  
Yangiyo'l sh., Samarqand ko'chasi, 44.