

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI
TERMIZ MUXANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

«Tasdiqlayman»
Termiz muxandislik –
texnologiya instituti rektori:
_____ O’.Axmedov
«__» _____ 2023- yil

UMUMIY KIMYOVIIY TEXNOLOGIYA
FANIDAN

O’QUV - USLUBIIY MAJMUA

Termiz-2023

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Termiz muxandislik – texnologiya instituti ilmiy Kengashining 2023 yil 30" 08 dagi 1-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan «Umumiy kimyoviy texnologiya» fani dasturi asosida ishlab chiqilgan.

Umumiy kimyoviy texnologiya O'quv-uslubiy majmua- Termiz, TMTI, 2023 y.,130b.

Tuzuvchi: TMTI, "Bino va inshootlar qurilishi " kafedrası dotsenti **A.T.Butayarov**

Ushbu o'quv-uslubiy majmua kafedraning 2023-yil 26-avgust " 01 " – sonli majlis bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Mazkur o'quv-metodik majmua (UMM) talabalariga «Umumiy kimyoviy texnologiya» fanini o'qitish uchun tuzilgan bo'lib, DTS talablaridan kelib chiqib, o'quv rejasi va dasturiga muvofiq ishlab chiqildi. Unda talabalarga ishlab chiqarishda faoliyat ko'rsatayotgan xodimning Mexanik texnologiya qayta ishlanadigan materiallarning faqat shakli va ba'zan fizikaviy xossalari 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 uskunalarni o'rganadi. Bunday bo'lish 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 bo'ladi, kimyoviy jarayonlar esa o'z navbatida mexanik jarayonlar bilan birgalikda sodir bo'ladi. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, fan bo'yicha nazorat savollari (yozma, og'zaki va test), yakuniy xulosalar, fanda echimini kutayotgan ilmiy muammolar hamda informatsion-metodik ta'minot: darslik va qo'llanmalar, internetdan olish mumkin bo'lgan axborotlar saytlari va qo'shimcha ma'lumotlar keng yoritib berilgan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua TMTI Ilmiy Kengashi tomonidan ko'rib chiqilgan va nashrga tavsiya etilgan. " ____ " _____ 2023-yil №- " ____ " bayonnoma.

© " TMTI " O'quv-uslubiy majmua, 2023 y.

1-mavzu. “Umumiy kimyoviy texnologiya” fanining mazmuni, predmeti va metodi.

Reja:

- 1. “Umumiy kimyoviy texnologiya” fanining predmeti, maqsad va vazifalari.**
- 2. Texnologik jarayonlarning sinflanishi**
- 3. Xomashyoning klassifikatsiyasi**
- 4. Xomashyoni kompleks ishlatilishi.**

Texnologiya soʻzi–yunoncha soʻz boʻlib, ikki ildizdan, yaʼni 1-texnos-«sanʼat va kasb» degan maʼnoni bildiradi. Logiya esa-bilim, fan demakdir. SHunday qilib, texnologiya-bu kasbning sirlarini oʻrgatuvchi fanlardan biridir. Texnologiya xom ashyolarni turli xalq isteʼmol buyumlariga va ishlab chiqarish vositalariga aylantirish jarayonlarini oʻrgatuvchi fandır.

Xomashyoni qayta ishlab mahsulotga aylantiradigan mashina-uskunalar majmuyiga texnologik tizim deyiladi. Tegishli mashina va uskunalarda boradigan operatsiyalarni birin-ketin taʼriflash yoki grafik shaklida tasvirlash texnologik sxema deb ataladi.

Texnologiyani 2 turga boʻlish mumkin:

1-mexanik texnologiya;

2-kimyoviy texnologiya.

Mexanik texnologiya jarayonida xom ashyo tarkibida va xususiyati oʻzgarmasdan faqat uning shaklini oʻzgarishi mumkin. Masalan: yogʻochdan mebel ishlash, metaldan turli metall buyumlari ishlash va xokozo.

Kimyoviy texnologiyada esa, moddaning shakligina emas, balki uning butun xossalari va tarkibi oʻzgarishi mumkin. shunday qilib, kimyo texnologiyasi kimyo reaksiyalari oʻtishi bilan borgan jarayonlarni oʻrganadi. Birorta xom ashyodan mahsulot olish jarayoni bir qancha bosqichlardan iborat. Ushbu bosqichlar (masalan: xom ashyoni boyitish, maydalash, ajratish, kuydirish va x.k.) texnologik operatsiyalar deb ataladi.

Mexanik texnologiya qayta ishlanadigan materiallarning faqat shakli va baʼzan fizikaviy xossalari oʻzgarish jarayonlarini oʻrganadi. Kimyoviy texnologiya moddalar tarkibi, xossalari va tuzilishining oʻzgarishi bilan boradigan jarayonlarni hamda bu jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur boʻlgan uskunalarni oʻrganadi. Bunday boʻlish nisbatan shartlidir, chunki baʼzan, moddalarga mexanik ishlov berilganda ularda kimyoviy reaksiyalar ham boradi. Masalan: choʻyan yoki poʻlatni suyuqlantirib suyuqlanmalarini quyish jarayoni mexanik texnologiyaga kiradi, ammo unda kimyoviy reaksiyalar ham boʻladi, kimyoviy jarayonlar esa oʻz navbatida mexanik jarayonlar bilan birgalikda sodir boʻladi.

Kimyoviy texnologiyaning muhim vazifasi kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarish, u yoki bu kimyoviy reaksiyalarning borishi uchun qulay, optimal iqtisodiy samarali usullar va sharoitlarni qidirib topishdir. Kimyoviy texnologiya xomashyoni kimyoviy qayta ishlashni boshqarish jarayonlarini, sotsial va iqtisodiy faktorlarni resurslar bilan taʼminlash va ishlab chiqarishdagi xavfsizlikni taʼminlash, parametrlarning (harorat, bosim, jarayon, konsentratsiya, xomashyoni qayta ishlash tezligi va boshqalar) optimal qiymatlarini topish, uskunalarni tayyorlash uchun materiallarni tanlash jarayonining texnologik sxemasini yaratish va ishlab chiqarishni yoʻlga qoʻyish kabi ishlarni bajaradi. Bularni amalga oshirishda u kimyo va fizikaning fundamental qonunlaridan foydalanadi.

Texnologiyani asosiy vazifalaridan biri ana shu optimal qulay texnologik tizimlarni yaratishdan iborat. Har bir texnologik operatsiya ishlab chiqarish mobaynida aniq qulay sharoitda olib borilishi kerak (qulay temperaturada, bosimda, konsentratsiya va b.), shu qulay sharoitlarni aniqlash kimyo texnologiyaning asosiy vazifalaridan biridir. Bu sharoitlarni

aniqlash uchun esa shu kimyoviy jarayonning nazariy asoslarini chuqur o'rganib chiqish kerak. Kimyo texnologiyaning nazariy asoslarini ishlab chiqish kerak. Har bir texnologik operatsiyalarga lozim bo'lgan optimal sharoit aniqlangandan so'ng, shu operatsiyalarni o'tkazish uchun texnika talablariga javob beradigan unumli reaktorlarni va apparatlarni tanlash kerak. Texnologik jarayonlarni to'g'ri olib borish va jarayonning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari shu apparatlarni to'g'ri tanlashga bog'liqdir. SHu sababli texnologiyada kimyoviy reaktorning nazariyasiga, klassifikatsiyasiga, ularning ishlash maromiga katta e'tibor beriladi. Texnologiyaning vazifasi yuqoridagi ko'rsatilgan vazifalar bilan cheklanib qolmay, balki yana ishlab chiqarishni tashkil qilish, ish kuchidan to'g'ri va xom ashyodan ratsional, kompleks foydalanish, maxsulotning va xom ashyoning sifatini uzliksiz kuzatib turish va boshqalardan ham iboratdir.

Tanlangan texnologiyaning afzalligini aniqlash uchun avvalambor uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash kerak, buning uchun, maxsulotning tannarxini xisoblash, sarflangan kapital mablag'lar miqdorini nazarda tutish kerak.

Texnologik jarayonlarning sinflanishi

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

Texnologik jarayonlarni sinflashda ularni optimallashtirish uchun zarur bo'lgan texnologik sharoit katta ahamiyatga egadir. Texnologik sharoit deb jarayonning tezligi, mahsulotning unumi va sifatiga ta'sir etuvchi asosiy omillar (parametrlar) yigindisiga aytiladi. Ko'pchilik kimyoviy-texnologik jarayonlar uchun sharoitning asosiy parametrlari harorat, bosim, katalizatorlarni qo'llash va ularning aktivligi, o'zaro reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari, reagentlarni aralashtirish usullari kabilar hisoblanadi. Texnologik sharoit parametrlari tegishli reaktorlarni loyihalash prinsiplarini aniqlab boradi. Texnologik sharoit parametrlarining optimal qiymati, uskunalarning eng yuqori mahsuldorligi va jarayonlarda xizmat qiluvchi kishilarning mehnat unumdorligiga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham texnologik sharoit parametrlarining qiymatlari va tavsifi bir-biriga bog'liq bo'ladi. Parametrlardan birining o'zgarishi sharoitning boshqa parametrlarining optimal qiymatlarini o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun ham texnologik jarayonlar sharoitning barcha parametrlari bo'yicha kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida aniq sinflarga bo'lish murakkab va maqsadga muvofiq emasdir. Jarayonning tezligi va reaktorlarning tuzilishiga reagentlarning aralashtirish darajasi va usuli kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'z navbatida reaksiyaga kirishuvchi massani aralashtirish usuli va darajasi moddalarning agregat holatiga bog'liq bo'ladi. Qayta ishlanadigan moddalarning agregat holatlari ularni texnologik qayta ishlash usullarini hamda uskunalarni loyihalash va yasash prinsiplarini aniqlab beradi. Shuning uchun ham kimyoviy texnologiyaning umumiy qonuniyatlarini o'rganishda jarayonlar va unga mos holda reaktorlarni avvalo reaksiyaga kirishuvchi moddalarning agregat holatiga qarab bo'lish qabul qilingan. Shu sababli, barcha o'zaro ta'sirlashuvchi moddalar sistemasi va unga mos keluvchi texnologik jarayonlar ushbu belgilariga qarab gomogen yoki bir jinsli va geterogen yoki ko'p jinslga 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.

Geterojen sistema ikki yoki undan ortiq fazali bo'ladi. Ishlab chiqarish amaliyotida quyidagi sistemalar ko'p uchraydi. $G - S$, $G - Q$, $S - Q$. Birmuncha ishlab chiqarish jarayonlari ko'p fazali geterojen sistemalarda kechadi. Masalan,

$G - S - Q$; $G - Q - Q$; $S - Q - Q$; $G - S - Q - Q$ va hokazo. Ishlab chiqarish amaliyotida gomogenga qaraganda geterojen jarayonlar keng tarqalgan. Bunda odatda jarayonning geterojen bosqichi diffuzion xarakterga ega bo'ladi va fazalar sirt chegarasida boradi va u odatda jarayonning umumiy tezligini belgilaydi. Geterojen reaksiyalar jumladan suyuq va qattiq moddalarning yonishida (oksidlanganda), metall va minerallarning kislota va ishqorlarda eriganida sodir bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlar katalitik va nokatalitik, texnologik sharoit parametrlarining ahamiyatiga qarab, jarayonlar past va yuqori haroratli, vakuumda, normal va yuqori bosimda boruvchi, dastlabki moddalari yuqori va past konsentratsiyali va boshqalarga bo'linadi. Ammo, bunday ayrim kimyoviy ishlab chiqarishlar bo'yicha ba'zi qo'llanmalarda qo'llanilganidek batafsil sinflanish, kimyoviy texnologiyaning umumiy kursi uchun murakkab va ortiqchadir.

Tegishli uskunalar va ularda amalga oshiriladigan jarayonlar vaqt birligida jarayonning borish xarakteriga qarab davriy va uzluksiz jarayonlarga bo'linadi. Uzluksiz ishlovchi reaktorlar oqimli reaktoriar deyiladi, chunki ular orqali har doim reaksiyaga kirishuvchi massa oqim bilan oqib o'tib turadi.

Gidrodinamik sharoit reaksiyaga kirishayotgan komponentlarni reaksiya mahsulotlari bilan birgalikda aralashtirishni ikki turga ajratadi; 1) to'liq aralashtirish, 2) ideal siqib chiqarish. To'liq aralashtirish bu shunday sharoitki, unda girdob shu qadar kuchli bo'ladiki, reagentlar konsentratsiyasi oqimli reaktorlarda (oqimli reaktorda reagentlar reaktorning bir tomonidan kirib, ikkinchi tomonidan chiqib ketadi) uskunaning butun hajmida, ya'ni, xomashyo kiritiladigan joydan, to mahsulotlar aralashmasining chiqarib olinadigan qismigacha, hamma joyida bir xil bo'ladi. 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 sharoitida reaksiyon hajmda konsentratsiyaning bunday o'zgarishi kuzatilmaydi. Sanoat oqimli reaktorlarida, to'liq aralashtirish uskunalariga qaraganda aralashtirish darajasi har doim kam, ideal siqib chiqarish uskunasi nisbatan esa ko'p bo'ladi.

Harorat sharoitiga qarab oqimli reaktorlar va unda kechayotgan jarayonlarni izotermik, adiabatik va politermik bo'linadi. Izotermik reaktorlarda harorat butun reaksiyon hajmda doimiy bo'ladi. Ideal izotermik sharoit, yetarli darajada kuchli aralashtiradigan, to'liq aralashtirish sharoitiga 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) jarayonlar izotermikka yaqinlashadi.

Adiabatik reaktorlarda issiqlik tashqaridan ichkariga ham kirmaydi va ichkaridan tashqariga ham chiqmaydi, reaksiyaning barcha issiqligi, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning oqimi bilan akkumulatsiyalanadi (to'planadi). Ideal-adiabatik sharoit faqat tashqi muhitdan to'liq

izolatsiyalangan 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 uskunaga hisoblangan holda (ya'ni uskunaning proektiga mos holda) issiqlik berish bilan kompensatsiyalanadi. Natijada harorat reaksiya hajmining uzunligi (yoki balandligi) bo'yicha turli xilda o'zgaradi va harorat sharoiti ham grafikda turli egri chiziqlarda ifodalanadi, uning ko'rinishi taxminan hisobga (dasturga) mos holda bo'ladi va texnologik sharoit parametrlarini o'zgartirish orqali to'g'rilanadi. Sanoat reaktorlari ko'pincha politermik harorat sharoitiga ega, ba'zan izotermik yoki adiabatik sharoitga yaqinlanadi.

Moddalarning kimyoviy o'zgarishlari u yoki bu darajada issiqlik jarayonlari bilan boradi. Issiqlik effektiga 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 konstruksiyasini belgilab, aniqlab beradi.

Geterogen sistemalarda to'g'ri oqimli, qarama-qarshi oqimli, chorraba (bir-birini kesib o'tuvchi) oqimli jarayonlarni ajratadilar. Bunday sinflash reaktorning balandligi (uzunligi) bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi o'zgarishining xarakterini aniqlash uchun zarur hisoblanadi. Shunday qilib, hatto kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida qabul qilingan jarayonlarning qisqa, soddalashtirilgan sinflanishi 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.

Xom ashyoning klassifikatsiyasi

Kimyo sanoati juda ham katta miqdordagi xomashyoni qayta ishlab, ularni kerakli mahsulotlarga aylantiradi. Ko'p hollarda 1 t mahsulot olish uchun 3—5 t xomashyoni sarf qilishga to'g'ri keladi. Xalq xo'jaligi turli soxalarining kimyo sanoati mahsulotlariga bo'lgan talabining yil sayin ortib borishi xomashyo zaxirasini va uning turlarini kengaytirishni talab etadi.

Sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarishda ishlatiladigan tabiiy materiallar xomashyo deb ataladi. Xomashyo ko'p hollarda mahsulotning tannarxini va sifatini belgilaydi. Tayyor mahsulot tannarxining 60—70% ni xomashyo tashkil qiladi.

Kimyo sanoatida xomashyo turli belgilariga qarab bir necha turlarga bo'linadi. Kimyoviy tarkibiga qarab ikki turga bo'linadi: anorganik va organik. Kelib chiqishiga qarab quyidagi asosiy guruxlarga bo'linadi: 1) mineral; 2) mineral bo'lmagan; 3) o'simlik; 4) hayvonot.

Bu to'rtta guruh o'z navbatida bir necha guruhlarga bo'linadi.

Er qa'ridan olinadigan hamma foydali qazilmalarga mineral xomashyo deb ataladi va ular ma'danli, noma'dan va yonuvchan xomashyo sinflarni tashkil etadi. Ularni qayta ishlab asosan

metallar, metall qotishmalari, hamda kimyoviy mahsulotlar olinadi. Masalan, sulfidli rudalarni qayta ishlaganda mis, rux va nikel metallari bilan-bir vaqtda sulfat kislota ham olish mumkin.

Xomashyolarga tarkibida oltingugurt tutgan tog' jinslari, fosfatlar, tabiiy kaliyli tuzlar, osh tuzi, qum, tuproq va boshqalar kiradi. Ular asosan o'g'itlar, tuzlar, kislota va ishqorlar, sement, shisha va keramik buyumlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Yonuvchi mineral xomashyoga er qatnashgan uchraydigan ko'mir, neft va tabiiy gaz kiradi. Ulardan asosan issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda yoqilg'i sifatida va qator kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

O'simlik va hayvonot xomashyolariga yog'och, teri, jun, ipak va x.k. kiradi. Havo va suv ham arzon xomashyo turiga kiradi. Havodan azot va kislorod olinadi. Suvdan esa vodorod va kislorod olish mumkin. Suv yana ko'pchilik jarayonlarda qatnashadi, hamda qattiq suyuq va gaz moddalarni eritishda ishlatiladi.

Turli moddalarni xomashyo sifatida ishlatilishi ularning bahosiga, erdagi zahirasiga, qazib olinishiga hamda texnikaning rivojlanish darajasiga bog'liq.

Xomashyo muammosini hal qilishda, asosan, quyidagi yo'nalishlarda izlanishlar olib borish zarur:

1. Xomashyoning arzonroq turlarini qidirib topish va ishlatish.
2. Konsentrlangan (boyitilgan) xomashyoni ishlatish.
3. Xomashyoni kompleks ishlatish.
4. Oziq-ovqat uchun ishlatiladigan xomashyoni boshqasiga almashtirish.

Xomashyolarning manbalari

Hozirgi vaqtda yer bag'ridan mineral xomashyoning 400 turi qazib olinmoqda. SHulardan 85% yoqilg'ilar (neft, gaz, ko'mir) ga, 12% qora va rangli metallarga, 3% qurilish materiallari, mineral o'g'itlar va nemetall xomashyolarga to'g'ri keladi.

Mamlakatimizda mineral xomashyoning 80 dan ortiq turi mavjud. O'zbekistan mis, qo'rg'oshin, rux, volfram, oltin, uran, kaolin, alyuminiy (alunit), gaz bo'yicha hamdo'stlik mamlakatlari o'rtasida etakchi o'rinni egallaydi. Faqat ochilgan noma'dan konlar hisobiga 500 dan ortiq korxonalar (sement, g'isht, O'G'it, chinni, shag'al, beton ishlab chiqaradigan) ishlab turibdi. Yer osti boyliklari hisobiga o'lkamizda yangi tarmoqlar—rangli, qora metallurgiya, yoqilg'i (neft, gaz, ko'mir), energetika, tog' qazish va qurilish materiallari sanoati vujudga keldi va rivojlandi.

O'zbekiston kimyo sanoati uchun eng zarur xomashyolardan biri tabiiy gazdir. Uning Buxoro-Xiva va Surxondaryo manzillarida 20 dan ko'p konlari (Gazli, Uchqur, Muborak, Qorovulbozor, Sho'rtan va hakozo) ochilgan.

Organik sintez asosida gazdan xalq xo'jaligi uchun kerak bo'lgan sintetik kauchuk va spirtlar, erituvchilar, medikamentlar va boshqalar ishlab chiqarish mumkin. 1 mln. m³ gazdan 2400 m sun'iy ipak matolar, 240—400 kg plastmassa. 320—400 kg sintetik ukauchuk va boshqa narsalar olish mumkin. O'zbekistonning asosiy kimyo sanoati gigantlari bo'lgan «CHirchiqelektrokimyosanoat» va «Navoiyazot» ishlab chiqarish birlashmalari hamda Farg'onadagi azot o'g'itlari ishlab chiqarish zavodlarida asosiy xomashyo sifatida tabiiy gaz ishlatiladi.

Respublikamizda neft qazish ishlari 1886 yilda Farg'onada boshlangan. 1913 yilda 13 ming tonna neft olingan. Neft konlari asosan Farg'ona, Surxondaryo va Buxoro viloyatlarida topilgan.

O'zbekistonda 1917 yilga qadar toshko'mir qazib olish ishlari tashkil qilinmagan edi. Toshko'mirning katta zaxirasi Angrenda topilgan. 1941—45 yillarga kelib Angren koni ishga tushirildi. Bu kondan 1975 yilda 5 mln.71 ming tonna yoqilg'i qazib olindi.

Ma'danli minerallardan bo'lgan oltin konlari 1960 yildan so'ng Toshkent, Buxoro, Samarqand va Namangan viloyatlarida topilgan. Qo'rg'oshin-rux ma'danlari Kumushkon, Qo'rg'oshinkon, CHolota (Toshkent viloyati), Uchquloch (Jizzax viloyati) va Xondiza (Surxondaryo viloyati) konlaridan olinib boshlandi. Olmaliq (Toshkent viloyati) koni asosida toza mis metalli olinmoqda.

Volfram va molibden ma'danlari Samarqand viloyati hududidagi Langar, Qo'ytosh va Ingichka konlarida qazib olinmoqda.

Mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda kimyoviy xomashyo sifatida norudali qazilmalar: kaliyli tuzlar, fosfatli xomashyo va oltingugurt ishlatiladi. Kaliyli tuzlar Hisor tog' sistemasining janubiy—g'arbiy tarmog'idagi konlarda, fosfatlar Buxoro, Surxondaryo viloyatlari va quyi Amudaryo konlarida, oltingugurt esa Surxondaryo, Farg'ona viloyatlari va Ustyurt konlarida topilgan. Bu konlardan hali foydalanilmayapti. Oltingugurt Muborakda qurilgan zavodda (1974 y) gazdan olinmoqda.

Oziq-ovqat, kimyo, qog'oz va shisha ishlab chiqarish, metallurgiya va engil sanoatlarida keng ishlatiladigan norudali xomashyo—natriy xlorid va natriy sulfatlarning katta konlari Buxoro, Hisor va quyi Amudaryo hududlarida topilgan.

Kimyo, rezina, qog'oz sanoatida to'ldiruvchi, hamda keramika va qurilish materiallari ishlab chiqarishda ishlatiladigan texnik xomashyo—talk —silikatli mineral $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{N}_2\text{O}$ ning katta zahirasi quyi Amudaryo va Sulton Uvays tog'larida topilgan.

CHinni va qoplama plitalar zavodi uchun xomashyo-kaolinning katta zahirasi Angrenda, bentonit konlari esa Oqmozor (Buxoro) va Kattaqo'rg'on (Samarqand) da bor. O'zbekistonda 12 marmar (Rozg'on, Kitob, Og'alik, Jom va hakoza) va 8 granit konlari bor.

Xomashyoni kompleks ishlatilishi

Kimyo sanoatida asosiy muammolardan biri-xomashyoni kompleks ishlatishdir, chunki bunda atrof-muhitni ifloslantiradigan, aholi yashaydigan joylardan uzoqroq erlarga olib borish uchun qo'shimcha sarf xarajatlar talab qiladigan chiqindilarning yig'ilib qolishiga barham beriladi.

Xomashyoni kompleks foydalanishni asosiy yo'li-murakkab tarkibga ega bo'lgan xomashyoni ketma-ket qayta ishlab kerakli mahsulotga aylantirishdir. Ishlab chiqarishdagi chiqindilarga foydalanilmagan imkoniyatlar deb qaraladi va ularni yangi kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarish uchun arzon xomashyo sifatida foydalanishni taqozo etadi.

Xomashyoni kompleks ishlatish natijasida bir korxonaning ichida bir nechta mahsulotlarni ishlab chiqarish mumkin. Masalan, «CHirchiqelektrokimyosanoat» ishlab chiqarish birlashmasida avvallari asosan selitra o'g'iti ishlab chiqarilar edi. Ammiakning sintezi uchun kerak bo'ladigan vodorodni, tabiiy gazni (SN_4) konversiya qilib olinadi. Bunda vodoroddan tashqari hosil bo'lgan CO_2 Gazidan karbamid (mochevina) olish texnologiyasi ishlab chiqarishga tatbiq etilgan.



Ikkilamchi xomashyo resurslaridan foydalanish, birinchidan asosiy xomashyoni tejaydi, ikkinchidan esa atrof-muhitni ifloslanish darajasini kamaytiradi.

Masalan, superfosfat zavodlarining chiqindisi bo'lgan fosfogipsdan sulfat kislota vassement olishda foydalanish mumkin. CHirchiqdagi «Kaprolaktam» zavodida bir kecha-kunduzda

taxminan 25 tonna chiqindi hosil bo‘ladi. Uning tarkibi asosan organik birikmalardan iborat. Hozirgi vaqtda uni asosan yoqish yo‘li bilan yo‘qotiladi. Respublika kimyogar olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida ushbu chiqindining 40-50 % kimyo sanoati uchun zarur bo‘lgan benzoy kislotasi ekanligi aniqlandi va uni ajratib olish texnologiyasi ishlab chiqildi. CHiqindining qolgan 50-60% dan ionalmashinuvchi smolalar va bo‘yoq moddalar ishlab chiqarish mumkinligi ko‘rsatilgan. Lekin haligacha bu chiqindini yuqorida aytilgan texnologiya asosida sanoat miqyosida qayta ishlash yo‘lga quyilgan emas. Demak, xomashyodan kompleks foydalanish kimyo sanoatining yuksak yo‘nalishi bo‘lib, to‘g‘ridan to‘g‘ri xomashyo resurslarini va xalq xo‘jaligining iqtisodiy samaradorligini oshirish bilan bog‘liq bo‘lgan masaladir. Kimyo sanoatida xomashyodan kompleks foydalanish muammosi hal etilsa, chiqindisiz mahsulot ishlab chiqarishga erishiladi, mahsulotning tannarxi kamayadi, atrof-muxitning kimyoviy moddalar bilan zararlanishi pasayadi va ekologiya yaxshilanadi.

2-mavzu. Texnologiyaning asosiy taraqqiy yo‘nalishlari. asosiy texnik iqtisod ko‘rsatkichlari.

Reja:

- 1. Kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo‘lishi va taraqqiyoti.**
- 2. O‘zbekistonda kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo‘lishi va taraqqiyoti.**
- 3. Kimyoviy ishlab chiqarishning texnologik va texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlari.**

1. Kimyoviy ishlab chiqarishning paydo bo‘lishi va taraqqiyoti

Kimyoviy ishlab chiqarish juda qadimdan, hatto ibtidoiy jamoa davrlaridan boshlangan. Olov kashf etilgach, eng avval kulolchilik va me‘morchilik, ko‘hna hunarmadchilik paydo bo‘lgan. Loydan yasalgan buyumlar olovda pishirilgan. Metall va ularning oksidlari olovda suyuqlantirib, mehnat va ov qurollari yasalgan. Eng avval sharq xalqlari, O‘rta yer dengizi sohillarida yashagan xalqlar: misrliklar, finikiyaliklar, greklar, eronliklar; Uzoq Sharqda esa yaponlar va xitoyliklarda kimyoviy texnologiyaga oid bilimlar rivoj topgan. Ayniqsa Misrda kimyoga oid bilimlar boshqa mamlakatlarga nisbatan juda rivojlangan. Misrliklar kulolchilik buyumlari ustiga sir berishni ham bilganlar. Xiva shahrining 4500 yillardan beri saqlanib kelayotgan qadimgi yodgorliklarida kulollar va shishasozlarning sur‘atlari bor. Arxeologik qazilmalar natijasida eramizdan ilgari 1700-yillarga to‘g‘ri keladigan rang-barang shisha vazalar topilgan. Eramizdan 2900 yil oldin qurilgan Xufu piramidasida po‘lat iskana bo‘lgan.

Ayniqsa rudalardan metall ajratib olish, avval (5 ming yil ilgari) “bronza asri”, keyinchalik (3 ming yil ilgari) “temir asri” davrida, dastlab bronza, keyinchalik temir va ulardan turli buyumlar yasash keng taraqqiy etgan. Eramizdan 2000 yil ilgari misrliklar: ko‘k, purpur, qirmizi, alizarin kabi bo‘yoqlarni olishni bilganlar. Xitoyliklar II asrda qog‘oz, VI asrda chinini, XIII asrda qora poroxni ishlab chiqara boshlaganlar, XV asrga kelib Yevropada bir qator kislota, ishqor va tuzlar, turli farmatsevtik preparatlar, ba’zi bir organik moddalar ishlab chiqaruvchi kichik-kichik korxonalar paydo bo‘ldi. XVI asr oxirlari va XVII asr boshlarida Rossiya imperiyasida bo‘yoqlar, selitra, porox, soda va sulfat kislota ishlab chiqaruvchi shunday korxonalar ish boshladi.

Kimyoviy texnologiya XVIII asrning oxirlarida mustaqil fan sifatida paydo bo‘ldi va Yevropada universitetlar va texnik oliy o‘quv yurtlarida mustaqil fan sifatida o‘qitila boshlandi.

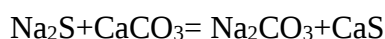
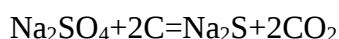
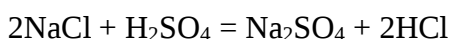
Texnologiya soʻzi dastlab Gyotengem universiteti professori I. Begman tomonidan fanga kiritilgan. U 1772-yilda birinchi boʻlib kimyoviy texnologiya kitobini chiqardi. 1795-yilda I.F.Gemelinning ikki tomli «Texnik kimyo boʻyicha qoʻllanma» nomli darsligi chop etildi. Bu kitob 1803-yilda rus tiliga tarjima qilindi. Shu yildan boshlab Rossiya oliy oʻquv yurtlarida ham asosiy fan sifatida oʻqitila boshlandi. 1828-yilda F. A. Denisovning «Umumiy texnologiyaning toʻliq kursi», 1851 -yilda P.A.Ilenkovning «Kimyoviy texnologiya kursi» kitoblari chop etildi. Shu davrlarda Yevropa va dunyoning koʻpgina mamlakatlarida bir qancha kimyoviy texnologiya darsliklari, ilmiy adabiyotlar chop etildiki, bu holat kimyoviy ishlab chiqarishning tez surʼatlarda rivojlanib borishini taʼminladi. Kimyoviy sanoatning taraqqiyot tarixida baʼzi bir muhim voqealar sifatida quyidagilarni misol keltirish mumkin.

1748-yilda Angliyaning Bermingem shahrida qoʻrgʻoshinli 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.

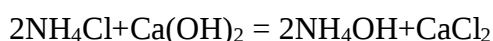
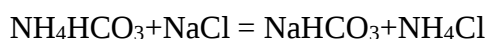
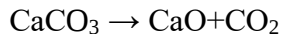
1787— 1789-yillarda N. Leblan soda ishlab chiqarishning sanoat usulini yaratdi. Leblan usuli bilan 1823-yilda Angliyada birinchi marta soda ishlab chiqarish zavodi ishga tushirildi. 1861-yilda soda ishlab chiqarishning ammiakli usuli — Solve usuli kashf etildi.

Leblan va Solve usullarida soda ishlab chiqarish quyidagi reaksiyalarga asoslangan:

Leblan usuli:



Solve usuli:



1886-yilda kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarila boshlandi. 1855- yilda Bessemer, 1864-yilda Marten usulida poʻlat ishlab chiqarish yoʻlga qoʻyildi. XIX asrning oʻrtalariga kelib organik sintez sanoati taraqqiy eta boshladi, organik boʻyoqlar, sintetik doridarmonlar, parfyumeriya mahsulotlari ishlab chiqarila boshlandi. Yu. Libixning 1840-yilda chop etilgan ilmiy ishlariga asoslangan holda kimyo sanoatining yangi tarmogʻi — mineral oʻgʻitlar ishlab chiqarish yoʻlga qoʻyildi. 1912-yilda azot va vodoroddan sanoatda Gaber usuli bilan ammiak sintezlashning yoʻlga qoʻyilishi kimyo sanoati taraqqiyotida inqilobga olib keldi, deb aytish mumkin. 1932-yilda V.S. Lebedev usulida sintetik kauchuk ishlab chiqarish tarmogʻi paydo boʻldi. 1930—50-yillarda N.N.Semyonovning zanjirli reaksiyalari sohasidagi kashfiyotlari natijasida yuqori molekular birikmalar: polietilen, polistirol, polivinilxlorid va boshqalar sintezi, plastmassalar, sintetik smolalar, sunʼiy va sintetik tolalar ishlab chiqarishlar oldindan belgilab qoʻyilgan xossalari birikmalar olishning yangi davrini boshlab berdi.

Kimyoviy texnologiya fanining paydo boʻlishi va rivojlanishida katta hissa qoʻshgan buyuk olimlardan: I.F.Glauber (1604 — 1670), M.V.Lomonosov (1711-1765), N.Leban (1742-1806), A.L.Lavuazʼe (1743-1791), I.F.Gemelin (1750-1817), N.N.Zinin (1812-1880), E. Marten (1824-1915), D.I.Mendeleyev (1834-1907), E.G.Solve (1838-1922), F.Geber (1868-1934),

I.I.Andreyev (1880-1919), B.V.Bikov (1880-1934), S.I.Volkovich (1896-1980), A.G.Kasatkin (1903-1963) va boshqalarni ko'rsatish mumkin.

2. 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 mavjud bo'lgan bo'lsa ham kimyo sanoati nisbatan ancha kech paydo bo'ladi.

O'zbekistonda eng keksa kimyoviy ishlab chiqarish korxonasi (kichik-kichik keramik buyumlari ishlab chiqarishni hisobga olmaganda) 1906- yilda Farg'onada Vannov stansiyasi yaqinida qurilgan neftni qayta ishlash zavodidir. Ikkinchi shunday zavod Farg'onada (Melnikov nomli) 1915-yilda qurildi. Ularda asosan kerosin 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 ishlab chiqaruvchi xo'jaliklarga ega bo'lgani uchun, unda kimyo sanoatining vujudga kelishi asosan paxtachilik uchun zarur bo'lgan 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 600 t mineral o'g'it ishlab chiqardi. 1942-yilda Qo'qon superfosfat zavodi, 1965-yilda Navoiy kimyo kombinati, 1975-yilda Olmaliq ammosfos zavodlari, 2000-yilda Qizilqum fosforit zavodi qurilib ishga tushirildi. 1985-yilga kelib respublikamiz to'yimli moddalarini 100 foizga aylantirib hisoblaganda 1 mln. 592 ming t mineral o'g'it ishlab chiqardi 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 avval Toshkent chinni zavodi (1954-y.), keyinchalik Samarqand chinni zavodi (1975-y.), Angren chinni va keramika 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 elektr po'lati olish zavodi (1944-y.), Chirchiq, Samarqand, Oltin topgan (1965-y.), Olmaliq (1980-y.) sulfat kislota ishlab chiqarish zavodlari, ko'pgina boshqa anorganik moddalar ishlab chiqarish korxonalari: Olmaliq tog'-kon metallurgiya kombinati, Angren kimyo metallurgiya zavodi, plavik shpat korxonalari, Ingichka va Qo'ytosh ruda kombinatlari, Muruntov tog'-metallurgiya kompleksi, Zarafshon tog'-kon metallurgiya zavodi va boshqalar qurilib ishga tushirildi.

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

O'zbekistonda 1976-yilda 36,1 mlrd. m³ gaz ishlab chiqarildi va bu sohada shu yiliyiq Polsha, Yaponiya, Fransiya kabi yirik mamlakatlardan ham o'zib ketdi.

Organik moddalar ishlab chiqarish sanoatining gigantlaridan biri 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 atsetilen, atsetaldegid, sirka kislota, metil spirti, akrilonitril va boshqa bir qancha mahsulotlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. 1972-yilda bu kombinatda sintetik jun — nitron tolasi ishlab chiqarila boshlandi. Hozirgi paytda bu kombinatda yiliga 20 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 kombinati kaprolaktam ishlab chiqaruvchi yirik sex ishga tushirildi. Shuningdek, 1979 - 81 - yillarda ishga tushgan Olmaliq kimyo zavodida sintetik kir yuvish vositalari, shampunlar, mashina moylari, naftalin, 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 kimyo kompleksi 2002-yilda qurilib ishga tushirildi. Unda har yili 125 ming tonna polietilen, 100 ming tonna oltingugurt va ming tonna suyuq propan gazi ishlab chiqarilmoqda. Bulardan tashqari respublikamizda Farg'ona furan birikmalari kimyo zavodi (1942-y.), Yangiyo'l biokimyo zavodi, Andijon gidroliz zavodi (1953-y.), Toshkent va Farg'onada polivinilxlorid asosida ishlab chiqariladigan sun'iy charm zavodlari, Toshkent va Guliston margarin zavodlari, Toshkent farmatsevtika, Farg'ona sun'iy qorako'l zavodlari va boshqa o'nlab korxonalar organik kimyo mahsulotlari ishlab chiqarmoqda.

Hozirgi paytda respublikamizda jami 36 ta kimyo va neft kimyosi sanoati korxonalari, 3 ta qora metallurgiya sanoati korxonasi, 9 ta chinni va shisha buyumlari sanoati korxonalari, 13 ta yoqilg'i sanoati korxonalari ishlab turibdi. O'zbekistonda kimyoviy mahsulotlarning ba'zi muhim turlarini ishlab chiqarishning o'sish sur'atlari 1-jadvalda berilgan:

1-jadval

O'zbekistonda kimyoviy mahsulotlarning ba'zi muhim turlari

Mahsulotning nomi	Ishlab chiqarilgan, ming tonna								
	1913	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1985	2010
Po'lat	-	11	119	297	389	407,6	700	1200	-
Neft	13	119	1342	1603	1805	1352	2000	-	-
Gaz, mlrd m ³	-	0,07	0,052	0,45	32,1	37,2	36,3	-	-
Ko'mir	-	3,4	14,75	3410	3747	5269	5800	-	3629
Mineral o'g'it (to'yimli moddalarini 100 % ga aylantirganda)	-	0,3	104,0	220	825	1221	1297	1912	1135
Sulfat kislota	-	-	72,7	2354	497	980	1612	-	1028
Sement	-	267	356,4	1190	3196	3536	6500	10400	-
Kimyoviy tolalar, ming t.	-	-	-	0,8	1,6	22,3	32,4	51,8	-
Kimyoviy tolalar, ming t	-	-	-	6,0	8,2	21,4	-	76,3	-
O'simliklarni himoya qilishning kimyoviy vositalari	-	-	-	-	23,5	27,0	42,4	44,6	5,1
Sintetik yuvish vositalari	-	-	-	-	4,6	16,2	-	-	-
Sintetik ammiak	-	-	-	171	1035	1312	279	-	1344

3. Kimyoviy ishlab chiqarishning texnologik va texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari.

Har qanday ishlab chiqarishning rentabelligi, mahsulotning arzonligi, shu bilan bir qatorda yuqori sifatli bo'lishi, ishchilar mehnat sharoitlarining yaxshiligi va ishlab chiqarishning zararli chiqindilardan atrof-muhit ishonchli ravishda muhofazalanganligi bilan xarakterlanadi. 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) uskunaning intensivligi, 6) uskunaning 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 t, 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 omillardir. 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 olinish 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 quyidagilar bo'yicha xarajatlarni o'z ichiga oladi: 1) xomashyo, 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 ish haqi, 4) yaroqsizlanishni (bino qurilma jihozlar va boshqalar) qayta tiklashga ajratiladigan fondlar (mablag'lar), 5) sex xarajatlari (asosiy ishlab chiqarish fondlarini saqlash va ularni joriy ta'mirlash uchun sarflanadigan mablag') va sexning ma'muriy-boshqaruv xodimlarini saqlash hamda mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi uchun ketadigan xarajatlar, 6) umumzavod xarajatlari.

Xomashyodan olingan asosiy mahsulot tannarxidan 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, materiallar, yoqilg'i va energiya bo'yicha sarfiyot koeffitsientlari aniqlanadi. So'ngra xomashyoning, materiallarning va boshqa xarajatlarni hisobga olib kalkulyatsiya tuziladi.

Turli kimyoviy ishlab chiqarishlarda mahsulot tannarxi va unga bo'lgan xarajatlar turlicha 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 elektrkimyoviy ishlab chiqarishlardan tashqari) tannarxning o'rtacha 10 foizini tashkil etadi. Yuqori darajada mexanizatsiyalashgan va uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlari bilan ta'minlangan kimyoviy sanoatda asosiy ishchilarning ish haqi o'rtacha 4 - 10 foizni tashkil etadi. Ko'pchilik kimyoviy ishlab chiqarishlarda ish haqi tannarxning 20 foizini

tashkil etadi. Yaroqsizlanish esa tannarxning 3—4 foizini tashkil qiladi. Tannarx analizidan 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 aniqlanadi. Yuqori molekular birikmalarda esa uning molekulasining tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari ham bog‘liq bo‘ladi. Tayyor mahsulot toza va konsentrlangan bo‘lishi kerak. Begona aralashmalarning tavsifi 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 intensivlash uchun ham juda muhimdir. Ko‘p ming tonnali ishlab chiqarishlarda esa kimyoviy mahsulotlarda foydali komponentlarning konsentratsiyasini oshirish, ularni ortish, tushirish, tashish nuqtayi nazaridan ham katta ahamiyatga egadir. Masalan, mineral o‘g‘itlarning tarkibida foydali komponentlarning miqdori 20 - 50 foizdan ortmaydi. Demak, yilida 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 javob beradigan bo‘lishi kerak. Hali standard qo‘yilmagan yangi mahsulot turiga talab korxona yoki muassasaning texnik shartlari (TSh) bilan aniqlanadi. Davlat standartiga binoan, masalan, oziq-ovqat sifatida ishlatiladigan kislotalar tarkibida kishi organizmi uchun zararli bo‘lgan aralashmalar (qo‘rg‘oshin tuzlari, mishyak va boshqalar) saqlanmasligi kerak.

Uskunaning intensivligi. Uskunaning intensivligi deb, uskuna mahsuldorligining uning har bir m³ dagi foydali hajmi birligiga yoki uskuna ishchi yuzasining m² dagi kesimiga bo‘lgan nisbatiga aytiladi:

$$J = \frac{M}{V} = \frac{G}{\tau \cdot V}$$

$$J = \frac{V_m}{\tau} \cdot V$$

$$J = \frac{M}{S} = \frac{G}{\tau} \cdot S$$

Bu yerda:

J — uskunaning intensivligi; M — uskunaning mahsuldorligi; V — uskunaning hajmi (m³); G — ishlab chiqarilgan mahsulot; τ — mahsulotni ishlab chiqarishga ketgan vaqt (soat); S — uskunaning ishchi qismining yuzasi (m²); V_m — ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi.

Masalan, ammiak sintezi uskunaning intensivligi, sintez kolonnasining katalizator bilan to‘lg‘azilgan qismining 1 m² maydonidan 1 soatda olingan ammiakning kg, miqdori bilan (bu son 5000 kg/m²s, ga teng) aniqlanadi.

Intensivlash ikki yo‘l bilan amalga oshiriladi: mashina va uskunalarning konstruksiyasini yaxshilash, uskunalardagi texnologik jarayonlarni takomillashtirish.

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

Intensivlash faqat katta energiya talab etmasagina maqsadga muvofiqdir. Uskunaning intensivligi va uning mahsuldorligi bir-biriga bog'liq bo'lgan ko'rsatkichlardir. Ishlab chiqarish jarayoni qanchalik intensivroq ketsa uskunaning mahsuldorligi shunchalik katta bo'ladi.

Uskunaning mahsuldorligi va quvvati. Uskunaning mahsuldorligi deb, vaqt birligida shu uskuna ishlab chiqarilgan mahsulot yoki qayta ishlangan xomashyo miqdoriga aytiladi. Mahsuldorlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

Bunda: M — uskunaning mahsuldorligi; G — ishlab chiqarilgan tayyor mahsulot miqdori (kg, t); τ — vaqt (soat, sek.).

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

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

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

Uskuna optimal sharoitda ishlaganda erisha oladigan eng yuqori mahsuldorligiga uning quvvati deyiladi.

Uskunaning mahsuldorligi va qudratini uning o'lchamini oshirish orqali ko'paytirish mumkin. Uskunaning hajmini kattalashtirish, odatda reaksiyon hajm birligida va ishlab chiqaradigan mahsulot birligida metall yoki boshqa konstruksion materiallarni iqtisod qilishga olib keladi, xomashyo bo'yicha xarajatlarni kamaytiradi, uskunaning intensivligi ortadi. Bunda ishchi va xizmatchilarning mehnat mahsuldorligi ham ortadi, chunki xizmat qiluvchilar shtati uskuna mahsuldorligiga nisbatan kam darajada ortadi.

Har qanday ishlab chiqarishda ham iqtisodiy samaradorlik nuqtayi nazaridan yangidan o'rnatiladigan mashina va uskunalarning quvvati uzluksiz oshirib boriladi. Masalan, sulfat kislotasi va ammiak ishlab chiqarishda asosiy reaktorlarining quvvati so'ngi 20 - 25 yil ichida 30 martadan ham ko'proq ortdi, organik moddalar ishlab chiqarish texnologiyasida esa qayta ishlanadigan gazni adsorbsiyalovchi qurilmalarning mahsuldorligi bir necha o'n mingdan million m^3/s gacha ortdi.

Material balans. 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 kirim va chiqim qismlari bo'lib, har ikkala qismning qiymatlari yig'indisi ($\sum G_{kirim} = \sum G_{chiqim}$) teng bo'lishi kerak.

Material balans moddalar massasining saqlanish qonuniga asoslanadi. Unda texnologik operatsiyaga tushuvchi moddalar (kirim 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 elektr energiyalarining kirim va chiqimlariga asoslangan holda tuziladi. Iqtisodiy balans esa ayni mahsulotni ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lgan barcha xarajatlarning kirim va chiqimlariga asoslanib pul birliklarida tuziladi. Shu balans ma'lumotlari asosida mahsulotning tannarxi va demak ishlab chiqarishning rentabelligi aniqlanadi.

Texnologik sistemaning oddiv va murakkabligi tabiiyki, mahsulotning tannarxiga ta'sir etadi. Sistemada uskuna va qurilmalar miqdori ko'p bo'lsa, unday korxonani qurish uchun ko'p mablag' sarflanadi va yaroqsizlanishiga ham ko'p pul ajratiladi. Bundan tashqari korxonada ishlovchi va uskunalar 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 uzluksiz jarayonlarga almashtirishga intiladilar.

Davriy deb shunday jarayonlarga aytiladiki, bunda xomashyo uskunaga solingan bir nechta qayta ishlash bosqichlaridan o'tgandan so'ng, hosil bo'lgan mahsulotlarning barchasi uskunadan chiqarib olinadi. Bunda uskunaga xomashyo solinguncha va undan mahsulotlarni chiqarib olguncha uskuna ishlamaydi va 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 uskunaga xomashyoning tushishi va undan mahsulotning chiqarib olinishi uzoq muddatgacha to'xtovsiz davom etadi. Bunda uskuna va qurilmalarning ishlamay turadigan bo'sh vaqti bo'lmaydi, uskunaning mahsuldorligi yuqori bo'ladi. Xomashyoni ortish va mahsulotni tushirish ishlarini mexanizatsiyalash oson va barcha uskunalarni avtomatlashtirish yengil bo'ladi.

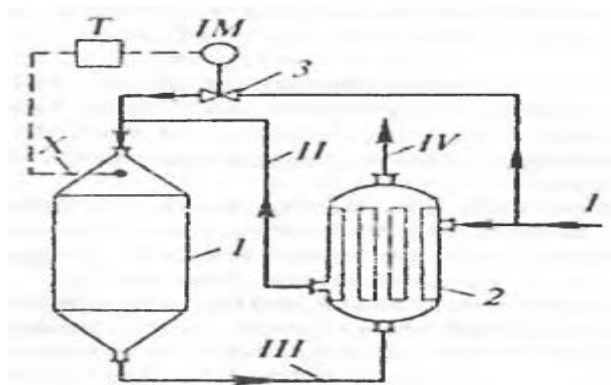
Mexanizatsiyalash bu odamning jismoniy mehnatini mashinalar mehnatiga almashtirishdir. Mexanizatsiyalash uskunalar ishini intensivlash yoki xizmat shartlarini qisqartirish hisobiga mehnat mahsuldorligini qonuniy ravishda oshiradi. Ko'pchilik kimyoviy ishlab chiqarishlarda asosiy operatsiyalar mexanizatsiyalashtirilgan. Ammo xomashyoni uskunalariga solish va mahsulotlarni undan chiqarib olish, materiallarni tashish kabi ishlarni liamma vaqt ham mexanizatsiyalashtirilgan deb bo'lmaydi.

Avtomatlashtirish shu bilan xarakterlanadiki, bunda odam ishlab chiqarish jarayonlarini bevosita boshqarish ishlaridan ozod qilinib, bu funktsiya 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 sharoitning qandaydir biror parametrini o'lchash, axborotni to'g'rilagichga (regulatorga) yuboradi, u esa qabul qilgan o'lchov qiymatlarini, o'zidagi qiymatlar bilan taqqoslab ko'radi, agar o'zidagi qiymatlardan (ilgaridan berib ko'rilgan standart qiymatlar) og'ish sodir bo'lgan bo'lsa ijrochiga buyruq beriladi, ijrochi kamchilikni tuzatadi. Kimyoviy ishlab chiqarishlarda o'lchagich asbobi moddaning haroratini, konsentratsiyasini yoki uskunaga kiruvchi va undan chiquvchi gaz (yoki suyuqlik) oqimi tezligini o'lchaydi. Ijrochi asbob esa o'sha og'ishni tuzatib tenglashtiradi.

1-rasmda reaktorning harorat sharoitini oddiy avtomatlashtirish sxemasi berilgan.



I-rasm. Reaktorlarning harorat rejimini oddiy avtomatlashtirish sxemasi.

1 — reaktor; 2 — quvursimon issiqlik almashtirgich; 3 — dastlabki suyuq gazlar aralashmasi (xomashyo); 4 — dastlabki issiq gazlar aralashmasi; 5 — ekzotermik reaksiyadan — keyingi issiq gazlar aralashmasi (mahsulot); 6 — sovigan mahsulotlar gazlar aralashmasi; Regulyator (to'g'irlagich) IM — ijrochi mexanizm; X — surma qopqoq (yonilg'i gaz, bug' o'tishini tartibga solib turuvchi klapan jo'mrak).

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

Issiq gazlar aralashmasi reaktordan chiqadi. Issiqlik almashtirgichning quvurlari ichidan o'tib, quvurlarning tashqarisidagi bo'shliq orqali kelayotgan dastlabki gazlarni kerakli haroratgacha qizdiradi. Bu gazlar qizigach reaktorga kiradi.

O'lchagich (masalan, harorat — T) reaktorga kirayotgan moddalar haroratini o'lchaydi, agar kerakli haroratdan ozgina chetlashgan bo'lsa to'g'irilagichga o'tkazgich orqali signal boradi (to'g'irilagich — oddatda elektron asbobi bo'ladi), u o'z navbatida ijrochi mexanizmga (IM) buyruq beradi. IM bu reaktor 1 ga kirayotgan sovuq gazlarni ochib yoki yopib turuvchi jo'mrak (vintel) S bo'lgan elektrik motorcha bo'lishi mumkin. Agar reaktorga kiradigan gazning harorati ozgina normadan ortiq bo'lsa, u paytda IM jo'mrakni 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'mrakni biroz bekitadi va gaz harorati normallasadi.

Murakkab kimyoviy-texnologik sistemalarni kompleks avtomatlashtirishda boshqaruvchi elektron hisoblash mashinalari qo'llaniladi. Ular turli o'lchov asboblaridan jarayonning 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.

Mehnat sharoitini yaxshilash hukumatimizning, O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi va kasaba uyushmalarining diqqat markazida bo'lgan muhim vazifalaridan biridir.

Kimyo sanoatida tarmoqlar uchun alohida qoidalar, texnika xavfsizligi normalari va har bir kimyoviy ishlab chiqarishni proektlash-qurish va eksploatatsiyalash uchun sanoat-sanitariya normalari ishlab chiqarilgan va ular amalda tatbiq etilgan.

Kimyo sanoati xodimlari zararli va zaharli gazlar, suyuqliklar, changiydigan va sochilib ketuvchi moddalar bilan hamda yuqori harorat va bosim sharoitida ishlashlariga to'g'ri keladi. Texnika xavfsizligi va mehnat muhofazasi qoidalarida va maxsus qonunlarda mehnatkashlarga xavfsiz ish sharoitlarini yaratish ko'zda tutilgan. Kimyoviy korxona binolarining ichida, korxona atrofida, atmosferada va suvda zararli kimyoviy moddalarning chegaraviy 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 hisoblanadilar. Shu boisdan bunday korxonalarda yong'inni oldini olishning hamda ehtimolda tutilgan yong'inni tez bartaraf etishning keskin chora-tadbirlari ko'rilgan bo'ladi.

Kimyo korxonalarida yong'inga qarshi texnika xavfsizligi qoidalariga rioya etish, davlat inspeksiyasi organlari hamda zavod ichki xizmati xodimlari tomonidan nazorat qilib turiladi. Korxonaning har bir xodimi, shu jumladan kimyo laboratoriyaning xodimi ham ishning umumiy qoidalarini o'zlashtirganidan keyingina, hamda mehnat xavfsizligi yo'riqnomalari olgandan so'ng ishga qo'yiladi.

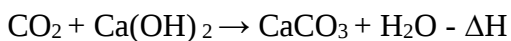
3-mavzu. Kimyoviy muvozanat. Le-Shatele prinsipi

Reja:

- 1. Texnologik jarayonlarda muvozanat**
- 2. Muvozonat konstantasi.**
- 3. Jarayonning selektivligi**

1. 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 SO_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 esa, 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 muvozanatga intiladi. Bunda to'g'ri va teskari tomonga boruvchi jarayonlarning tezligi tenglashadi, natijada o'zaro ta'sirlashuvchi sistemada komponentlar nisbati tashqi muhit o'zgarmaguncha o'zgarmaydi. Komponentlardan birining 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 konunini qo'llash mumkin. Bu qonunga binoan izosiyalangan (ajratilgan) sistemada kimyoviy muvozonatning shartlaridan biri bu entropiyaning (S) maksimum qiymatga ega bo'lishidir. Muvozonat xolatdagi 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 muvozonatda, texnologik sharoit asosiy parametrlarning ta'siri Le-Shatel'e prinsipi bilan aniklanadi. Le-Shatel'e prinsipiga muvofiq

muvozanatda bo'lgan sistemaning tashqi taassurot tufayli muvozanati buzilsa sistemani muvozanatdan chiqaruvchi taassurotni kamaytiradigan tomonga yunalgan uzgarish sodir bo'ladi. Misol tariqasida ekzotermik sintez reaksiyasiga Le-Shatel'e prinsipi qo'llanilishini ko'rib o'tamiz.

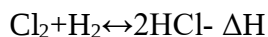


(bu asosiy model' reaksiya hisoblanadi, chunki bu reaksiya ko'pchilik ishlab chiqarish jarayonlari uchun masalan, SO_2 ni SO_3 gacha oksidlash, SO_3 ni adsorbsiyasi, NH_3 , HCl , spirtlar, Yuqori molekulyar birikmalar sintezi va boshqalar asosiy reaksiyadir).

Bu tenglama a , b va d lar A , B va D moddalarning mollar miqdori, ΔH - entalpiya o'zgarishi, ya'ni, reaksiyaning issiqlik effekti. Ko'pchilik kimyoviy texnologiya qo'llanmalarida reaksiyaning issiqlik effekti Q_p (birligi $Joul/mol$) bilan belgilangan:

$$Q_p = -\Delta H$$

Modda hajmini V bilan belgilasak u vaqtda $V_A + V_B > V_D$ bo'ladi, ya'ni, reaksiya, hajmining kamayishi bilan boradi. Olinadigan modda miqdoriga ta'sir etuvchi asosiy sharoitlar bu harorat t , bosim R va reaksiyaga kirishayotgan moddalar mahsulotlarning konsentrasiyasi C_A , C_V va C_D lar dir. Muvozonatni o'nga siljishi uchun ya'ni reaksiya mahsulotini ko'paytirish uchun Le-Shatel'e prinsipiga muvofiq haroratni va mahsulot (C_D) konsentrisiyasini kamaytirish kerak, ya'ni reaksiya mahsulotini reaksiya muxitidan chikarib olib turish, hamda bosimni va reaksiya muxitida dastlabki moddalar C_A va C_V konsentrasiyasini oshirish kerak. C_A ni oshirish, B moddani to'lik reaksiyaga kirishishiga va o'z navbatida C_V ni oshirish esa, A moddani to'lik reaksiyaga kirishishiga olib keladi. Bunday amallar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi, masalan, vodorod xloridi sintezida reaksiyaning umumiy tenglamasiga binoan:



Reaksiya mahsuloti (HCl) tarkibida xlor gazining bo'lishi, maqsadga muvofiq emas (chunki u xlorid kislotani ifloslaydi) vodorot gazining bo'lishi esa zararsiz. SHuning uchun ham sanoatda, gazlar aralashmasida vodorod miqdorini ortikcha olish yo'li bilan, toza (tarkibida Cl_2 saqlamagan) vodorod xlorid gazini olish mumkin bo'ladi. Geterogen ekzotermik jarayonlarda Le-Shatel'e prinsipini qo'llaganda masalan, gazlar aralashmasini suyuqlikka yutilishida, gazlarni suyuqlikdagi muvozonat konsentrasiyasi yoki gazlarning absorsiya muvozanat darajasi (ya'ni mahsulot unumi) haroratni pasaytirish va bosimni oshirish hamda yutilgan komponentlarning suyuqlik ustidagi parsial bosimini kamaytirish orqali oshiriladi. Parsial bosimni kamaytirish absorsiya zonasidan mahsulotni chikarib olib turish orqali amalga oshirilishi mumkin, masalan, mahsulotni kristalllab 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 konsentrisiyasini (ya'ni parsial bosimni) oshirish gazni suyuqlikdagi miqdorini oshiradi, Ammo bunda umumiy absorbsiya darajasi o'zgarmasligi mumkin.

Le-Shatel'e prinsipiga muvofik qattiq kristall moddalarning suyuqlikda erishi agar bu jarayon endotermik bo'lsa haroratning ortishi bilan ortadi, chunki kristallik panjaraning emirilishi uchun sarflanadigan energiya miqdori, odatda, molekulaning sol'vatlanish issiqligidan ko'p ya'ni, ortiq bo'ladi. Bunda bosim amalda ta'sir etmaydi, chunki hajm o'zgarishi juda kam bo'ladi.

2. 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 konunga binoan kimyoviy reaksiya tezligi ayni vaqtda reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molyar konsentrasiyalarning ko'paytmasiga to'g'ri proporsionaldir. (1864 yilda Kato Maksimilyan Gul'berg va Piter Vaagelar massalar ta'siri qonunini kashf etdilar, bu qonun muvozonatdagi sistemaning reaksiya mahsuloti va dastlabki reagentlarning nisbiy konsentrasiyalarini muvozonat konstantasi deb ataluvchi kattalik orqali ifodalaydi). (1.6) reaksiya uchun, to'g'ri reaksiya tezligi:

$$U_1 = K_1 [A]^a [B]^b$$

teskari reaksiya tezligi esa:

$$U_2 = K_2 [D]^d$$

tenglamalar bilan ifodalanadi.

Bu yerda K_1 va K_2 - to'g'ri va teskari reaksiyaning tezlik konstantalari, A, B va D - reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan moddalarning ayni paytdagi molyar konsentrasiyalari (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

$$U_1 = K_1 [A]^a [B]^b = K_2 [D]^d \quad \text{bo'ladi.}$$

Bundan

$$K = K_1/K_2 = [D]^d / [A]^a \cdot [B]^b$$

Bu yerda yulduzcha belgisi moddalar uchun muvozonat konsentrasiyalarni bildiradi. Gazlar uchun K ni reaksiyaga kirishayotgan komponentlarning parsial bosimi P bilan, komponentlar konsentrasiyasi- S va nihoyat ularning molyar qismi N bilan ifodalash mumkin. Bunda K_p, K_c va K_N lar bilan belgilanuvchi tegishli muvozonat konstantalari hosil bo'ladi. Ular bir-biri bilan quyidagi tenglamalar orqali bog'liq bo'ladi:

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

$$K_p = K_N P^{\Delta N}$$

Bu yerda P - gazlar aralashmasining umumiy bosimi, ΔN - reaksiya natijasida gazlar mollari sonining ortishi. Yuqori dagi model' reaksiya (1.6) uchun

$$\Delta N = d - (a + b) \quad \text{bo'ladi.}$$

tenglamadan texnik hisoblarda muvozonat konstantasi K ni hisoblashda foydalanilmaydi, chunki muvozonat konsentrasiyasi, odatda, ma'lum bo'ladi va u K ning kattaligiga asoslanib dastlabki ma'lum va aniq bo'lgan konsentrasiyasi bo'yicha aniqlanadi. Turli 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'lumotlar

kitoblarida tegishli jadval yoki nomogrammlar shaklida berilgan. K ni tajriba ma'lumotlariga asoslanib aniqlashda uni mahsulot unumi orqali ifodalaydilar.

Mahsulot unumi, aylanish darajasini (xom ashyoni tayyor mahsulotga aylanishi nazarda tutilmoqda) sharoitga bog'liq holda, muvozonat unumi va faktik unum bilan ifodalash mumkin. Aylanish darajasi dastlabki olingan moddaning (xom ashyoning) tayyor mahsulotga aylangan qismini dastlabki moddaning umumiy miqdoriga bo'lgan nisbati bilan ifodalanadi:

$$X = (G_x - G_a) / G_x$$

Bunda: X- aylanish darajasi, G_g -dastlabki modda (xom ashyo), G_a -hosil bo'lgan tayyor mahsulot (ya'ni oxirgi modda) tarkibidagi reaksiyaga kirishmay qolgan dastlabki modda miqdori, uning o'rniga, moddalarni dastlabki (C_g) va oxirgi (C_a) konsentrasiyasini qo'yish mumkin. Boshqa usulda aylanish darajasini mahsulot umumiy unumi sifatida hisoblaydilar:

$$X = G_f / G_M$$

Bunda: X, G_f - amalda olingan mahsulot, G_M - asosiy dastlabki moddadan olinishi mumkin bo'lgan maksimal mahsulot miqdori. X -ning (1.13) va (1.14) tenglamalarda aniqlangan qiymatlari son jixatdan tengdir. Asosiy dastlabki modda sifatida odatda, reaksiyon aralashmaning asosiy qimmatbaho komponenti hisobga olinadi, qaysi kim u stexiometrik hisobdan kam bo'ladi. Masalan, sanoatda $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ reaksiyasida asosiy reagent SO_2 xisoblanadi, kislorod esa havo tarkibida bo'lib qimmatbaho reagent hisoblanmaydi. Shuning uchun havo kislorodi bilan oksidlanish reaksiyalarida, kislorod doim ortiqcha olinadi va qimmatbaho reagent xisoblanmaydi.

Suv xam qimmatbaho 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 qimmatbaho reagent deganda absorbsiyalanuvchi moddaning barchasi tushuniladi. Kimyoviy reaksiyada qo'llash mumkin bo'lgan bunday unum, aylanish darajasi deb ataladi. Masalan o'tish jarayonida bunday unum (X) fazalararo o'tish darajasi deyiladi.

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

$$X_{i\varphi} = (G_{i\varphi} / G_i)$$

Amaldagi unum (nazariyga nisbatan olinganda) X_a jarayonining muvozonatga yaqinlanish darajasini aniqlab beradi va u ko'pincha prosentlar bilan ifodalanadi.

$$X_a = (G_{i\varphi} / G_i) \cdot 100\% = (G_a / G_i) \cdot \bar{O}_{i\varphi} \cdot 100\%$$

Jarayonning selektivligi

Jarayonning selektivligi murakkab, paralel ketma ket reaksiyalar uchun muhim ko'rsatgichdir, $A \rightarrow B \rightarrow D$ reaksiyada, asosiy olinishi kerak bo'lgan mahsulot-B, qo'shimcha (ehtimol ishlab chiqarish chiqindisi) mahsulot D-bo'lganda jarayonning selektivligi – S ni quydagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$S = X_B / (X_B + X_D)$$

$$S = G_B / G_A$$

Bu yyerda G_B - B - moddaning (mahsulotning) miqdori, G_A - A moddaning mahsulotga aylangan qismining miqdori.

Mahsulot unumi moddalar konsentrasiyasi vaqt va haroratga to'g'ri chiziqli emas, balki aksincha bog'liq bo'ladi. Shuning uchun uni, jarayonning tezligini baholashda qo'llash har doim ham qo'lay bo'lavermaydi.

Kinetikasi to'liq o'rganilmagan qator jarayonlar uchun mahsulot unumi jarayoninining to'liq borganligi va tezligining yagona o'lchamidir. Agar jarayonning kinetik tenglamasi (reaksiya tezligining asosiy formulasi) ma'lum bo'lsa, u vaqtda reaktor ishlashining intensivligini miqdoriy baholash uchun va ishlab chiqarish jarayonlarning texnologik hisobi uchun jarayonning tezlik konstantasi $-K$ dan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Geterogen jarayonlar uchun K massa uzatish koeffisienti deyiladi. Massa uzatish koeffisienti, odatda reaksiyaga kirishayotgan fazalarning haqiqiy va muvozonat konsentrasiyalari har xil bo'lganda, 0,1MPa bosimda (ya'ni 1m³ gaz yoki suyuq fazada 1kg, bosimda) 1m² yuzada bir fazadan boshqa fazaga 1soatda o'tgan moddaning kg miqdori bilan o'lchanadi. Jarayonning tezlik konstantasi reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentrasiyasi C va vaqt τ ga bog'liq emas, u faqat haroratning funksiyasidir.

**Kimyoviy muvozanat. Massalar ta'siri qonuni va uning amaliy qo'llanilishi.
Muvozanat doimiysi.**

Reja:

1. Kimyoviy muvozanat. Massalar ta'siri qonuni.
2. Massalar ta'siri qonunidan muvozanat doimiysini topish.
3. Muvozanat doimiyligini ifodalash usullari.
4. Muvozanat doimiysini mahsulotning muvozanat sharoitidagi chiqishi bilan o'zaro bog'liqligi

Har qanday termodinamik sistema katta sondagi zarralardan tashkil topgan. Uzlüksiz harakatlanuvchi va o'zaro ta'sirlanuvchi ana shu zarralar energiyasiga termodinamik sistema energiyasi deyiladi.

Sistema to'la energiyasi tashqi va ichki energiyaga ajraladi. Sistemani bir butun holda harakat energiyasi va tashqi kuch maydonidagi potentsial energiyasiga tashqi energiya deyiladi. Sistemaning qolgan bo'lak energiyalariga ichki energiya deyiladi. Masalan, N ta zarradan tashkil topgan real gaz ichki energiyasi e quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$E = \sum_{i=1}^N \frac{P_i^2}{2m} + \sum_{i \leq j \leq N} \sum U(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|) + U(\vec{r}_i) \Big|.$$

Bu erda P_i - i- zarra impuls, $|U(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|) - i - |$ va j - zarralarning o'zaro ta'sir energiyasi, $|U(\vec{r}_i) - i - |$ zarrani tutgan o'rni bilan bo'langan potentsial energiya.

Ichki energiya e sistema ichki parametri bo'lib hisoblanadi. Demak, ichki energiya sistema muvozanat holatida tashqi parametrlar λ_1 va temperatura T ga bohlik bo'ladi:

$$E = E(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_{ni}, T)$$

Termodinamikada "ish" tushunchasi muhim rol o'ynaydi, chunki sistema holati o'zgargandagina termodinamik ish bajariladi. Uraladigan sistema tashqi jism bilan o'zaro ta'sirda bo'lgandagina, sistema holati o'zgaradi va natijada ishni miqdoriy tomondan aniqlash mumkin bo'ladi. Xaqiqatan ham, sistema noldan farqli ish bajarishi uchun, u albatta tashqi jismlarni siljitishi kerak.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, termodinamik sistemani, uni o'rab olgan muhit bilan o'zaro ta'sirida energiya almashinishi yuz beradi. Bu erda energiyani sistemadan tashqi jismlarga uzatish ikkita har xil usulda bo'lishi mumkin. Sistema tashqi parametrlarining o'zgarishi bilan bohlik b'lishi va bu parametrlarning o'zgarishsiz bohlik b'lishi.

Tashqi parametrlarning o'zgarishi bilan bohlik bo'lgan energiya uzatishni birinchi usuliga ish deyiladi. Tashqi parametrlarning o'zgarishsiz, ammo yangi termodinamik parametr (entropiya)ning o'zgarishi bilan bohlik bo'lgan energiya uzatishni ikkinchi usuliga – issiqlik, energiya uzatish jarayonining bu usuliga – issiqlik almashinish deyiladi.

Tashqi parametrlarning o'zgarishi bilan sistemaga berilgan energiyaga – ish deyilib, A xarf bilan belgilanadi. Tashqi parametrlarning o'zgarishsiz sistemaga berilgan energiyaga – issiqlik miqdori deyilib, Q iarfi bilan belgilanadi.

Bajarilgan ish

$$\delta A = \sum_i t_i d\lambda_i \Big|$$

Bu erda δA - cheksiz kichik bajarilgan ish, t_i - umumlashgan kuch, λ_i -umumlashgan parametr.

Termodinamikada bajarilgan ishni ishorasi quyidagicha qabul qilingan. Agar sistema tashqi kuchlarga qarshi ish bajarsa – musbat, agar tashqi sistema ustida tashqi kuchlar ish bajarsa – manfiy yoki sistema kengayish jarayonida bajarilgan ishni ifodalovchi yuza jarayon yo'nalishini ifodalovchi egrilikdan o'ng tomonda yotsa – musbat agar chap tomonda yotsa – manfiy deb ham qabul qilingan. Bu fikrlardan shu narsa kelib chiqadiki, sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda bajarilgan kengayish yoki siqilish ishi o'tish yo'liga qarab, o'zgarib turar ekan. YA'ni, bajarilgan ishni kattaligi o'tish yo'liga bohliq bo'ladi. Bu esa bajarilgan ish jarayon funktsiyasi bo'lishini ko'rsatadi. SHuning uchun bajarilgan ish δA ko'rinishda ya'ni to'liqmas differentsial ko'rinishda yoziladi. Masalan, agar sistema kengayish ishi bajarayotgan bo'lsa $\delta A = p dv$, agar siqilish ishi bajarilayotgan bo'lsa $\delta A = -p dv$ ko'rinishda yoziladi.

Agar tashqi elektr maydon ta'siri ostida izotrop dielektrik ustida qutblash ishi bajarilayotgan bo'lsa: $\delta A = \varepsilon dP$ bo'ladi. Bu erda ε - tashqi elektr maydon kuchlanganligi, $\vec{P}$ - qutblanish vektori. Agar tashqi magnit maydon magnitik ustida magnitlash kuchi bajarilayotgan bo'lsa: $\delta A = H dM$ bo'ladi. Bu erda $\vec{H}$ - magnit maydon kuchlanganligi, $\vec{M}$ - magnitlanish vektori.

O'zaro bohlanmagan mikroskopik parametrlar to'plami sistema holatini aniqlaydi. Berilgan vaqtda sistema iolatini to'la holda aniqlovchi va sistemalarga holat funktsiyasi deyiladi.

Termodinamikaning ikkinchi dastlabki fikridan muvozanatli ichki parametrlar va temperaturaning funktsiyasi bo'lishidan sistema holatining termik va kalorik tenglamalarining mavjudligiga olib keladi, ya'ni temperaturada T va tashqi parametrlar λ_1 qandaydir muvozanatli ichki parametr b_k bilan bohlovchi tenglama olib keladi.

$$b_k = f(\lambda_1, \dots, \lambda_n, T)$$

Agar ichki parametr va ichki energiya $e(b_k=E)$ bo'lsa, u holda tenglama

$$E = E(\lambda_1, \dots, \lambda_n, T)$$

Energiya tenglamasi yoki holatning kalorik tenglamasi deyiladi. SHunday nomlanishiga sabab, bu tenglama yordamida kaloriyada ifodalanuvchi issiqlik sihimi va boshqa shunga o'xshagan kattaliklarni topish mumkin.

Agar ichki parametr va tashqi parametrga λ_i - qo'shma bo'lgan umumlashgan kuch f_i bo'lsa, u holda tenglama $f_i = f_i(\lambda_1, \dots, \lambda_n; T)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) iolatning termik tenglamasi deb yuritiladi. Bunday nom bilan yuritilishiga sabab bu tenglamalar yordamida temperaturani hisoblash mumkin.

Jolatning termik va kalorik tenglamalarining umumiy soni uning ozodlik darajalarining soniga teng bo'ladi, ya'ni sistema holatini xarakterlovchi bo'lanmagan parametrlar soniga teng bo'ladi. Agar holatning termik va kalorik tenglamalari ma'lum bo'lsa, u holda termodinamikaning boshlanishlari yordamida sistemaning hamma termodinamik xususiyatlarini aniqlash mumkin. Termodinamikaning boshlanishlariga asoslanib holat tenglamalarini chiqarish mumkin emas. Ular yoki tajribadan tiklanadi yoki statistik fizika metodi yordamida topiladi. Bu hol esa termodinamika va statistik fizikasi bir –birini to'ldirishini va ularni tamoman ajratish mumkin emasligini ko'rsatadi.

Muvozanatli sistemalarning xususiyatini o'rganishda, termodinamika eng avval, oddiy sistema deganda ikkita parametr bilan aniqlanuvchi bir fazali sistemalarga aytiladi.

Oddiy sistema holatining termik va kalorik tenglamalari mos ravishda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$f = f(\lambda_1 T)$$

$$E = E(\lambda_1 T)$$

Agar $f = p$ - bosim, $\lambda = V$ - sistema hajmi bo'lsa, u holda sistema holatining tenglamalari

$$p = p(V, T)$$

$$E = E(V, T) \quad \text{bo'ladi.}$$

Ideal gaz uchun holatning termik tenglamasi Klapayron-Mendeleev tenglamasi bo'ladi.

$PV = RT$ - bir mol gaz uchun

$$RV = VRT - \nu \left| - \frac{m}{\mu} \right| \quad \text{mol gaz uchun: } m - \text{gaz massasi, } \mu - \text{molyar massa.}$$

O'zgarmas temperaturada ideal gaz ichki energiyasini uning hajmiga bohliq emaslash to'hrisida Joul qonunidan foydalansak, ya'ni

$$\left(\frac{\partial E}{\partial V} \right) = 0$$

U holda ideal gaz ekssergiya tenglamasini olamiz.

$$dE = \left(\frac{\partial E}{\partial T} \right) dT + \left(\frac{\partial E}{\partial V} \right)_T dV = \left(\frac{\partial E}{\partial T} \right) dT, E = \int cVdT + E_0$$

Bir atomli ideal gaz uchun $e = S_V T + e_0$ bo'ladi.

Ideal real gazlar uchun empirik holda holatning 150 dan oshiq termik tenglama tiklangan:

$$\left(P + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT$$

Van-der-Vaals tenglamasi

b – molekularning xususiy hajmi.

$b = 4V_0N, \quad V_0 = \frac{4\pi}{3}Z_0^3 \left| \frac{a}{V^2} \right|$ - ichki bosim real gazlar uchun tuzatma kiritishni birinchi marta M.V.Lomonosov aytdi – (issiqlikning tabiati to'hrisida molekular – kinetik tasavvurga asoslanib).

$$P(V - b) = RTe^{-\frac{a}{RTV}}$$

– Diterichening I – tenglamasi

$$\left(P + \frac{a}{V^{5/3}} \right) (V - b) = RT$$

Diterichening II – tenglamasi

$$\left(P + \frac{a}{V^2T} \right) (V - b) = RT$$

Bertlo tenglamasi.

$$PV = RT \left(1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2} + \frac{D}{V^3} + \dots \right)$$

(1.6) – holatning verial

formadagi tenglamasi.

Bu erda $V, S, D, \dots$ – temperatura funktsiyasi bo'lib, ularga verial koeffitsientlar deb yuritiladi.

Birinchi had ideal gazga mos keladi, qaysiki molekular orasida o'zaro ta'sir yo'qdir.

Ikkinchi esa molekular orasidagi juft to'qnashishni hisobga oladi va h.k.z.

Real gazlarga molekular orasidagi o'zaro ta'sir kuch qisqa ta'sir xarakterdaligini hisobga olib, Maer va Bogolyubov turli xil metodlar yordamida holat tenglamasini quyidagicha oladi:

$$pV = RT \left(1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{B_n}{V^n} \right),$$

Bu erda virial koeffitsientlar V_n gaz zarralari orasida o'zaro ta'sir potentsial orqali ifodalanadi. Masalan, agar molekular orasidagi potentsial U faqat molekular orasidagi masofa r ning funktsiyasi bo'lsa, u holda N ta zarradan tashkil topgan gazning ikkinchi verial koeffitsienti

$$B(T) = -2\pi N \int_0^{\infty} \left(e^{-\frac{4(2)}{KT}} - 1 \right) r^2 dr.$$

$V(T)$ ni eksperimentda o'lchab, o'zaro ta'sirning potentsial funktsiyasining parametrlarini topish mumkin.

Sistema holat tenglamalarining mavjudligidan uchta termik koeffitsientlar (kengayish, siqilish, bosim elastiklik) orasida quyidagi bog'lanish borligini olish mumkin:

$$\alpha = P_0 \beta \gamma.$$

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, \beta = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T, \gamma = \frac{1}{P_0} \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

Madomiki tabiat atrof muxitida absolyut muvozanat bulmaydi, termodinamik tadkikotlarda esa doimo ochik eki epik kurinishida u eki bu jaraenlar, ya'ni ularning tezligini real, sekinlashtirilmagan ushbu xolatdagi jaraenlar bilan solishtirilgan deb taxmin kiladilar. Bunga ammiak, vodorod va azot aralashmasi klassik misol bulaoladi. Bu komponentlar orasida ammiakni sintezi (eki parchalanishi) kurilaetgan sharoitda sekinlashtirilgan deyilmasa muvozanat degan tushuncha uz ma'nosini yukotadi.

Shunga o'xshash uglerod dioksididan azot-vodorod aralashmasini komponentlari tozalash jarayoni tahlilida aralashma komponentlari bir-birlariga birikmaydilar (masalan past temperatura, katalizatorlar yo'qligi uchun) deb faraz qiladilar. SHuning uchun maksimal foydali ish (eksgergiya) konkret sharoitga bog'liqligi oldindan aytilgan bo'lishi kerak. Yuqorida keltirilgandan ko'rinib turibdiki, atrof muhit kimyoviy tarkibi faqat tabiat bo'yicha aniqlanmay, balki texnik va hatto iqtisodiy sharoitlar bilan aniqlanadi

1.6. Kimyoviy texnologik jarayonlar haqida tushuncha.

Asosiy jarayonlarning turlari

Kimyoviy texnologiyada fizikaviy va kimyoviy hodisalar birgalikda olib qaraladi. Kimyoviy – texnologik jarayon bu dastlabki xom ashyolardan olinishi ko'zlangan tayyor mahsulotni olishga imkon beradigan operatsiyalar majmuidan iborat. Kimyo va oziq- ovkat sanoatida turli – tuman texnologik jarayonlar ishlatiladi. Bunday jarayonlar ayrim belgilariga qarab bir necha sinflarga bo'linadi. Texnologiya jarayonlarini ularning harakatlantiruvchi kuchiga kura 5 sinfga bo'linadi:

1. Mexanik jarayonlar;
2. Gidromexanik jarayonlari;
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 qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Bunda harakatlantiruvchi kuch vazifasini mexanik bosim kuchi yoki markazdan qochma kuch bajaradi.

Gidromexanik jarayonlarga suyuq va gazsimon sistemalardagi harakat (aralashtirish, filtrlash, cho'ktirish) bilan bog'liq jarayonlar kiradi. Bunday jarayonlarning tezligi gidromexanika qonunlari bilan aniqlanadi. Gidromexanik 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 sharoitga bog'liq xolda issiqlik uzatish qonunlari bilan ifodalanadi, issiqlik jarayonlarining harakatlantiruvchi kuchi sifatida issiq va sovuq muhitlar urtasidagi 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 molekulyar va turbulent difuziyalar yordamida o'tadi. Shu sababli bu jarayonlar diffuzion jarayonlar ham deyiladi. Bu guruhga absorblash, adsorblash, suyuqliklarni xaydash, 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 konsenttrasiyalarning farqi bilan belgilanadi.

Kimyoviy jarayonlar modddalarning o'zaro ta'siri natijasida yangi birikmalarning hosil bo'lishidir. Kimyoviy reaksiyalarda issiqlik va modda almashinish jarayonlari ham sodir bo'ladi. Bundagi jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetika qonuniyatlari bilan ifodalanadi. Reaksiyalar tezligi, ayniqsa sanoat miqyosida moddalarning gidromexanik harakatiga,kimyoviy jarayonlarning harakatlantiruvchi kuchi esa raeksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi.

Mexanik, gidromexanik, issiqlik almashinish, modda almashinish kabi jarayonlar kimyoviy texnologik jarayonlarning elementlari bo'lib, ular «kimyoviy texnologiya jarayonlari va uskunalari» kursida, kimyoviy jarayonlar esa «kimyoviy texnologiya» kursida urganiladi.

Kimyoviy texnologiya jarayonlari (mexanik , gidromexanik, issiqlik va modda almashinish)ning asosini material oqimi o'rtasidagi modda yoki energiya almashinuvi tashkil etadi. Ushbu jarayonlarning negizi gidrodinamika va termodinamika qonunlariga asoslanadi. Jarayonlarni taxlil qilishda avval modda va energiyaning saqlanish qonunlariga asosan material va energetik oqimlarining miqdori aniqlanadi, so'ngra harakatlantiruvchi kuch topiladi.

Ishlab chiqarishda har bir jarayonning tezligini oshirishga harakat qilindi, bu o'z navbatida qurilmalarning ish unumini ko'paytiradi. Masalan gidromexanik (fil'trlash) jarayon uchun quyidagi kinetik tenglamani yozish mumkin:

$$\frac{dV}{F d\tau} = \frac{1}{R_1} \Delta P = K_1 \Delta P$$

bu yerda V - fil'trat miqdori; F - fil'tr yuzasining maydoni; τ - vaqt; R_1 – filtrning qarshiligi ; $K_1 = \frac{1}{R_1}$ - fil'trlovchi to'siqning o'tkazuvchanligi; ΔP - bosimlar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Issiqlik almashinish jarayonlari termodinamika qonunlariga asosan quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{dQ}{F d\tau} = \frac{1}{R_2} = K_2 \Delta t$$

bu yerda Q – sistemadan o'tkazilgan issiqlik miqdori; F - issiqlik almashinish yuzasi ; $K_2 = \frac{1}{R_2}$ - issiqlik o'tkazish koeffisienti; τ - vaqt; R_2 - issiqlik o'tkazishga bo'lgan qarshilik; Δt - haroratlar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Modda almashinish (diffuzion) jarayonlar uchun quyidagi kinetik tenglamani yozish mumkin :

$$\frac{dM}{F d\tau} = \frac{1}{R_3} \Delta C = K_3 \Delta C$$

bu yerda M -o'tkazilgan modda miqdori; F – modda almashinish yuzasi; R_3 - modda o'tkazishga bo'lgan qarshilik; $K_3 = \frac{1}{R_3}$ - modda o'tkazish koeffisienti; ΔC - konsentrasiyalar farqi (harakatlantiruvchi kuch).

Gidromexanik, issiqlik va modda almashinish uchun quyidagi umumiy kinetik tenglamani yozish mumkin:

$$J = K \cdot x$$

Bu tenglamada J -jarayonlarning tezligi ; x -harakatlantiruvchi kuch ; K - kinetik koeffisient.

O'rganilayotgan jarayonning turiga qarab, kinetik koeffisient har xil bo'lishi mumkin (masalan, issiqlik yoki modda almashinish koeffisienti, fil'trlovchi muhitning utkazuvchanligi). $J = K \cdot x$ tenglama ma'lum bir harakatlantiruvchi kuch ta'sirida boradigan jarayonlarga mos keladi. Agar ikki yoki undan ortiq jarayonlar bir vaqtning o'zida paralel ketsa, unda har bir jarayonning tezligi tegishli harakatlantiruvchi kuch miqdoriga bog'liq bo'ladi. Agar sistemada bir vaqtning o'zida kompleks jarayonlar (diffuziya va issiqlik

jarayonlari) sodir bo'lsa ularning ichidan asosiy jarayon ajratib olinadi. Odatda asosiy jarayonning tezligi qolgan jarayonlarning tezligiga nisbatan katta bo'ladi. Shu sababli murakkab kompleks jarayonlarning samaradorligini oshirish uchun asosiy jarayon tezlashtiriladi.

Kimyoviy texnologik jarayonlarning tavsifi. 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 molekulyar diffuziya yoki konveksiya (Konveksiya – biror moddaning issiqlik, elektr zaryadi kabilarning muhit oqimi tufayli ko'chishi – tarqalishidir) orqali amalga oshadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarni qattiq aralashtirganda konvektiv ko'chishi, girdobsimon diffuziya ham deyiladi. Ikki yoki ko'p fazali sistemalarda reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning reaksiya zonasiga kiritilishi: gazlarning absorbsiyasi yoki desorbsiyasi, bug'larning kondensasiyalanishi, qattiq moddalarni suyuqlantirish, 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 xom – ashyo bilan uning tarkibidagi begona 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 jarayonlarining analizida barcha reaksiyalar hisobga olinmaydi, balki faqatgina olinishi kerak bo'lgan asosiy mahsulotning miqdori va sifatiga katta ta'sir ko'rsatadigan reaksiyalargina hisobga olinadi.

Reaksiya zonasidan mahsulotning chiqarib olinishi ham reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning zonaga kiritilishi kabi diffuziya, konveksiya va moddalarning 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 qaysi biri sekin borsa, o'shanisi belgilaydi. Agar kimyoviy reaksiya eng sekin borsa va u umumiy tezlikni belgilasa, u vaqtda jarayon kinetik xududda kechadi. Bunday hollarda texnologlar kimyoviy reaksiyani tezlashtiradigan omillar (olingan xom ashyolarning konsentrasiyasi, harorati, katalizatorlar qo'llash va boshqalar) kuchaytiradilar. Agar jarayonning umumiy tezligini reaksiya zonasiga reagentlarning kiritilishi yoki mahsulotlarni zonadan chiqarilishi belgilasa, demak, jarayon diffuzion xududda kechadi. Diffuziya tezligini avvalo aralashtirish, harorat va konsentrasiyani oshirish hamda sistemani ko'p fazalidan bir fazaliga o'tkazish va hokazolar orqali oshiriladi. Agar texnologik jarayonni tashkil etuvchi barcha elementlarni (uchala jarayonning ham) tezligi taxminan teng bo'lsa, u vaqtda jarayon o'tish xududida boradi. Shuning uchun ham eng avval, ham diffuziyani, ham reaksiyani tezligini oshiradigan faktorlarga ta'sir ko'rsatish kerak bo'ladi, ya'ni dastlabki moddalarning konsentrasiyasini va haroratini oshirish zarur.

1.7. Texnologik jarayonlarning sinflanishi

Kimyoviy texnologiyaning barcha jarayonlari ikkita: kimyoviy va fizikaviy jarayonlarga bo'linadi. Kimyoviy reaksiyalar, kimyoviy – texnologik jarayonlarning eng muhim bosqichidir.

Kimyoviy texnologik jarayonlarni sinflashda kimyoviy reaksiyalarning oddiy, murakkab – parallel va murakkab – ketma-ketlarga bo'linishi hisobga olinadi.

Texnologik jarayonlarning sinflashda ularni optimallashtirish uchun zarur bo'lgan texnologik sharoit katta ahamiyatga egadir. Texnologik sharoit deb jarayonning tezligi, mahsulotni unumi va sifatiga ta'sir etuvchi asosiy omillar (parametrlar) yig'indisiga aytiladi. Ko'pchilik kimyoviy – texnologik jarayonlar uchun sharoitning asosiy parametrlari harorat, bosim, katalizatorlarni qo'llash va ularning aktivligi, o'zaro reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentrasiyalari, reagentlarning aralashtirish usullari, kabilar hisoblanadi. Texnologik sharoit parametrlari tegishli reaktorlarni loyixalash prinsiplarini aniqlab boradi. Texnologik sharoit parametrlarining optimal qiymati, uskunalarning eng yuqori mahsuldorligi va jarayonlarda xizmat qiluvchi kishilarning mehnat unumdorligiga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham texnologik sharoit parametrlarining qiymatlari va tavsifi, bir – biriga bog'liq bo'ladi. Parametrlardan birining o'zgarishi sharoitning boshqa parametrlarini optimal qiymatlarini o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun ham texnologik jarayonlar sharoitning barcha parametrlari bo'yicha kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida aniq sinflarga bo'lish murakkab va maqsadga muvofiq emasdir. Jarayonning tezligi va reaktorlarning tuzilishiga reagentlarning aralashtirish darajasi va usuli kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'z navbatida reaksiyaga kirishuvchi massani aralashtirish usuli va darajasi moddalarning agregat holatiga bog'liq bo'ladi. Qayta ishlanadigan moddalarning agregat holatlari ularni texnologik qayta ishlash usullarini hamda uskunalarni loyixalash va yasash prinsiplarini aniqlab beradi. Shuning uchun ham kimyoviy texnologiyaning umumiy qonuniyatlarini o'rganishda jarayonlar va unga mos holda reaktorlarni avvalo reaksiyaga kirishuvchi moddalarning agregat holatiga qarab bo'lish qabul qilingan. Shu sababli, barcha o'zaro ta'sirlashuvchi 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 kondensasiyalanadi yoki absorbsiyalanadi.

Geterogen sistema ikki yoki undan ortiq fazali bo'ladi. Ishlab chiqarish amaliyotida quyidagi sistemalar ko'p uchraydi. $G - S$, $G - Q$, $S - Q$. Bir muncha ishlab chiqarish jarayonlari, ko'p fazali geterogen sistemalarda 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 harakterga ega bo'ladi, va fazalar sirt chegarasida boradi va u odatda jarayonning umumiy tezligini belgilaydi. Geterogen reaksiyalar jumladan suyuq va qattiq moddalarning yonishida (oksidlanganda), metall va minerallarning kislota va ishqorlarda eriganida sodir bo'ladi.

Kimyoviy jarayonlar katalitik va nokatalitik, texnologik sharoit parametrlarining ahamiyatiga qarab, jarayonlar past va yuqori haroratli, vakuumda, normal va yuqori bosimda boruvchi, dastlabki moddalari yuqori va past konsentrasiyali va boshqalarga bo'linadi. Ammo, bunday ayrim kimyoviy ishlab chiqarishlar bo'yicha ba'zi qo'llanmalarda qo'llanilganidek batafsil sinflanish, kimyoviy texnologiyaning umumiy kursi uchun murakkab va ortiqchadir.

Tegishli uskunalar va ularda amalga oshiriladigan jarayonlar vaqt birligida jarayonning borish harakteriga qarab davriy va uzluksiz jarayonlarga bo'linadi. Uzluksiz ishlovchi reaktorlar oqimli reaktorlar deyiladi, chunki ular orqali har doim reaksiyaga kirishuvchi massa oqim bilan oqib o'tib turadi.

Gidrodinamik sharoit reaksiyaga kirishayotgan komponentlarni reaksiya mahsulotlari bilan birgalikda aralashtirishni ikki turga ajratadi: 1) to'liq aralashtirish, 2) ideal siqib chiqarish. To'liq aralashtirish bu shunday sharoitki, unda girdob shu qadar kuchli bo'ladiki, reagentlar konsentrasiyasi oqimli reaktorlarda (oqimli reaktorda reagentlar reaktorning bir tomonidan kirib ikkinchi tomonidan chiqib ketadi) uskunaning butun hajmida, ya'ni, xom ashyo kiritiladigan joydan, to mahsulotlar aralashmasining chiqarib olinadigan qismigacha, hamma joyida bir xil bo'ladi. (3-rasmda ikkinchi egri chiziq).

2-rasm. To'liq aralashtirgichga yaqinlashganda (2 chi chiziq) vato'liq aralashtirilmaganda (1-egri chiziq) yoki ideal siqib chiqarish jarayonida vaqt o'tishi bilan dastlabki modda konsentratsiyasining o'zgarishi (Cd – dastlabki modda konsentratsiyasi; Cb – boshlang'ich va Cox – oxirgi konsentratsiya)

Ideal siqib chiqarish, dastlabki modda bilan hosil bo'lgan mahsulotlar bir-biri bilan aralashmaydigan hollarda kuzatiladi. Bunday reaktorlarda konsentrasiya reagentlar oqimi yo'nalishiga tomon bir me'yorda o'zgaradi (3-rasmda birinchi egri chiziq). To'liq aralashtirish sharoitida reaksiya hajmida konsentrasiyaning bunday o'zgarishi kuzatilmaydi. Sanoat oqimli reaktorlarida, to'liq aralashtirish uskunalariga qaraganda aralashtirish darajasi har doim kam, ideal siqib chiqarish uskunasiga nisbatan esa ko'p bo'ladi.

Harorat sharoitiga qarab oqimli reaktorlar va unda kechayotgan jarayonlarni izotermik, adiabatik va politermikka bo'linadi. Izotermik reaktorlarda harorat, butun reaksiya hajmida doimiy bo'ladi. Ideal izotermik sharoit, etarli darajada kuchli aralashtiradigan, to'liq aralashtirish sharoitiga yaqinlashgan reaktorlarda bo'lishi mumkin. Kichik issiqlik effekti bilan boradigan reaksiyalar (masalan, izomerlanish reaksiyalari) yoki reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrasiyasi kichik bo'lganda (masalan, gazlarni zararli aralashmalardan tozalash jarayonida) jarayonlar izotermikka yaqinlashadi.

Adiabatik reaktorlarda issiqlik tashqaridan ichkariga ham kirmaydi va ichkaridan tashqariga ham chiqmaydi, reaksiyaning barcha issiqligi, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning oqimi bilan akkumulyasiyalanadi (to'planadi). Ideal – adiabatik sharoit faqat tashqi muhitdan to'liq izolyasiyalangan 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 uskunaga hisoblangan holda (ya'ni uskunaning proektiga mos holda) issiqlik berish bilan kompensasiyalanadi. Natijada harorat reaksiya hajmini uzunligi (yoki balandligi) bo'yicha turli xilda o'zgaradi va harorat sharoiti ham grafikda turli egri chiziqlarda ifodalanadi, uning ko'rinishi taxminan hisobga (dasturga) mos holda bo'ladi va texnologik sharoit parametrlarini o'zgartirish orqali to'g'rilanadi. Sanoat reaktorlari ko'pincha politermik harorat sharoitiga ega, ba'zan izotermik yoki adiabatik sharoitga yaqinlanadi.

Moddalarning kimyoviy o'zgarishlari u yoki bu darajada issiqlik jarayonlari bilan boradi. Issiqlik effektiga 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 konstruksiyasini belgilab – aniqlab beradi.

Geterogen sistemalarda to'g'ri oqimli, qarama – qarshi oqimli, chorraha (bir-birini kesib o'tuvchi) oqimli jarayonlarni ajratadilar. Bunday sinflash reaktorning balandligi (uzunligi) bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi o'zgarishining harakterini aniqlash uchun zarur hisoblanadi. SHunday qilib, hatto kimyoviy texnologiyaning umumiy kursida qabul qilingan jarayonlarning qisqa, soddalashtirilgan sinflanishi 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 ob'ektlar – muvozanat va kimyoviy texnologik jarayonlarning tezligidir. Jarayonning tezligi va muvozanatni boshqaruvchi qonuniyatlar gomogen va geterogen jarayonlarda keskin farq qiladi.

4.9. Texnologik jarayonlarning tezligi

Olinishi kerak bo'lgan tayyor mahsulotga nisbattan texnologik jarayonning tezligi bu to'g'ri, teskari va qo'shimcha reaksiyalarning natijaviy tezliklari hamda dastlabki moddalarning reaksiya zonasiga va tayyor mahsulotning reaksiya zonasidan diffuziyanishidir. Yuqorida ko'rib o'tgan qonuniyat faqatgina olinishi mumkin bo'lgan maksimal nazariy mahsulot unumini aniqlash imkonini beradi ammo ishlab chiqarish nazariy unumga odatda dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kamayib borishi bilan reaksiyaning umumiy tezligi sekinlashuvi sababli $U = \bar{U}_1 - \bar{U}_2$ bo'lganligi uchun erishib bo'lmaydi. Qaytmas jarayonlarda esa ya'ni $U = 0$ bo'lganda, dastlabki reagentlardan biri to'liq sarflanib bo'lgach, reaksiya tezligi 0 ga intiladi ($U \rightarrow 0$). Qaytar reaksiyalarda esa muvozonatga erishilganda ya'ni $U = \bar{U}_1 - \bar{U}_2$ bo'lganda reaksiya tezligi ($U \rightarrow 0$) bo'ladi. Massalar ta'siri qonuniga binoan ajratilgan izoyasiyalangan sistemalarning (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 (3- 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 ordinta o'qining katta qismini tashkil etadi. Ma'lum- τ vaqtdan keyin esa faqatgina U_1 qismigina tashkil etadi xolos. Qaytmas jarayonlarda reaksiya tezligi

muvozonatga yaqinlashganda yoki dastlabki olingan moddalar konsentrasiyasi kamayganda nol'ga intiladi. Bunday sust tezlikda ishlab chiqarish jarayonini olib borish maqsadga muvofiq emasdir, shuning uchun ham uni muvozonatgacha olib borilmaydi. 3-rasmdagi egri chiziqlar vaqti vaqti bilan ya'ni davriy ishlovchi (izolyasiyalangan sitemalarni) yoki ideal siqib chiqarish uskunasi sharoitiga yaqin bo'lgan oqimiy uskunalarda boruvchi har qanday fazalar aro massa o'tkazishda va kimyoviy reaksiyalar uchun vaqtga nisbattan jarayonning tezligini (kinetikasini) ifodalaydi.

Jarayon tezligining asosiy formulasi. Texnologik jarayonning olnishi kerak bo'lgan tayyor mahsulotning miqdori yoki konsentrasiyasining vaqt o'tishi bilan ortib borishi yoki dastlabki moddalardan birining miqdorini kamayishi bilan harakterlash mumkin (20 -rasm). Bunda modda miqdori massa yoki hajm birligida, konsenrasiya esa massa ulushlarida yoki prosentlarda, hajm birligida, mol' yoki parsial bosimda, massa birliklarida ifodalanadi. Ko'pchilik hollarda tezlikni matematik ifodalash uchun vaqt birligida tayyor mahsulotga aylanish darajasi (mahsulot unumi) ishlatiladi. Agar vaqt birligida (ya'ni, ma'lum vaqt o'tishi bilan) tayyor mahsulot yoki uning konsentrasiyasi to'g'ri chizikli uzgarsa (to'liq aralashtirish sharoitida bu holat kuzatiladi) u vaqtda τ_1 dan τ_2 gacha o'tgan vaqt oralig'ida tayyor mahsulot miqdori va uning konsentrasiyasi G_1 dan G_2 gacha va C_1 dan C_2 gacha tegishlicha ortadi. U paytda jarayon tezligi quyidagicha yoziladi.

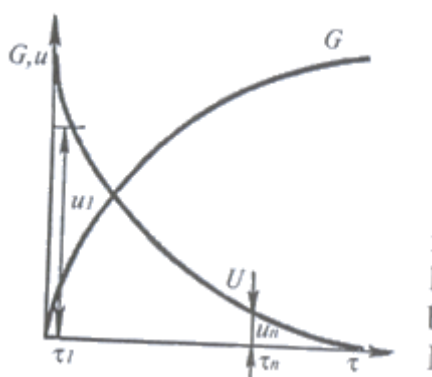
$$U_G = G_2 - G_1 / \tau_2 - \tau_1 = \Delta G / \Delta \tau \quad \text{yoki} \quad U_C = C_2 - C_1 / \tau_2 - \tau_1 = \Delta C / \Delta \tau \quad (1.18)$$

Vaqt ulchovi $\tau = 0$ dan, mahsulot miqdori $G = 0$ dan, mahsulot konsentrasiyasi $C_1 = 0$ dan boshlansa, u paytda:

$$U_G = G / \tau; v_C = C / \tau; v_X = X / \tau; \quad (1.19)$$

Ideal siqib chiqarish va chala aralashtirish vaqt birligida mahsulot miqdorining G va konsentrasiyaning S o'zgarishi to'g'ri chizikli bo'lmay balki kamayib borish, tartibida bo'ladi (3-rasm) va bunda jarayon tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$U_G = dG / d\tau \quad \text{va} \quad U_C = dC / d\tau \quad (1.20)$$



3-rasm. Massalar ta'siri qonuni bo'yicha qaytmas jarayon kinetikasi.

(p, t=const)

Jarayon tezligi tayyor mahsulotga aylanish darajasi bo'yicha aniqlanishi xam mumkin:

$$U = dX / d\tau \quad (1.21)$$

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

1. Gomogen va geterogen jarayonlar to'qnashuv yuzasining (F) kattaligi no'malum bo'lganda, massalar ta'siri qonuniga binoan

$$U = K \cdot V \cdot \Delta C \quad (1.22)$$

2. Geterogen jarayonlar uchun (ya'ni F qiymati ma'lum bo'lganda moddalarning fazalar o'tishida) jarayonning tezligi, issiqlik o'tishida qullaniladigan N'yuton tenglamasiga o'xshash tenglama bilan ifodalanadi:

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

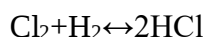
bu tenglamada K -jarayonning tezlik konstantasi, ΔC -jarayonning harakatlantiruvchi kuch, F - geterogen sistemalarda reaksiyaga kirishuvchi fazalarning bir-biriga tegib turuvchi yuzasi, V - reaksiya hajm.

Jarayon tezligining konstantasi yoki koeffisienti murakkab kattalik hisoblanadi. Ular nafaqat reaksiyaga kirishayotgan moddalarning kimyoviy xossalriga, balki ularning fizikaviy tavsifi, uskuna tuzilishi, jarayon olib boriladigan gidrodinamik sharoitlari (oqim tezliklari, aralashtirish darajasi), reaksiyaga kirishuvchi moddalar va reaksiya mahsulotining diffuziyanishiga bog'liq bo'ladi. K -ning qiymati odatda eksperiment yo'l bilan aniqlanadi. Bir qancha jarayonlar uchun esa turli sharoitlarda K -ning kattaliklari jadval ko'rinishida turli qullanmalarda berilgan.

Jarayonning harakatlantiruvchi kuchi. Gomogen reaksiyalar uchun massalar ta'siri qonuniga binoan ayni paytda reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasilarining ko'paytmasi sifatida aniqlanadi. Model reaksiya (1.6) uchun, agar u qaytmas bo'lsa yoki muvozonat xolatidan ancha uzoqda borsa:

$$U = K \cdot C_A^a \cdot C_B^b \quad (1.24)$$

bo'ladi, bu yerda C_A va C_B – joriy (reaksiya borayotgan paytdagi) konsentrasiya masalan, HCl sintezi reaksiyasida



to'g'ri reaksiya tezligini quyidagi formula bo'yicha ifodalash mumkin.

$$U = K \cdot \Delta C = K \cdot C(\text{Cl}_2) \cdot C(\text{H}_2) \quad (1.25)$$

Bunda $C(\text{Cl}_2)$, $C(\text{H}_2)$, Cl_2 va H_2 larning gazlar aralashmasidagi joriy konsentrasiyasi va qaytar reaksiyalar uchun:

$$\Delta C = (C_A - C_A^*)^a \cdot (C_B - C_B^*)^b \quad (1.26)$$

Bunda, C_A^* va C_B^* muvozonat konsentrasiya bo'lib (1.10) tenglama asosida hisoblab chiqariladi. Agar muvozonat konsentrasiyasini hisoblash qiyin bo'lsa, u paytda model reaksiyasining umumiy tezligini quydagi tenglamadan foydalanib aniqlash mumkin:

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

Bu yerda C_A , C_B , C_D lar haqiqiy joriy konsentrasiyalar, K_1 , K_2 lar- to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezlik konstantalari, ΔC_1 va ΔC_2 lar - to'g'ri va teskari reaksiyalarning harakatlantiruvchi kuchi (1.22) va (1.25)- kinetik tenglamalarda harakatlantiruvchi kuchni

komponentlarning parsial bosimi -P orqali ifodalash mumkin. Masalan (1.6) model' reaksiya uchun $v = K_1 \Delta P = K_1 P_A^a \cdot P_B^b$ xisoblash uchun harakatlantiruvchi kuch reaksiyaga kirishayotgan moddalarning boshlang'ich konsentrasiyasi va ularni boshqa moddaga aylanish darajasi orqali ifodalanadi. Massa uzatish uchun vaqtning ayni paytida harakatlantiruvchi kuch- ΔC quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta C = C - C^* \quad (1.28)$$

Bu yerda C -uzatuvchi faza komponentlarining xaqiqiy konsentrasiyasi C^* -uzatuvchi fazada muvozanat konsentrasiya (masalan eritmaga yutilayotgan komponentning eritma ustidagi parsial bosimi) ΔC aniqlash uchun formulaning ko'rinishi aralashtirish darajasiga bog'liq bo'ladi. To'liq aralashtirish bo'lsa ΔC doimiy bo'lib oxirigacha bir xil bo'ladi ya'ni (1.22) (1.23) formulalar bo'yicha hisoblanganda o'rtacha qiymat qo'yiladi ya'ni $\Delta C_{\bar{y}pm} = \Delta C_{ax}$. Ideal siqib chiqarish va qisman aralashtirishda ΔC logarifmik egri chizig'i bo'yicha o'zgaradi va (1.22) (1.23) lardan foydalangan holda quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta C_{\bar{y}pm} = \frac{\Delta C_b - \Delta C_{ax}}{2,3 \lg \frac{\Delta C_b}{\Delta C_{ax}}} \quad (1.29)$$

bu yerda: ΔC_b va ΔC_{ax} lar boshlang'ich (reaktorga kirishdagi) va oxirgi (reaktordan chiqishdagi) harakatlantiruvchi kuch. Reaksiyaga kirishadigan moddalarning bir-biriga tegib turgan sirtini geterogen sistemalarda gidrodinamik jarayonlar bilan aniqlanadi va kuchli aralashtirilganda G-K va S-K sistemalarda gaz va suyuqlik bilan yuvilib turadigan 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 kiyin. Shuning uchun hisoblashda (1.28) formulaga uskunadagi barcha tokchalarning maydon kesimi suyuqlik bilan yuviladigan nasadkalar yuzasi va boshqa shu kabilarga son jixatdan teng bo'lgan shartli kattaliklar qo'yiladi. Bu jarayonning tezlik konstantasi ham shartli kattalik bo'ladi.

Agar o'zaro tasir etuvchi fazalarning bir-birisiga tegib turuvchi yuzalarini aniqlash qiyin bo'lsa xisoblashni reaksiya hajm V biriligidagi o'tkaziladi ya'ni geterogen jarayonlarni hisoblash uchun:

$$U = dG/d\tau = K \cdot V \cdot \Delta C \quad (1.30)$$

formuladan foydalaniladi.

Bunda U -jarayon tezligi (vaqt birligida mahsulot miqdori ortib borgandagi jarayon tezligi), dG -vaqt birligidagi mahsulot unumi, $d\tau$ -vaqt birligi (oz vaqt davri), K - jarayonning tezlik konstantasi, ΔC - jarayonning harakatlantiruvchi kuchi, V -reaksiya hajm kattaligi.

Shunday qilib, jarayon tezligini aniqlovchi kattaliklar K , V , F lar o'zaro ta'sir etuvchi moddalarning konsentrasiyasiga bog'liq emas va shuning uchun ham turli doimiy sharoitlarda butun jarayon davomida o'zgarmay qolishi mumkin.

Jarayon tezligini oshirish va shunga mos holda aparatning maxsuldorligini oshirish-texnologiyaning asosiy vazifalaridan biridir. Jarayonning tezlik tenglamalarini (1.22) (1.23) analiz qilib ΔS , K va F kattaliklarni aniqlovchi usullarni topiladi.

Jarayonning harakatlantiruvchi kuchini ΔC oshirishga (1.24) – (1.28) tenglamalardan ma'lumki dastlabki moddalar konsentrasiyasini ko'paytirish yo'li orqali erishilishi mumkin. Bunga xom ashyoni boyitish orqali erishiladi. Gaz fazada sintez jarayoni va gaz komponentlarining sorbsiyalanishi jarayonlari uchun bosimni oshirish xuddi konsentrasiyani oshirgandek ta'sir etadi. Chunki bosim ortganda gaz konsentrasiyasi 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 (qaysiki bularda 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 qobiqlarni qayta taqsimlanishiga (qayta ko'rilishiga), kristallarni deformayiyalanishiga, fazoviy muvozanatni siljitishga olib keladi. Masalan, metall suyuqlanmasida erigan uglerod (grafit) o'ta yuqori bosimda (10 ming MP gacha bosimda) va yuqori haroratda (2400⁰C gacha) sanoatda sun'iy olmosga aylantiriladi.

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

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

demak C^* ni ortishiga olib keluvchi haroratni oshirish foydalidir.

Reaksiya zonasidan mahsulotni kondensasiyalash, gaz muhitidan sorbsiyalash yoki suyuqlikdan kristall shaklida cho'ktirib olish yo'li bilan chiqarib olish va shu kabilar muvozanat konsentrassiyasini C^* kamayishiga va jarayonning harakatlantiruvchi kuchini ortishiga olib keladi. Amaliyotda jarayonning tezlik konstantasiga ta'sir etishini hisobga olgan, harakatlantiruvchi kuchni oshiradigan barcha faktorlarni kompleks qo'llashga intilinadi.

Jarayonning tezlik konstantasini qiymatini oshirishga o'zaro reaksiyaga kirishayotgan moddalarning haroratini oshirish, aralashtirishni kuchaytirish, katalizator qo'llash orqali erishish mumkin. Umuman olganda jarayonning tezlik konstantasi to'g'ri K_1 va teskari K_2 reaksiyalar konstantalari va qo'shimcha K_k reaksiyalar hamda dastlabki moddalarning diffuziyalanish koeffisientlari $D_1 \cdot D_1^1$ va reaksiya mahsulotlari $D_2 \cdot D_2^1$ ga bog'liq bo'ladi.

$$K = f(K_1, K_2, K_k, \dots, D_1 D_2 \dots D_1^1 D_2^1) \quad (I.32).$$

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

Kinetik hududda boruvchi ko'pchilik jarayonlar uchun reaksiyaning tezlik konstantasi qiymatiga haroratning ta'siri quyida berilgan Arrenius tenglamasidan foydalanib topiladi:

$$K = K_0 \cdot e^{\frac{-E}{RT}} \quad (I.33)$$

Hisoblashda bu formulani logorifmli shaklidan foydalaniladi:

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

Bu formulada – K_1, K_2 – tegishli absolyut harorat T_1 va T_2 lardagi reaksiyaning tezlik konstantalari qiymati, e – natural logarifmning asosi E – reaksiyaga kirishayotgan moddalarning aktivlanish energiyasi j/mol', R-gaz doimiysi (8.3 j/mol' grad). (1.34) tenglamadan foydalanib agar E , K_1 va T_1 larning qiymatlari ma'lum bo'lsa, K_2 ni qiymatini har qanday haroratda ham aniqlash mumkin va so'ngra reaksiya tezligining harorat koefitsienti β ni hisoblab chiqarish ham mumkin.

$$\beta = \frac{K_T + 10}{K_T} \quad (1.35)$$

Vant- Goff qoidasiga binoan, odatda harorat koefitsienti 2-4 ga teng, ya'ni harorat har 10^0C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2-4 marta ortadi.

Ammo bu qoida taxminiy bo'lib, o'rtacha harorat xududda ($10-400^0\text{C}$) aktivlanish energiyasi 60 - 120 kJ/mol' bo'lsa qo'llash mumkin bo'lgan qoidalar gazlar uchun, diffuzion hududda haroratning ta'siri kinetik hududga nisbatan kichik bo'lganligi uchun:

$$D_r = B \cdot \frac{T^\alpha}{P} \quad (1.36).$$

bu yerda, D_r - gazning diffuziyanish tezlik koefitsienti, V-gazlarning diffuziyanish koefitsienti, R –gazning umumiy bosimi, α esa odatda 1,5-2,0 chegarasida o'zgaradi.

Suyuqliklar uchun esa:

$$D = B^1 \cdot \frac{T}{\mu} \quad (I.37)$$

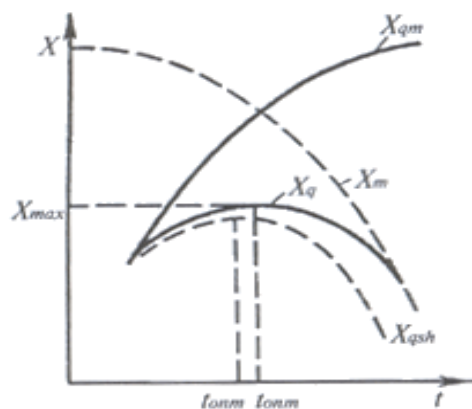
bu yerda B^1 - diffuziyanuvchi moddaning molekulyar massasiga bog'liq bo'lgan doimiy va μ - erituvchi qovushqoqligining dinamik koefitsienti.

Suyuqliklarda qovushqoqlik yuqori bo'lganligi uchun diffuziyanish gazlarga nisbatan ancha sekin boradi. Eritmalarda diffuziyanish koefitsienti gazlarga nisbatan $10^4 - 10^5$ marta kichik bo'lib, $10^{-4} - 10^{-5} \text{sm}^2/\text{s}$ ga teng (gazlarning diffuziyanish koefitsienti $0,1 - 1 \text{sm}^2/\text{s}$ ga teng).

(I.33 - I.36) tenglamalarga ko'ra haroratning ortishi bilan to'g'ri jarayonning tezligi tuxtovsiz oshib borishi kerak. Ammo ishlab chiqarish amaliyotida haroratning ortishi bilan jarayonning intensivlashuvini chegaralovchi ya'ni unga to'sqinlik qiluvchi sabablar ko'p.

Birinchidan qaytar ekzotermik jarayonlar uchun muvozanat sharoiti tufayli haroratni oshirish chegaralanadi (ya'ni ma'lum ^0C gacha bo'lishi mumkin yanada oshirish teskari reaksiyani tezlatib yuborishi mumkin, 4-rasm).

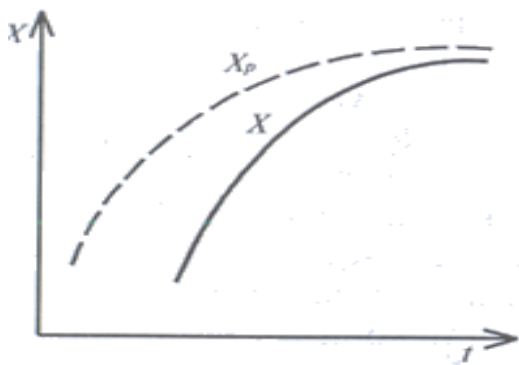
Yuqori haroratda muvozanat konstantasi qiymati kamayadi va unga mos holda mahsulot unumi X_p ham kamayadi va harorat ma'lum daraja ko'tarilganda jarayonning kinetikasi uning termodinamikasiga qarshi bo'ladi va K_2 ni o'sishi K_1 dan ortiq bo'ladi. Jarayonning ayni sharoiti uchun optimal harorat T_{opt} muxim rol



4-rasm. Ekzotermik jarayonlar uchun mahsulot unumining haroratga bog'liqligi ($\tau, p, c = \text{const}$)
 X_m – mahsulotning muvozanat unumi;
 X_{qm} – qaytmas jarayonlar uchun mahsulot unumi; X_q – qaytar jarayonlar uchun mahsulot unumi; X_{qsh} – qo'shimcha reaksiyalar bo'lgandagi unum

o'ynaydi, ya'ni optimal haroratgina eng yuqori tezlikka va maksimal mahsulot unumiga $X_{\max}$ erishiladi. Masalan SO_2 ning oksidlanish egri chizigi, metanol va yuqori spirtlar sintezi, ammiak sintezi va boshqalar xuddi shunday ko'rinishga ega. Masalan metanol va yuqori spirtlar sintezini olib qaraylik. Unda haroratning ortishi qo'shimcha reaksiyalar tezligini oshiradi shuning uchun ham mahsulot unumi kamayadi.

Endotermik jarayonlar uchun (masalan, metanni suv bug'i bilan konversiyasida) yuqori harorat qaytar ekzotermikka nisbatan ijobiy ta'sir etadi, chunki haroratning ortishi bilan K va K_x lar qiymati ortadi. Ammo haroratni cheksiz oshirib borish ham maqsadga muvofiq emas, chunki X ma'lum bir haroratda so'nib (pasayib) boruvchi egri chiziq bo'yicha o'zgaradi (5-rasm).



5-rasm. Endotermik qaytar reaksiyalar uchun mahsulot unumining haroratga bog'liqligi ($\tau, p, c = \text{const}$)

Ko'pchilik ishlab chiqarishlarda haroratni oshirish reaksiyaga kirishayotgan moddalarning reaksiya zonasidan chiqib ketishga olib keladi. Masalan, suyuq reaksiyon aralashmalardan ularning desorbsiyalanib ketishi yoki qattiq reagenlar yuzasi kamayishi sababli (donador shakldagi qattiq aglomeratlar reagenlar suyuqlanib bir-biriga yopishib qolishi tufayli) ularning ta'sir yuzasi kamayadi. Ko'pgina jarayonlarda qayta ishlanadigan moddalarning yoki apparatlarining issiqqa chidamliligi u qadar katta bo'lmaydi ma'lum darajada bo'ladi. Shunday qilib, haroratni cheksiz oshirish jarayonining tezlik konstantasini

ko'paytirish va harakatlantiruvchi kuchini oshirish uchun zarur. Jarayonning optimal harorati reagenlar tabiatiga va konsentratsiyasiga, dastlabki moddalarning reaksiya mahsulotiga aylanish darajasiga, bosimga, reaksiyaga kirishayotgan fazalarning o'zaro ta'sirotda bo'luvchi sirtiga, ularning aralashtirish intensivligiga va nixoyat ko'pchilik jarayonlar uchun qo'llaniladigan katalizatorning aktivligiga bog'liq bo'ladi.

Katalizatorni qo'llash juda foydali bo'lib u jarayonning harakatlantiruvchi kuchini o'zgartirmay reaksiyaning tezlik konstantasini keskin oshiradi. Ammo katalizatorni issiqlikka chidamliligi yuqori bo'lmasligi va kontakt zaharlari bilan zaharlanib o'z ta'sir kuchini yo'qotishi ularni qo'llash doirasini chegaralab qo'yadi. Ular diffuzion jarayonlarni tezlashtirmaydi shuning uchun ham fakat kinetik xudud uchungina samaradorlidir.

Aralashtirishni, birinchi navbatda sekin molekulyar diffuziyani tez boruvchi girdobsimon diffuziyaga aylantirish maksadida diffuzion xududda boruvchi getegoren jarayonlarni tezlashtirish uchun qo'llash maksadga muvofiqdir.

Ammo shuni unutmaslik kerakki, to'xtovsiz ta'sir etuvchi oqimli apparatlarda aralashtirishni kuchaytirish reaksiyaga kirishayotgan moddalarning o'rtacha konsentratsiyasini ya'ni jarayonning harakatlantiruvchi kuchini kamaytiradi.

Getegoren sistemalarda fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini ko'paytirish ham texnologik jarayonlar tezligini oshirishning keng tarqalgan usulidir. Geterogen sistemalarning turiga qarab (G-S, G-Q, S-Q, S-S, Q-Q) fazalarning o'zaro ta'sir yuzasini har xil usullar bilan ko'paytirish mumkin va bu usullar asosan apparat tipi va konstruksiyasini aniqlaydi.

Har qanday sistemalarda ham buning uchun birinchi navbatda- qattiq va suyuq (G-Q, S-Q sistemalarda), ya'ni og'ir fazalarning yuzasi ko'paytiriladi. Qattiq fazalarning sirtini xom ashyoni maydalab yoki qattiq jism bulaklarining govaklilikini oshirish yo'li bilan ko'paytirish mumkin. Govaklikni oshirganda ichki yuza kengaytiriladi va u tashqi yuzadan yuzlab marta katta bo'lishi mumkin.

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

1.10. Kimyoviy reaktorlar va ishlab chiqarishning 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 uskunaga aytiladi.

Reaktorgacha o'rnatilgan barcha uskunalar xom ashyoni qayta ishlashga tayyorlash uchun mo'ljallangan, reaktordan keyingi uskunalar esa hosil bo'lgan tayyor mahsulotni ajratib olish uchun xizmat qiladi. Tipik reaktorlarga: sanoat pechlari, kontakt aparatlari, mexanik va pnevmatik oqimli aralashtiriladigan reaktorlar, pishirish qozonlari, gidratatorlar sintez kolonnalari, asboblari va boshqalar misol bo'la oladi.

Barcha texnologik jarayonlarning samaradorligi reaktorni to'g'ri tanlay bilish va uning takomillashganlik darajasiga bog'liq bo'ladi.

Sanoat reaktoriga bo'lgan asosiy talablar kimyoviy ishlab chiqarishning tavsifiga bog'liq bo'lib, quyidagilardan iborat:

1. Yuqori maxsuldorlik va intensivlikni ta'minlashi;
2. Ekzotermik reaksiya issiqligidan va endotermik jarayonlarni borishi uchun tashkaridan beriladigan issiqliklardan to'liqroq foydalanish imkoniyatini berishi;

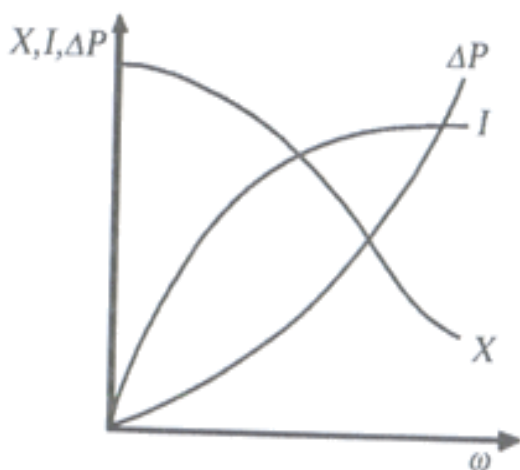
3. Reagentlarni aralashtirish va bir joydan boshqa joyga kuchirish, tashish kabilar uchun sarflanadigan energiyadan rasional foydalanib sarfiyotni kamaytirishni ta'minlash;

4. Tuzilishi juda oddiy, oson boshqariladigan va xavfsiz, shu bilan bir katorida arzon materiallardan (kora metallar, silikatli materiallar, arzon plastmassalar va xokazolar) yasalgan bo'lishi;

5. Imkoni boricha to'liqroq mexanizasiyalashgan bo'lishi va jarayonlarni boshqarishni avtomatlashtirishni ta'minlashni;

6. Sharoitning asosiy parametrlari (C , T , P) katta qiymatlarda o'zgarganda ham reaktor barqaror ishlab turadigan bo'lishi kerak.

Bu ko'rsatilgan talablar ko'pincha bir-biriga teskari ya'ni qarama-qarshi harakterga ega. **6-rasmda** gazning tezligini oshirish reaktor ishining intensivligini kamaytirishi (X - egri chizig'iga qarang) yaqqol ko'rinib turibdi.



6-rasm. Apparatdagi gaz tezligi w ortganda reaktorda (mahsulotga) aylanish darajasining, ish intensivligining J va gidravlik qarshilikning ΔP o'zgarishi

Shu bilan bir qatorda dastlabki moddalarning tayyor mahsulotga aylanish darajasi ham kamayadi va uskunada bosimning o'zgarishi (gidravlik qarshilik) ortadi ya'ni gazni tashish uchun (reaktordan intensiv o'tkazish uchun) sarflanadigan energiya miqdori ham ortadi. Demak, umumiy maxsuldorlikni istagancha emas, ammo

ma'lum bir chegaragacha oshirish mumkin. Ushbu qarama-qarshilikni boshqa misolda ham ko'rish mumkin. Masalan, issiqlikdan foydalanishni yaxshilash, issiq almashtirish qurilmalarini murakkablashuviga olib keladi bu xolat esa reaktorni tan narxini oshirib yuboradi. SHuning uchun ham Yuqori da aytilgan talablarni xisobga olgan xolda, chuqur kompleks iktisodiy xisob-kitoblar qilingandan keyingina reaktor turi tanlanadi.

Kimyoviy reaktorlarning sinflanishi. Kimyoviy reaktorlarning sinflanishi asosan kimyoviy texnologik jarayonlarning yuqorida ko'rsatilgan sinflanishiga asoslangan.

Ko'pincha kimyoviy reaktorlarni harorat sharoitiga, aralashtirish darajasiga qarab sinflarga bo'linadi. Bundan tashqari reaktorlar xuddi kimyoviy jarayonlar singari past va yuqori haroratli, qo'llaniladigan bosimga qarab - yuqori, o'rtacha, normal va past (vakuumda ishlovchi) bosimda ishlovchi uskunalariga bo'linadi. Reaktorlar yana reagentlarning fazaviy xolatiga qarab gomogen va geterogen jarayonlarni amalga oshiradigan uskunalariga, ishning davomiyligiga qarab davriy ishlovchi va uzluksiz ishlovchi uskunalariga bo'linadi.

Harorat sharoitiga qarab kimyoviy reaktorlar va unda boruvchi jarayonlar adiabatik, izotermik va politermikka bo'linadi.

Adiabatik reaktorlarda reagenlar oqimi tinch xolda borganda (aralashtirilmasa) uni o'rab turgan atrof muhit bilan issiqlik almashinuv jarayoni bormaydi. Ya'ni issiqlik

reaktordan reaktor devori orqali yoki issitgichlar orqali tashqariga chiqmaydi va tashqaridan ichkariga ham kirmaydi yaxshi izolyasiyalangan (ajratilgan) bo'ladi. Reaksiyaning barcha issiqligi reaksiyaga kiruvchi moddalar oqimida (reaksion aralashmada) to'planadi (akkumulyasiyalanadi).

Reaktor balandligining hoxlagan nuqtasiga harorat sharoiti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

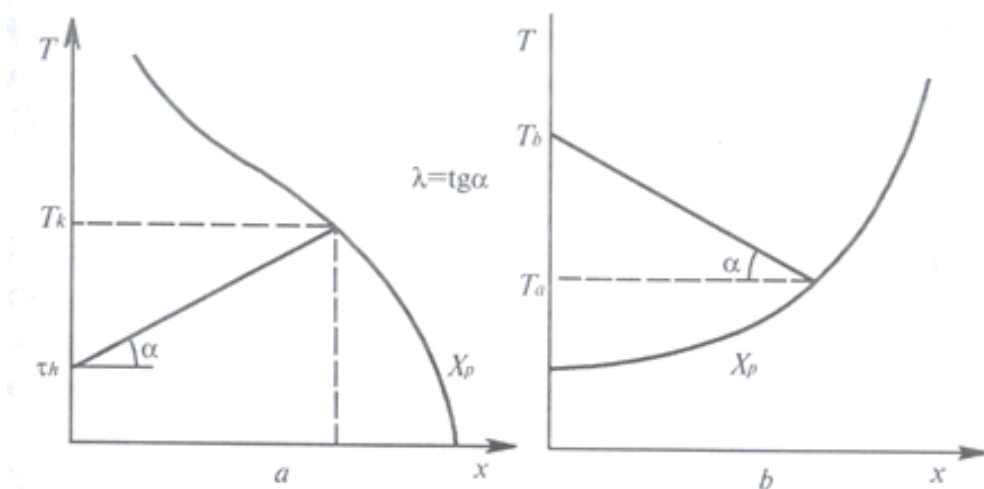
$$t_a = t_b \pm \frac{Q^1 P}{GC} \cdot X \quad (1.38)$$

Bunda t_a , t_b – sistemaning oxirgi va boshlang'ich harorati, $Q^1 P$ geterogen jarayonlarda, asosiy komponentlar bir fazadan boshqa fazaga to'liq o'tganda reaksiyaning (jarayonning) issiqlik effekti, G -reaksion aralashmaning massasi, C esa $t_b - t_a$ harorat oralig'ida aralashmaning o'rtacha issiqlik sig'imi, X -aylanish (dastlabki moddaning tayyor mahsulotga aylanish) darajasi.

Bu formula to'g'ri chiziq tenglama bo'lib unga λ doimiysi kiritilsa ($\frac{Q^1 P}{GC} = \lambda$) u xolda yuqori dagi tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$t_a = t_b \pm \lambda \cdot X \quad (1.39).$$

Tenglamadagi “+” belgisi ekzotermik, “-” belgisi endotermik jarayonning borishiga ta'luqlidir. λ ning qiymatini haroratni X -mahsulot unumiga bog'liq to'g'ri chiziqdan og'ish burchagi tangensi sifatida aniqlash mumkin (7-rasm).



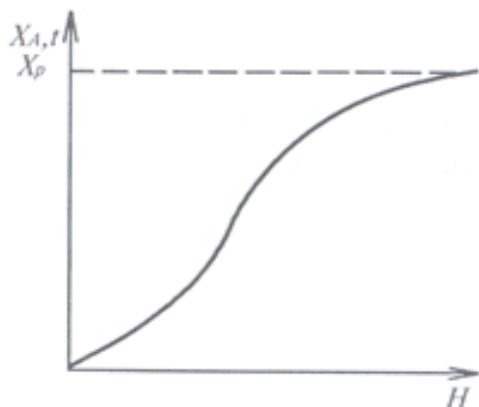
7-rasm. Ideal siqib chiqarish adiabatik reaktorlarida mahsulotga aylanish darajasining ortishi bilan haroratning o'zgarishi.

a-ekzotermik b – endotermik jarayon.

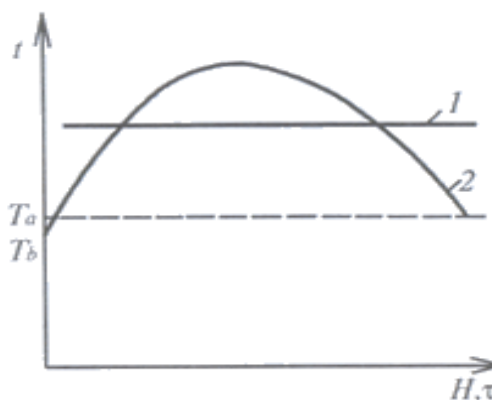
Vaqt (τ) bo'yicha reagentning kelishi (reaksiya tezligi) adiabatik reaktorlarda uskunaning balandligiga (N) ($\tau = H/W$), aylanish darajasiga va haroratiga proporsional bo'lib, murakkab egri chiziqlarda o'zgaradi. W -esa reagenlarning to'g'ri chiziqli ko'rinishidagi tezligini bildiradi (8-rasm).

Bunda haroratning past bo'lganligidan reaksiya tezligi ham kichik bo'ladi bu xolat 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 nuqtalarida bir xil o'zgarmas haroratga ega bo'ladi, ya'ni **9-rasmdagi** I egri chiziqqa asosan bunday reaktorlarning butun reaksiyon hajmida vaqt birligida $t_a = t_{ypm}$ bo'ladi. (t_{ypm} - o'rtacha harorat).



8-rasm. Adiabatik reaktorlarning H bo'yicha mahsulotga aylanish darajasining x va haroratning o'zgarishi



9-rasm. Izotermik va politermik reaktorlarning temperatura tavsifi. 1 – izotermik rejim; 2 – ekzotermik jarayonlarda politermik rejim.

yaratadi.

Izotermik sharoit, uskunasiidagi reagentlarni qattiq aralashtirish hamda muallaq turuvchi qatlam (qaynovchi yoki ko'pik qatlam) hosil qilish yo'li bilan yaratiladi.

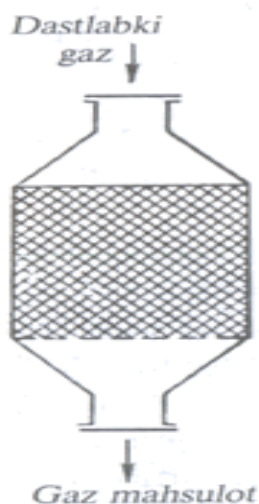
Dastlabki moddalarning reaksiyon bo'shliqqa tushishi bilan darxol, ekzotermik reaktorlarda harorat ortadi, endotermik reaktorlarda esa pasayadi. Bunday hollarda endotermik effektni, issiqlik berish, ekzotermik jarayonlarni esa undan issiqlikni olish (chiqarish) yo'li bilan qoplash orqali izotermik sharoitga yaqinlashtirish mumkin. Bunda reaktor balandligining butun hajmida issiqlik berish va olish intensivligi 8-rasmdagi egri chiziq bo'yicha o'zgaradi. Ekzotermik sharoit ko'pincha, dastlabki moddalarning konsentratsiyasi kam bo'lganda, masalan, gazlarni chuqur tozalashda, hamda kichik issiqlik effektiga ega bo'lgan reaksiyalarda amalda qo'llaniladi.

Politermik reaktor deb, reaksiya issiqligi jarayondan issiqlikning olinishi yoki berilishi bilan yoki asosiy jarayon issiqlik effektiga teskari ishorali bo'lgan qo'shimcha jarayonning issiqlik effekti bilan bilan qisman koplanadigan reaktorlarga aytiladi. Politermik reaktorlarga, reaksiyon aralashmani aralashtirish darajasi kam bo'lgan va reaksiyon hajm ichida issiqlik almashtirgichlari kam bo'lgan uskunalar misol bo'ladi, masalan, quvirsimon kontakt uskunasi, bunday uskunalarda ekzotermik jarayonlarni amalga oshirilganda harorat uskunaning balandligi N bo'yicha 2-chi tavsifdagi egri chiziq hosil qilib o'zgaradi.

Reaksiyaga kirishayotgan massaning gidrodinamik sharoiti bo'yicha (reagentlarning aralashtirish darajasi bo'yicha) uzluksiz ishlovchi (oqimli) reaktorlar ikki turga bo'linadi: ideal siqib chiqarish va to'liq (ideal) aralashtirish reaktorlari.

Ideal siqib chiqarish reaktorlarining tavsiflovchi tomoni shundaki, reagentlar oxistalik bilan, aralashtirilib, ya'ni tinch oqim bilan uskunaning butun uzun bo'yidan o'tadi.

Shaxta tipidagi ideal siqib chiqarish reaktorining ishlash prinsipi (10- rasmda berilgan).



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

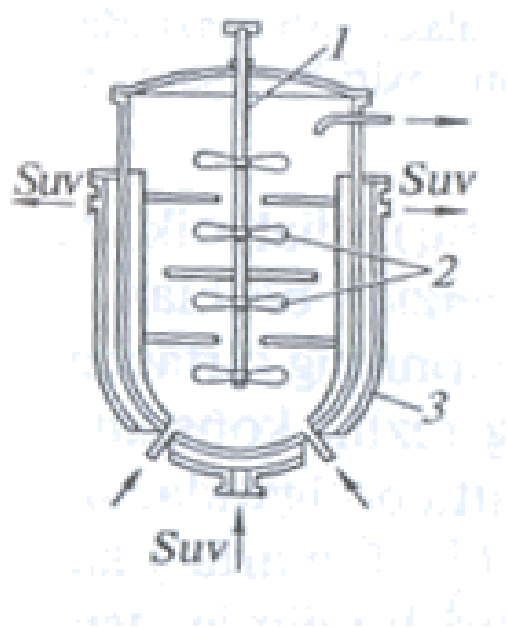
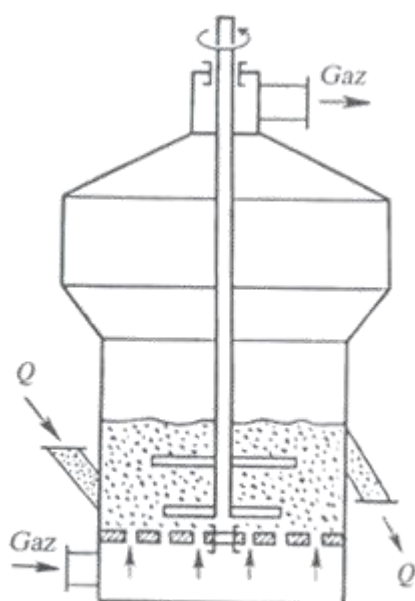
Bu uskuna ichi bo'sh, uzun quvursimon bo'lib, ichida chambara o'rnatilgan, ularning ustida qattiq donador modda to'lg'azilgan bo'ladi. Odatda qattiq moddaning balandagi uskuna diametridan katta bo'ladi. Qattiq modda qavatidan gaz o'tib u bilan reaksiyaga kirishadi. Bunday reaktorlarda dastlabki moddalarning konsentrasiyasi uskuna balandligiga tomon logorifmik egri chiziq bo'yicha kamayib boradi. Ko'pchilik katalitik reaktorlar: gazogeneratorlar, oxak va boshqa moddalarni kuydirish pechlari, domnalar va boshqalar shunday prinsipda ishlaydi. Ekzotermik jarayonlarda reaktorning harorat sharoiti adiabatik bo'ladi. Nasadkali minoralarning ishlash prinsipi ham suyuqliklarga gazlarni suyuqliklardan desorbsiyalanishda yuqori dagiga yaqin bo'ladi.

Ideal siqib chiqarish quvursimon uskunasi politermik sharoitda ishlaydi. Bunday uskunalar 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 uskunaga 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 xolda aralashadi) uskuna balandligi va ko'ndalang kesimiga tomon to'g'ri chiziqli harakat tezligiga nisbatan, bir necha marta kattadir. Bunday uskunalarda reaktorning butun hajmida barcha moddalarning konsentrasiya va boshqa moddaga aylanish darajasi, reaksiya tezligi, harorati va boshqa parametrlari bir xil va oxirgi xolatiga teng bo'ladi.

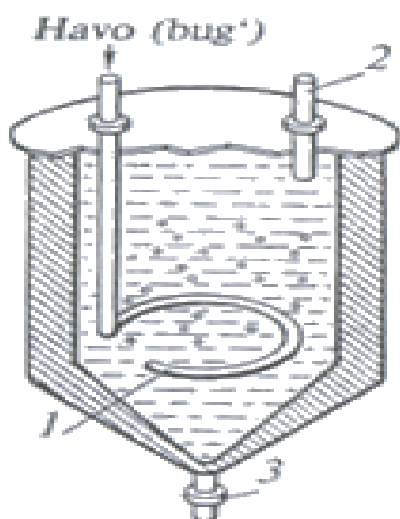
Ichida aralashtirgichi bo'lgan qaynovchi qavatli katalitik reaktorlarda (**11-rasm**) gaz va mayda zarrachali katalizator, varrakli aralashtirgichning ta'siri bilan birgalikda, qaynovchi qavatning girdobli harakati tufayli intensiv aralashadi.

Suyuq fazada aralashtiruvchi qurilmasi bo'lgan reaktorlarda, to'liq aralashtirish sharoitiga yetarli darajada yaqinlashishga erishiladi (12-13 rasmlarga qarang). Qattiq moddalarni suyuqliklarda suspenziyasini hosil qiluvchi reaktorlarda (14- rasm) ham yuqoridagidek natijaga erishish mumkin. Bunday reaktorlar ishlab chiqarishning ko'pgina tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Masalan, kimyoviy, neft'-kimyoviy, oziq-ovqat sanoatlarida, hamda rangli metallar, qurilish materiallar va boshqalarni ishlab chiqarishda aralashtirish va siqib chiqarish reaktorlarning harorat sharoitlari taqqoslangan.

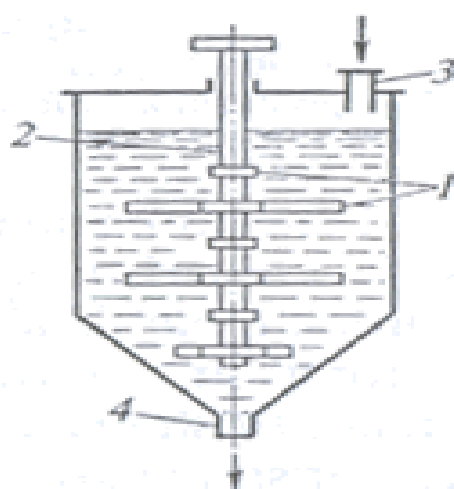


11-rasm. Izotermik rejimli to'liq aralashtiruvchi reaktor-aralashtirgichli qaynovchi qavatli katalitik apparat. ko'ylagi(g'ilofi)

12-rasm. Parrakli aralashtirgichi bo'lgan reaktor 1-o'q(val); 2-aralashtirgich; 3-suv

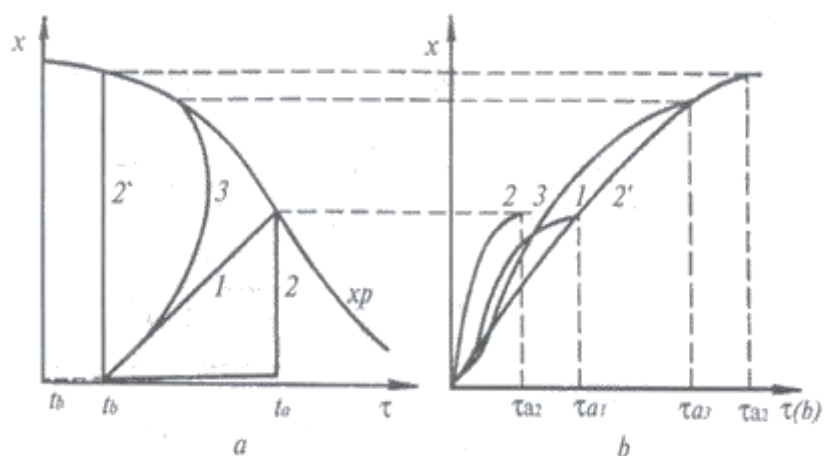


13-rasm. Pnevmatik aralashtiruvchi reaktor barbater; 2-havo chiqaradigan va suyuqlik solinadign teshigi



14-rasm.Varrakli aralashtirgichi bo'lgan 1-reaktor 1-varragi; 2- o'q (val); 3- dastlabki modda solinadigan joyi; 4-mahsulot chiqariladigan joyi.

15b-rasmda esa turli turdagi reaktorlarda dastlabki moddalarning tayyor mahsulotga aylanish darajasining vaqtga bog'liqligi ko'rsatilgan.

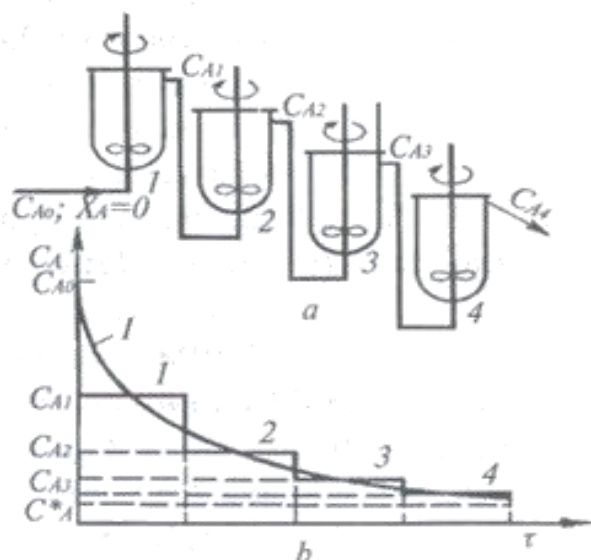


15-rasm Adiabatik va politermik siqib chiqarish reaktorlarining tartiblarini izotermik to'liq aralashtirish reaktori tartiblari bilan taqqoslash (a)/ turli reaktor tiplarida dastlabki moddaning mahsulotga aylanish darajasining vaqtga bog'liqligi (b). 1 – siqib chiqarish adiabatik reaktori; 2 – izotermik aralashtirish reaktori; 3 – politermik siqib chiqarish reaktori. Reaksiya vaqtining oxiri b rasmda $\tau_a, \tau_{a2}, \tau_{a3}$ lar bilan belgilangan.

Izotermik aralashtirish reaktorlarida (2-chiziq) adiabatik ideal siqib chiqarish reaktorlariga qaraganda (1-chiziq) boshlang'ich harorat t_b har ikkalasida ham bir xil bo'ladi, jarayonning o'rtacha harorati ancha yuqori bo'ladi. Demak, S. Arrhenius tenglamasi (1.28) yoki (1.29) tenglamaga muvofiq reaksiyaning tezlik konstantasi haroratning ortishi bilan eksponentsial ortib borsada (ko'paytma shaklida) 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 sharoitiga yaqin bo'lgan sanoat reaktorlarida to'plangan sovutish manba'alari bo'lmasligi sababli (odatda siqib chiqarish reaktorlarida ayniqsa devorida sovo'tish manba'lari tuplangan bo'ladi) tezlik konstantasi qo'shimcha ravishda ortadi. Bundan tashqari aralashtirganda diffuzion qarshilikni yuqotganligi sababli ham tezlik konstantasi anchagina ortadi. Natijada aralashtirish reaktorida talab qilingan tayyor mahsulotga aylanish darajasiga erishish uchun, kerak bo'ladigan reaksiya vaqti τ , siqib chiqarish sharoitida ishlovchi reaktorga nisbatan kam bo'lishi mumkin (15 (b)- rasm).

Ammo aralashtirish reaktorlarida reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi oxirgi xolatga C_g teng, ya'ni minimal bo'ladi (C_g - dastlabki konsentratsiya). Demak, tayyor mahsulotga aylanish darajasi Yuqori bo'lgan bitta reaktorda reaksiyaning harakatlantiruvchi kuchi ΔC siqib chiqarish reaktoriga nisbatan ko'p marta kichik bo'lishi mumkin. Shuning uchun bitta katta reaktor o'rniga odatda bir necha ketma-ket reaktorlar o'rnatiladi (16a- rasm), yoki bir korpusga bir necha pog'onalar (tokchalar) o'rnatiladi.

16-rasm. Ketma-ket ulangan to'liq aralashtirish reaktorlari. a-ketma-ket ulanish sxemasi; b- dastlabki asosiy modda konsentra-tsiyasining o'zgarishi;



Bunda har bir reaktorda dastlabki moddalarning konsentratsiyasini o'zgarishi va tayyor mahsulotga aylanish darajasi unchalik katta bo'lmaydi (16b-rasm), ammo, tayyor mahsulotga aylanish darajasi jami (ketma-ket ulangan reaktorlarning hammasini birgalikda, qo'shib hisoblaganda) 1-4 siniq chiziqlarda ko'rsatilganidek siqib chiqarish sharoitidagidan

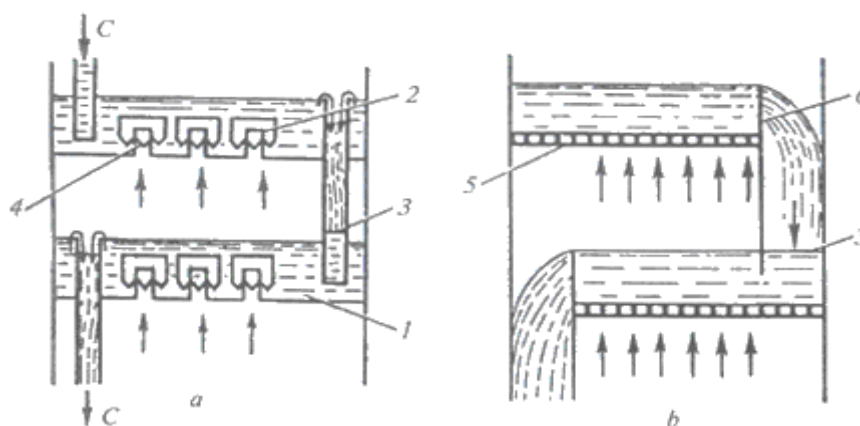
(1-egri chiziq) kam bo'lmaydi. Chunki ketma-ket ulangan reaktorlarda reaksiya aralashmalarining tarkibi bir reaktorda ikkinchisiga o'tgan sayin o'zgarib boradi (16a- rasm).

Agar bitta aralashtirish reaktorining o'zida tayyor mahsulotga aylanish darajasini maksimumga ko'tarish zaruriyati tug'ulsa u paytda jarayon t_b da (15 rasm 2¹-chizigi) yoki 2 va 2¹ chiziqlari oralig'idagi qandaydir izotermada o'tkaziladi, ammo bunda vaqt t^1 ortadi va reaktor hajmi V katta bo'ladi.

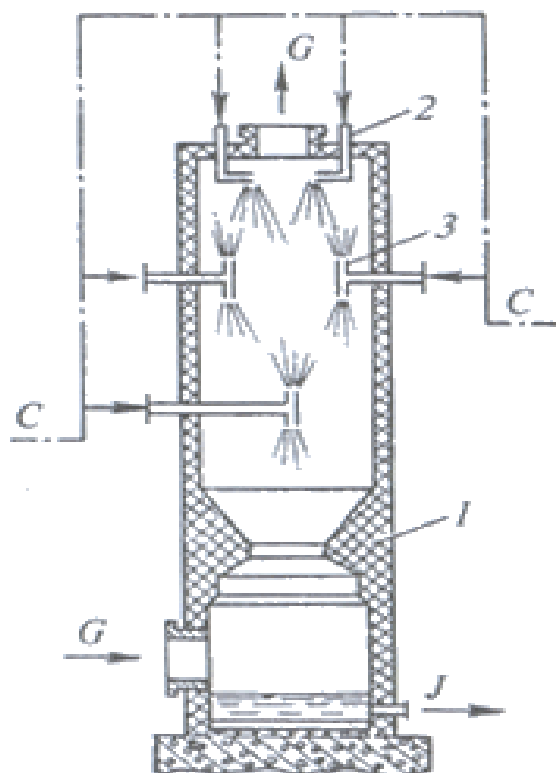
Politermik sharoitda ishllovchi siqib chiqarish reaktorlarning issiq almashtirgichlari uskuna ichida bo'lib (kurilishi ancha murakkab) u tayyor mahsulotga aylanish darajasini oshirish imkoniyatini yaratadi, (3- chiziq) ammo baribir izotermadagidan past (15 rasm 2¹-chizig'i) bo'ladi.

Aralashtirish reaktorlarida reaksiyaga kirishuvchi massani aralashtirish uchun qo'shimcha energiya sarflanadi, shuning uchun ham ular ΔC ning kamayishidan ko'ra K ning ortishi katta bo'lgandagina iqtisodiy nuqtai 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 sharoitida ishlaydi, real ya'ni amalda ishlatiladigan reaktorlar to'liq aralashtirish va ideal siqib chiqarish reaktorlarining o'rtasidagi oraliq bir xolatni egallaydi. Bunga misol qilib: barbotajli (qattiq aralashtiruvchi) uskunalar (17-rasm), suyuqlikni sachratuvchi uskunalar (18- rasm) turli xildagi pechlar, (57,46- rasmlar) katalitik reaktorlarni (30-rasm) ko'rsatish mumkin.



17-rasm. Barbotajli 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;



18-rasm.
Suyuqlikni sachratuvchi
minora.
1-minora korpusi'
2- suyuqlikni bir tomonga
sachratuvchi sachratgich.

Ushbu reaktorlarning turlari ideal siqib chiqarishning murakkab matematik va kinetik modellash, hamda diffuzion modellash (jarayonning tezligiga diffuzion tormozlanishning ta'sirini hisobga oluvchi modellash usuli) tenglamalariga asoslanib hisoblanadi.

Turli kimyoviy – texnologik jarayonlarga ta'sir etuvchi har xil faktorlarni tavsiflab tushuntirib beruvchi matematik tenglamalarni chiqarish va ulardan hisoblashlarda hamda jarayonlarni va reaktorlarni optimallashtirishda (eng maqbul yoki eng yaxshi natija beradigan xolatga keltirish) foydalanishga matematik modellash deyiladi. Ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish uchun nafaqat reaktorlarni balki barcha kimyoviy – texnologik sistemalarni hisoblash va modellash zarur.

Kimyoviy – texnologik sistema (KTS). Xom ashyoni (dastlabki materiallarni) qayta ishlab tayyor mahsulotga aylantirish uchun fizikoviy va kimyoviy jarayonlar amalga oshiriladigan, o'zaro ta'sirotda ya'ni bir-birisiga bog'liq bo'lgan uskunalarning birgalikdagi yig'indisiga KTS deb ataladi.

Bu bo'limgacha kimyoviy texnologik aylanishlar amalga oshadigan aloxida uskunalar va jarayonlarni ko'rib o'tdik va ularni intensivlash yo'llari ko'rsatib o'tildi. Amaliyotda real kimyoviy ishlab chiqarishlar, xom ashyoni qayta ishlab iste'mol mahsulotlariga va ishlab chiqarish vositalariga aylantirishga mo'ljallangan, bir-biri bilan o'zaro uzviy bog'liq bo'lgan birqancha texnologik uskunalarni umumiyliги ya'ni birgaligidan iborat bo'ladi. Bu murakkab kompleks bo'lib, ko'pchilik xollarda uskunalar ishining optimal parametrlari bir-biri bilan mos kelmaydi. Masalan, sul'fat 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 sharoitda) 700° C haroratda olib boriladi.
2. Kuyindi gazlarni tozalash 30°C haroratda nasadkali minoralarda (ideal siqib chiqarishga yaqin sharoitda) va elektrofil'rlarda amalga oshiriladi.

3. Oltinugur (IV) oksidini, (VI) oksidgacha oksidlash 440-600°C haroratda kontakt uskunalarida (masalan, tokchali kontakt uskunasi, yani uni uyali model' deb qarash mumkin) olib boriladi.

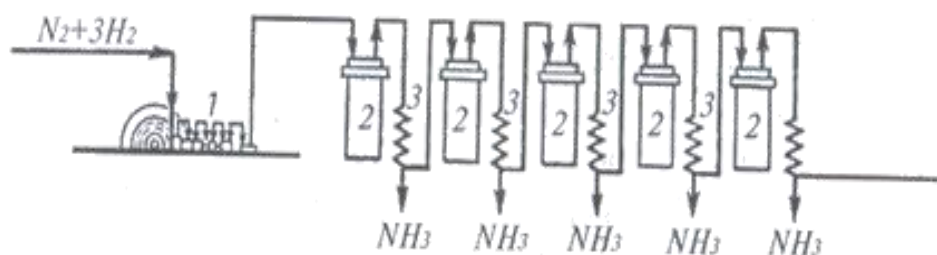
4. SO_3 ni absorbsiyalashda 50°C haroratda nasadkali minoralarda amalga oshiriladi.

Demak, butun bir ishlab chiqarish korxonasining optimal faoliyat ko'rsatishi faqat bitta yoki ikkita uskunaning optimal ishlashi bilangina tavsiflanmaydi. Shuning uchun ham texnologik jarayonning ayrim elementlarini tekshirish bilangina cheklanib qolmay, shu bilan bir qatorda kimyoviy texnologik sistemani yaxlit (butunligicha) tekshirish zarur.

KTS tarkibiga kiruvchi jarayonlar va ularga taalluqli uskunalarni tartib bilan birin-ketin harakterlab berishga, texnologik sxema deyiladi.

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

Ochiq zanjirli sxemadagi uskunalardan reaksiyaga kirishayotgan barcha komponentlar yoki o'zaro ta'sirotda bo'lgan fazalardan biri faqat bir marta o'tadi. Agar bitta uskunaning tayyor mahsulotga aylantirish darajasi kichik bo'lsa, u vaqtda bir necha bir xil tuzilishga ega bo'lgan uskunalar ketma-ket ishga tushiriladi, masalan, reaktorlar batareyasini kursatish mumkin (19-rasmda KTS ochiq zanjirli sxemasi gaz fazali jarayonda kursatilgan.)



19-rasm. To'g'ri oqimli sistemada apparatlarning ochiq zanjirli qurilmasida ammiak sintezi. 1.yuqori bosimli compressor; 2.katalizatorli ammiak sintez minorasi; 3-sovutgich,ammiak kondensatori.

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

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

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

Qurama texnologik sistema ham qo'llaniladi. Bunda reaksiyaga kirishayotgan fazalarda biri navbat bilan uskunalaridan bir marta o'tadi, boshqalari esa sistemaning ba'zi uskunolari orqali sirkulyasiyalanadi ya'ni qayta-qayta o'tkaziladi. Sanoat ishlab chiqarishi taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri siklik KTS ni ishlab chiqishdir, qaysikim, bu sistema ochiq zanjirli sistemaga nisbatan ancha ixcham, chunki u kam kapital mablag' talab qiladi va chiqindisiz ishlab chiqarishga yaqinlashishga imkon beradi. Ammo, asosiy dastlabki moddalarning konsentrasiyasi kam bo'lganda iqtisodiy nuqtai nazardan ochiq zanjirli sistema afzal hisoblanadi.

II – BOB. Katalitik jarayonlar

2.1. Katalitik jarayonlarning tavsifi

Kataliz kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirishning eng samarali va rasional vositasidir. Kataliz hodisasini birinchi bo'lib, arab alximigi Abu Musa Jarib 702 yilda sul'fat kislotashtirishda spirt dan efir olish misolida kuzatdi. XVIII asr oxirlari va XIX asr boshlarida kimyo fanida kataliz hodisasini sistemali o'rganila boshlandi. Kataliz so'zi grekcha "katalysis" so'zidan olingan bo'lib, "buzish" ma'nosini anglatadi. Katalizator so'zini 1835 yilda Berselius fanga kiritdi.

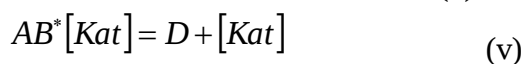
Katalizator ta'sirida kimyoviy reaksiya tezligining o'zgarishi hodisasiga kataliz deyiladi. Katalizatorlarni sanoatda qo'llash kun sayin ortib bormoqda. So'nggi yillarda o'zlashtirilgan yangi ishlab chiqarishlarning 90% dan ko'prog'ida katalizatorlar qo'llaniladi. Katalitik reaksiyalar kimyo va termodinamikaning umumiy qonuniyatlariga bo'ysunadi, ammo katalizatorlarning ta'siri kimyoviy jarayonlarni amalga oshirishni ancha osonlashtiradi. Katalizatorlar reaksiya tezligini minglab, hatto millionlab marta oshiradi reaksiyalarni nisbatan past haroratda borishini ta'minlaydi. Demak ular iqtisodiy jihatdan ham foydalidir. Ko'pgina ishlab chiqarish jarayonlarini katalizator tufayligina amalga oshirish mumkin bo'ldi.

Kataliz muhim anorganik mahsulotlar: vodorod, ammiak, sul'fat va nitrat kislotalarini ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Katalizdan ayniqsa organik moddalar ishlab chiqarish texnologiyasida keng foydalaniladi. 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, uglevodorodlarni alkallash va boshqalar. Tirik tabiatda amalga oshadigan kataliz prinsiplaridan foydalanish bir qator ishlab chiqarish tarmoqlarini rasional qayta qurish va oziq-ovqat resurslarini kengaytirish imkonini bergan bo'lar edi.

2.2. Kataliz turlari va uning mohiyati

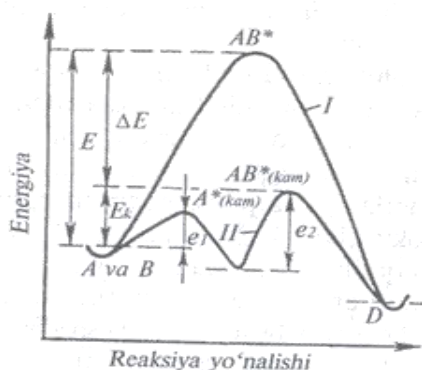
Reaksiya tezligini o'zgartiradigan, lekin o'zi reaksiya natijasida kimyoviy jihatdan o'zgarmaydigan moddalar katalizator deyiladi. Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar oraliq aktiv kompleks hosil qilish orqali boradi. Reaksiyaning kinetik xossalari: tezligi, yo'nalishi va unga har xil tashqi sharoitning ta'siri, aktiv kompleksning tarkibi, tuzilishi, xossalari bog'liq bo'ladi. Katalizatorlar reagentlar bilan ko'p marta kimyoviy ta'sirlashib o'z massasidan minglab, millionlab marta katta massali mahsulot hosil qiladi. Ular reaksiyaning oraliq bosqichlarida ishtirok etib, elementar bosqichlar sonini va xarakterini o'zgartirishi mumkin. Masalan, $A + B = D + \dots \dots$ bimolekulyar reaksiya uchun reaksiya sistemasi energetik tasvirini ko'rib o'taylik. Katalizatorsiz reaksiya AB^* aktiv kompleks hosil bo'lishi bilan boradi.

Katalizatorlar ishtirokida esa reaksiya boshqa yo'l bilan, bir necha elementar bosqich orqali boradi:



20-rasmda reaksiyaga kirishuvchi sistemasi katalizatorsiz va katalizator ishtirokida energiyasining o'zgarishi ko'rsatilgan.

20-rasm. Katalitik va nokatalitik reaksiyalarda reaksiyaga kirishuvchi sistema energiyasining o'zgarishi.



Bunda: E – nokatalitik reaksiyaning aktivlanish energiyasi; E_k – katalitik reaksiyaning aktivlanish energiyasi, E_1 va E_2 oraliq bosqichlarining (a) va (b) aktivlanish energiyasi, $E_k < E$ bu farq ΔE ga teng bo'lib, katalitik reaksiyaning nokatalitik

reaksiyaga nisbatan tezlik darajasini aniqlaydi.

Katalizatorning reaksiyani tezlashtirishiga sabab, uning reaksiyagi inisiator kabi ta'sir etib, zanjirli mexanizm bo'yicha borishining ta'minlanishi yoki reaksiyaning borish yo'lini o'zgartirishi orqali kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasini kamaytirishidir. Ammo

ba'zi bir tip katalitik reaksiyalarda E ning kamayishi bilan bir qatorda $K = K_0 \cdot e^{\frac{-E}{RT}}$ Arrenius tenglamasidagi predeksponensial ko'paytmaning kamayishi ham sodir bo'ladi.

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 faolligi $-a$ ayni reaksiyaning tezlashtirish ta'sir o'lchami hisoblanadi. Faollik sharoitga bog'liq holda, aktivlanish energiyasi yoki nokatalitik va katalitik reaksiyalar tezliklari orasidagi farq yoki berilgan texnologik sharoit parametrlariga asosan asosiy reaksiyadan olingan mahsulot unumi bilan ifodalanadi. Katalizatorning faolligi $-a$ ko'pincha katalitik reaksiyaning tezlik konstantasini nokatalitik reaksiya konstantasiga bo'lgan nisbati bilan harakterlanadi. Bunda har ikkala holda ham reaksiyalarning texnologik sharoit parametrlari: reagentlar konsentratsiyasi, harorat, bosim va boshqalari bir xil bo'ladi.

Predeksponensial ko'paytmaning qiymatlari bir xil bo'lganda

$$a = \frac{e^{\frac{-E_k}{RT}}}{e^{\frac{-E}{RT}}} = e^{\frac{\Delta E}{RT}} \quad (2.1)$$

$$\Delta E = E - E_k \quad (2.2)$$

Katalizatorning faolligi ko'pgina omillarga: uning tarkibiga, qattiq katalizator yuzasining xarakteri va kattaligiga, texnologik sharoit 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 faolligidir. Kimyoviy reaksiyaning harakatlantiruvchi kuchi doimiy bo'lganda katalizatorning faolligi (2. 1) formula yoki quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$a = U_r - U(1 - \phi k) \quad (2.3)$$

Bunda: U_r va U – katalizator ishtirokida va katalizatorsiz boruvchi kimyoviy reaksiyalarning tezliklari, ϕk – katalizator egallagan reaksiya fazaning ulushi.

Qandaydir kimyoviy reaksiyalarga turli sharoitlarda katalizator aktivligini taqqoslash uchun, faollikni katalitik jarayonning intensivligi orqali ifodalash ham mumkin.

$$a = G_n / V\tau \quad (2.4)$$

Bunda: G_n – τ vaqt oralig'ida olingan mahsulot miqdori, V – katalizator egallagan hajm (to'kib qo'yilgan katalizatorning egallagan hajmi). Katalizatorning faolligi qanchalik katta bo'lsa, jarayonni shunchalik past haroratda olib borish mumkin. Bu holat kattagina iqtisodiy va texnologik ustunlik beradi. Masalan, qaytar ekzotermik reaksiyalarning amaldagi va muvozanat unumini oshiradi, qo'shimcha mahsulotlar miqdorini kamaytiradi, xom ashyoga bo'lgan sarfiyot koeffitsientini pasaytiradi, mahsulot sifatini yaxshilaydi. Reaksiyon aralashmaning, qattiq katalizator ishtirokida ishlab chiqarishga etarli tezlikda, jarayonning ketishi uchun zarur bo'lgan minimal energiyani ta'minlab beruvchi harorati yoqish harorati deyiladi. Amaliy jihatdan olganda past yoqish haroratida boruvchi jarayonlar maqbul hisoblanadi va haroratning qiymati 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 moddalar va reaksiya mahsulotlaridan aniqlanadi. Ko'pchilik katalizatorlar juda kichik ish harorat intervaliga (bir 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.

Katalizator ta'sirining selektivligi J_k olinishi kerak bo'lgan mahsulotning hosil bo'lish tezligini asosiy dastlabki reagentlarning barcha yo'nalishlari bo'yicha mahsulotga aylanishining umumiy tezligiga bo'lgan nisbati bilan aniqlash mumkin:

$$J_k = \frac{dG_n}{\frac{V_n}{V_{\partial acm}}(1 - dG_{\partial acm})} \quad (2.6)$$

bu yerda: G_n – mahsulot miqdori, $G_{\partial acm}$ – asosiy dastlabki reagentlar, $V_n/V_{\partial acm}$ – asosiy dastlabki moddalardan mahsulot hosil bo'lishida stexiometrik koeffitsientlar nisbatlari. Katalizator ta'sirining umumiy (integral) selektivligini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin.

$$J_k = \frac{G_n}{G} = \frac{G_n}{G_n + G_{\kappa y u}} \quad (2.7)$$

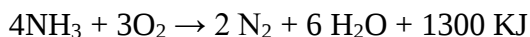
Bunda: G_n - tayyor mahsulotga aylangan asosiy reagent miqdori, $G_{\kappa y u}$ – qo'shimcha reaksiyalarga kirishgan dastlabki reagent miqdori, G – dastlabki reagentning umumiy miqdori.

Juda kichik ishlab chiqarish jarayonlarida katalizatorning selektivlik ta'siri katta ijobiy rol o'ynaydi. Katalizatorning yuqori darajada tanlab ta'sir etish xissasiga nitrat kislota ishlab chiqarishdagi ammiakni oksidlash jarayonini misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunda platinali

katalizator asosiy reaksiyaning ya'ni, ammiakni NO gacha oksidlash reaksiyasini keskin tezlatadi (reaksiya sekundning o'ndan bir ulushlari ichida tugallanadi).



Qo'shimcha reaksiyalar esa (ammiakning N_2O va 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'sir etish xossasiga va o'ta katta aktivlikka ega bo'lgan katalizatorlarga tabiiy yuqori molekulyar katalizatorlar – fermentlarni misol qilib ko'rsatish mumkin. Ular faqat bitta moddanigina o'zgartiradi (boshqa moddalarga aylantiradi) va reaksiya bir necha million hatto milliard marta tezlashadi.

Ba'zi bar kimyoviy jarayonlarda reaksiya mahsulotlari (oraliq yoki oxirgi mahsulotlar) katalizator bo'lib xizmat qiladi. Bunday reaksiyalar avtokatalitik reaksiyalar deyiladi. Oddiy kattalozda vaqt o'tishi bilan reaksiya tezligi massalar ta'siri qonunini ifodalovchi, so'nib boruvchi egri chiziq bo'yicha boradi (21-rasm).



21- rasm.Oddiy(1-egri chiziq) va avtokatalitik (2-ch egri chiziq) reaksiyalar tezligining vaqtga bog'liq holda o'zgarishi.

Avtokatalizda esa reaksiya avval sekin boradi, vaqt o'tgan sayin reaksiya mahsuloti katalizatorning ko'payishi bilan reaksiya tezligi ham ortadi keyinchalik muvozonatga yaqinlashgach tezlik yana sekinlashadi.

Avtokatalitik jarayonlarga zanjirli mexanizmida boruvchi reaksiyalar kiradi. Unda katalizator sifatida reaksiya jarayonida hosil bo'ladigan radikallar xizmat qiladi. Zanjirli reaksiyani qo'zg'ash (boshlab yuborish) uchun reaksion aralashmaga inisiator qo'shiladi. Inisiator dastlabki modda bilan ta'sir etib, boshlang'ich erkin radikal hosil qiladi, ya'ni yangi zanjir tug'iladi. Inisiator ham katalizator kabi aktivlanish energiyasini kamaytirish orqali jarayonni tezlashtiradi, 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 turiga qarab ikki asosiy sinfga: oksidlanish – qaytarilish (gomologik) o'zaro ta'sir va kislota – asosli (geterolitik) o'zaro ta'sir reaksiyalariga bo'linadi.

Gomolitik, yoki oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari. Gomolitik, yoki oksidlanish – qaytarilish katalizining umumiy elektron mexanizmi, reagent bilan katalizator orasida elektron almashishdan iboratdir. Bu esa o'z navbatida reaksiyaga kirishuvchi molekular orasida elektron o'tishi katalizatorning uz elektroni xisobiga osonlashtiradi. Oksidlanish qaytarilish reaksiyalari metall katalizatorlarda (Fe, Ni, Pt, Ag va boshqalar) yoki oraliq metallarning oksidlaridir (Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_5 va boshqalar) amalga oshiriladi. Katalizator reaksiyalarda elektron donori yoki elektron akseptori bo'lib xizmat qiladi va o'zining

dastlabki elektron strukturasini tiklaydi. Gomolitik reaksiyalarga : oksidlanish, qaytirilish, gidrogenlash, degidrogenlash reaksiyalari kiradi.

Geterolitik yoki kislota asosli reaksiyalar. Geterolitik yoki kislota asosli katalizatorlar ishtirokida boradi. Katalizator vazifasini H_2SO_4 , H_3PO_4 , SiO_2 , Al_2O_3 , $NaOH$ va boshqa kislotalar, asos va tuzlar o'ynaydi. Katalizator ta'siri bir reagentdan boshqa reagentga o'tishini osonlashtirishdan iboratdir (masalan, ion katalizator H^+ , OH^- , H_2SO_4 va boshqalar hisobiga o'rin olish reaksiyalari).

Geterolitik katalizni ko'pincha ion kataliz deyiladi. Kislota-asosli reaksiyalarga: gidratasiya, degidratasiya, gidroliz, polikondensasiya, polimerizasiya, alkillash va boshqalar kiradi. Umumiy ta'sirga ko'ra. krekingni ham, unda ko'p reaksiyalar kislota asosli va oksidlanish qaytarilish reaksiyalari borsada, geterolitik reaksiyalarga kiritish mumkin.

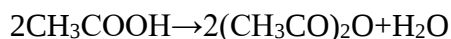
Bifunksional katalizda aralash katalizatorlarda bir vaqtda ham elektron ham ion berish tezlashadi. Bunda, katalizator sifatida metallar yoki oraliq metallarning oksidlari va kislotalar yoki amfoter oksidlari ishlatiladi. Katalizatorning bifunksional ta'siriga degidrogenlovchi (masalan, ZnO) va degidratlovchi (masalan, Al_2O_3) katalizatorlar aralashmasi ishtirokida boruvchi butadien olish reaksiyasi misol bo'ladi. $2C_2H_5OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2 + 2H_2O$

Katalizatorlar gaz, suyuq yoki qattiq agregat holatlarda bo'lishi mumkin. Katalitik jarayonlar reagentlari va katalizatorning fazaviy holatiga qarab ikki guruhga: gomogen va geterogenga bo'linadi. Mikro geterogen, jumladan fermentativ katalitik jarayoni alohida guruh hisoblanadi.

Gomogen katalizda katalizator va reaksiyaga kirishuvchi modalar bir fazada ya'ni gaz yoki suyuq fazada bo'ladi. Geterogen katalizda esa katalizator va reagent turli fazalarda bo'ladi.

Mikrogeterogen kataliz suyuq fazada katalizator sifatida kolloid zarrachalar ishtirokida boradi. Fermentativ kataliz usimlik va xayvon organizmida boradi. Unda oqsilning kolloid eritma shaklidagi zarrachalari – fermentlar katalizator bo'lib xizmat qiladi. Ular tirik organizmda murakkab organik jarayonlarni tezlashtiradi.

Gaz reaksiyalarda gomogen kataliz. Katalizatorni reaksiya mahsulotidan kondensasiya, tanlab absorbsiyalash yoki adsorbsiyalash usullari yordamida ajratib olishning qiyinligi sababli kamdan-kam qo'llaniladi. Gaz fazali katalizning qo'llanilishiga sirka kislotasining degidratasiyalanishi va vodorod ftorid katalizatori ishtirokida parafin va benzolni alkillash, metanni xavo bilan azot oksidi katalizatori ishtirokida formal'degidgacha oksidlash, suv bug'i katalizatorligida CO ni CO_2 gacha oksidlash reaksiyalari misol bo'ladi. Degidratasiya gaz xoldagi trietilfosfat ishtirokida bug' xolatida boradi.

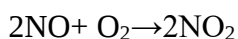
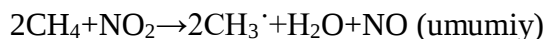


Sirka angidridi kondensatlanadi, gazsimon katalizator esa yana siklga qaytiriladi. Alkillangan uglevodorod ham kondensatlanadi, vodorod ftorid esa yana katalizator sifatida qaytib jarayonga kiritiladi. Gaz fazali kataliz (gomogen kataliz) molekulyar va zanjir mexanizmi bo'yicha amalga oshadi. Katalitik reaksiyalar molekulyar mexanizmida borganda reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator orasida atomlar almashinuvi sodir bo'ladi. Katalitik gaz reaksiyalarning molekulyar mexanizmiga kislorod yoki xlor atomining o'tishi misol bo'ladi. Bunda SO_2 azot oksidi bilan oksidlanadi :

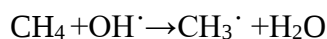
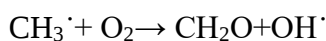


Gomogen kataliz radikal mexanizmda gaz va suyuq fazalarda borishi mumkin. Reaksiyani tezlashuviga reaksiya jarayonida energiyaga boy bo'lgan radikal hosil bo'lishi xisobiga erishiladi, shunday mexanizmda ba'zi bir gaz fazada oksidlanish va suyuq fazada polimerlanish va boshqa reaksiyalar boradi. Radikal turdagi gaz fazali katalitik reaksiyalarga alkanlarni va metanni formal'degidgacha NO ishtirokida oksidlanishini misol qilish mumkin. Bu reaksiya mexanizmini qisqartirgan xolda quydagi zanjir reaksiya shaklida tasavvur qilish mumkin.

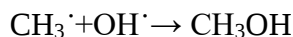
1. Faol markaz hosil bo'lishi:



2. Zanjirning o'sishi (rivojlanishi):

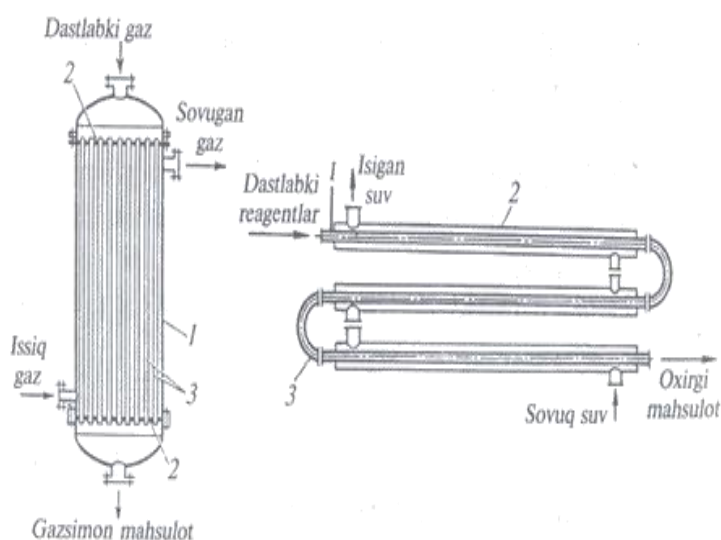
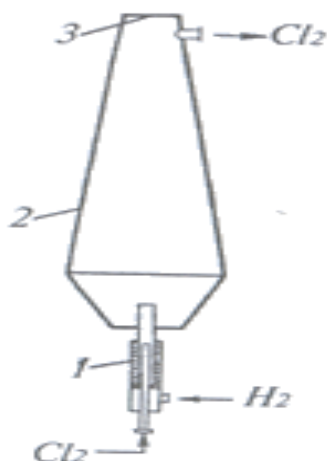


3. Zanjirning uzilishi:



Bundan tashqari bevosita CH_3OH ni hosil bo'lishiga va uni CH_2O gacha oksidlanishiga olib boruvchi, hamda chuqur oksidlanib $HCOOH$, CO va CO_2 va boshqalarni hosil qiluvchi reaksiyalar ham boradi.

Gaz fazali sintezni amalga oshirish uchun oddiy qurilma kamerali uskunani, masalan **22-rasmda** ko'rsatilgan turdagi uskunani qo'llash mumkin. Endotermik jarayonlar quvursimon uskunalarda olib boriladi (**23-rasm**).



22- rasm. Vodorod-xlorid sintezlash pechi.

1-gorelka; 2-pech korpusi;

3-asbestli qopqoq.

23-rasm. Quvur g'illofli issiqlik

almashtirgich apparati.

1-ikki tubli g'illof; 2-quvur panjara;

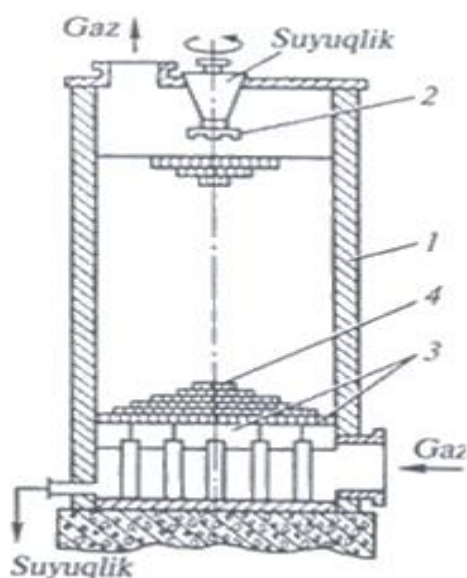
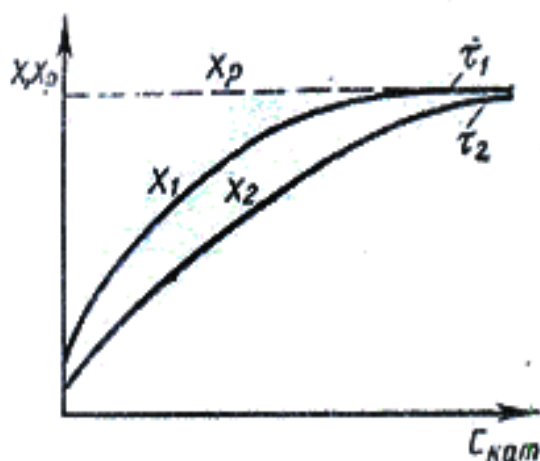
3-quvurlar

Suyuq fazada gomogen kataliz, gaz fazaga nisbatan intensiv ketadi, ammo unda tayyor mahsulot (desorbsiya, chuktirish, tanlab eritish va boshqa usullar yordamida) aralashmasidan katalizatorni ajratib olish ancha qiyin. Shunga qaramay sanoatda bu xil kataliz keng qo'llaniladi. Masalan, etil spirti ishlab chiqarishda H_2SO_4 katalizator ishtirokida etilenni gidratasiyalash; fenolni formaldegid bilan HCl yoki $NaOH$ katalizatorlar ishtirokida polikondensasiyalash reaksiyalari.

Gomogen katalizda keltirilgan model reaksiyalarda (62 bet, a va b reaksiyalarga qarang) $A[Kat]$, $AB^*[Kat]$ turdagi oraliq birikmalarni mustakil kimyoviy reaksiya ko'rinishida, analitik usullar bilan aniqlash mumkin.

Gomogen katalitik reaksiyaning tezligiga ko'pgina omillar: katalizatorning faolligi, harorat, reagent va katalizator konsentrasiyasi, aralashtirishning intensivligi va shu kabilar ta'sir etadi. Bu omillar umumiy qonuniyatlarga bo'ysunadi. Har qanday katalitik reaksiya qo'llaniladigan katalizatorning konsentrasiyasi va faolligiga bog'liq bo'ladi (24-rasm).

Katalizatorning konsentrasiyasining (C_{kam}) qiymati kichik bo'lganda ayni vaqt ichida mahsulot unumi (X) taxminan katalizator konsentrasiyasiga proporsional bo'ladi. Ammo, keyinchalik C_{kam} ortganda bu bog'lanishni ifodalovchi egri chizik pasayib boradi. Gomogen kataliz uskunolari sodda, ularda jarayonni texnik jixatdan amalga oshirish oson, chunki reaksiya gomogen muhitda boradi. Suyuq fazali katalizda ko'pincha ichi nasadka bilan tulg'azilgan minoralar (25-rasm), barbotaj kolonolari (37-rasm) hamda turli turdagi aralashtirgichlar (12, 13, 14, 38, 39, 50a-rasmlar) qo'llaniladi.



25-rasm. Nasadkali minora.
1-korpus;
2-suyuqlik sachratkich;
3-boshhoqsimon panjara;
4-nasadka(xalqalar).

24-rasm. X moddaning τ_1 va τ_2 vaqtda $\tau > \tau$ bo'lganda (t va $p = \text{const}$) maxsulotga aylanish darajasiga katalizator konsentratsiyasining ta'siri.

Geterogen kataliz sanoatda gomogen katalizga nisbatan keng qo'llaniladi. Ko'pchilik ma'lum bo'lgan sanoat geterogen katalitik jarayonlari, gazsimon reagentlar orasida qattiq katalizator ishtirokida boradigan reaksiyalarga asoslangan. Ammo fazaviy xolatiga qarab har xil geterogen kataliz turlari ma'lum.

Geterogen kataliz jarayonini tushuntiruvchi bir necha nazariyalar mavjud. Ularning har biri, bir-birini to'ldirib taraqqiy ettirib, qattiq katalizatorlarning tezlashtiruvchi ta'sirini tushuntirib beradi. Ko'pchilik nazariy tushunchalariga binoan kataliz uchun aktiv markazlar, ya'ni katalizatorning o'ta aktivligi xossasiga ega bo'lgan sirtning turli xil bo'lgan qismlari muhim rol o'ynaydi. Kataliz uchun barcha nazariyalarga umumiy bo'lgan narsa bu qattiq katalizator yuzasida adsorbsion ko'rinishdagi oraliq birikmaning hosil bo'lishidir. Bu birikmaning harakteri har xil, aktiv kompleks yoki aktiv ansambl' (uyg'un birlik), ma'lum turdagi geometrik tuzilma-(hosila)-«mul'tiplet» yoki katalizatorning erkin elektroni ishtirok etgan kimyoviy birikma bo'lishi mumkin. Shunday oraliq birikmalarning xossalari, reaksiya yunalishining yangi kimyoviy mahsulotga aylanish tezligini, katalizatorning aktivlik darajasini va boshqalarni aniqlaydi.

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 chiqariladi. A.A. Balandin taklif etgan mul'tiplet nazariyaga muvofiq reaksiyaga kirishayotgan moddaning molekulasi katalizator sifatida aktiv markazning bittasi bilangina emas, balki ikkita (dublet) uchta (triplet) va umuman bir necha (mul'tiplet) aktiv markaz bilan tortiladi, ana shu moddaning tuzilishi bilan katalizator sirtining tuzilishi orasida geometrik uyg'unlik bo'lgan takdirdagina katalitik effekt kuzatiladi. Masalan, tarkibida benzol yadrolari bo'lgan aromatik uglevodorodlarning degidrogenlanish reaksiyasida katalizatorlik vazifasini fakat geksoanal kristal panjaraga ega bo'lgan metallargina bajaradi.

N. I. Kobozevning 1939 yilda taklif etgan «Katalitik aktiv» nazariyasiga kura, reaksiyada katalitik effekt yuzaga chiqishi uchun bir necha molekulari o'zaro yoki tashuvchining bir necha molekulari 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-ketlikda qabul qilinadi:

- Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning, oqimdan, katalizator donachalarining tashqi yuzasiga va ichki g'ovaklariga diffuziyanishi;

- Katalizator yuzasiga, diffuziyalangan reagentlarining, oraliq, katalizator yuzasi birikmasini hosil qilish bilan aktiv adsorbsiyanishi (xemosorbsiyanishi);

- Oraliq birikma, mahsulot - katalizator hosil qilish bilan atomlarning qayta guruhlanishi;

- Katalizator yuzasidan mahsulotning desorbsiyanishi ;

- Mahsulotning katalizator yuzasidan avval ichki g'ovaklaridan so'ngra tashqi yuzasidan umumiy oqimga diffuziyanishi.

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 jarayon 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 (konsentrasiya, harorat, bosim va katalizatorlarning faolligi) hisobga olgan holda umumiy tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$U = \frac{dG_n}{d\tau} = K_0 e^{\frac{-E}{RT}} \cdot g\Delta C \cdot P_1^m$$

Bunda, $\frac{dG_n}{d\tau}$ -vaqt birligida tayyor mahsulot miqdorining ortishi, K_0 -Arrenius tenglamasidagi predekspotensial ko'paytuvchi e -natural logarifmning asosi; E – ayni katalizatorda reaksiyaning aktivlanish energiyasi; R - gazning universal molyar doimiysi; T - harorat; v - katalizatorning to'kib qo'yilganda egallagan hajmi; ΔC -atmosfera bosimida jarayonning harakatlantiruvchi kuchi; P_1 – o'lchamsiz bosim; ya'ni xaqiqiy bosimning atmosfera bosimiga bo'lgan nisbati: m - reaksiya tartibi. Kinetik soxada jarayonlar faolligi past, donachalari kichik, katta g'ovakli katalizatorlarda nisbatan past haroratda, reagentlar oqimi girdobli sharoitda kechadi. Bunda kataliz tezligiga haroratni oshirish orqali erishiladi. Agar katalitik jarayon tashqi diffuzion sohada borsa, u paytda uning tezligi reagentlar va reaksiya mahsulotlarning gazga diffuziyanlash koeffisienti bilan aniqlanadi. Diffuziya sharoiti doimiy bo'lganda Fik qonuniga ko'ra

$$U = \frac{dG}{d\tau} = -D_c S \frac{dC}{dZ}$$

Bunda G - komponentning τ - vaqtda katalizator donachalari yuzasiga perpendikulyar Z yo'nalishda ko'chirilgan miqdori, C - reagentlar oqimiga diffuziyanlashan komponentlar konsentrasiyasi; S -katalizator donachalarining bo'sh yuzasi ; D_c - diffuziyaning samarali koeffisienti, u molekulyar va girdobli diffuziyanlarning 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 J chuqurlikgacha diffuziyanlashi uchun zarur bo'lgan vaqtni quyidagicha topish mumkin.

$$\tau = J^2 / 2D_c$$

D_c -ning kattaligi, g'ovaklarning kattaligini, molekulaning erkin harakati tufayli bosib o'tgan masofasi λ ga bo'lgan nisbatlarga bog'liq holda aniqlanadi. $\lambda < 2r$ bo'lganda, D_c -molekulyar diffuziyaning koeffisientidek aniqlanadi. $\lambda > 2r$ bo'lganda esa $D_s = D_k$ Knudsen formulasi bo'yicha aniqlanadi:

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

bunda r - g'ovaklarning radiusi; M - diffuziyanadigan moddaning molekulyar massasi. Agar tezlikni ichki diffuziya belgilasa, u vaqtda jarayonni tezlashtirish uchun katalizator tayyorlanganda uni o'lchamini kichikroq qilishga va g'ovakligini ko'paytirishga intilinadi. Ammo o'lchami kichraytirilgan katalizator harakatsiz katlamining gidravlik qarshiligi keskin ortadi. Jumladan shunga mos holda gazni katalizator bilan aralashtirish uchun energiya sarfiyoti ham ortadi. Shuning uchun ham harakat qilmay turuvchi katalizatorli reaktorlarda 4-

8 mm kattalikdagi yirik donali katalizator qo'llaniladi. Natijada kataliz jarayoni ichki diffuzion soxada boradi. Kataliz mexanizmini tushuntirib berish uchun ancha ishlar qilinganligiga qaramay, katalitik aktning tabiati xali to'liq aniqlangan emas. Shuning uchun ham katalizator tanlash tajriba yo'li bilan amalga oshiriladi. Lekin, shunga qaramay moddaning katalitik xossasi uning ion tuzilishiga, kataliz jarayoni esa elektron yoki ion berish yoki olishga bog'liq bo'ladi deyish mumkin.

2.3. Qattiq katalizatorlarning xossalari va ularni tayyorlash

Qattiq katalizatorlar gaz fazali katalizda dominantlik qiladi va suyuq fazali katalizda suyuq katalizatorga nisbatan ko'proq qo'llaniladi. Qattiq katalizatorlar sifatida davriy sistemaning ko'pgina elementlari va ularning birikmalari ishlatiladi. Sanoat katalizatorlari ularga qo'yilgan ma'lum texnologik talablarni kondirishi kerak. Masalan: ayni reaksiya uchun faollik ko'rsata oladigan bo'lishi kerak, mumkin qadar kontakt zaharlariga chidamli bo'lishi, nisbatan arzon bo'lishi, Yuqori darajada mexanik mustaxkamlikka ega bo'lishi kerak va xokazolar. Shuning uchun ham amalda qo'llaniladigan katalizatorlar odatda toza individual moddalar emas, balki kontakt massasi deb ataluvchi murakkab aralashmalardir. Kontakt massasi asosan uch tarkibiy qismdan: katalizatorning o'zi, faollovchi va tashuvchilardan iborat bo'ladi.

Faollovchilar yoki promotorlar. Katalizator ta'sirini kuchaytiradigan moddalar promotorlar deyiladi. Promotorlar katalitik xossaga ega bo'lmasligi ham mumkin. Promotorlarning ta'sir mexanizmi turlicha bo'ladi. Ularning katalizatorni faollashtirish xususiyatiga ega bo'lishligini sabablari ko'p. Ulardan biri, juda katta katalitik faollikka ega bo'lgan, promotor va katalizatoridan hosil bo'luvchi kimyoviy birikmadir. Bunday kimyoviy birikmani hosil bo'lishida, ba'zan reaksiyaga kirishuvchi moddalar yoki reaksiya mahsulotlari ham ishtirok etadi. Boshqa bir holda esa promotor katalizator sirtini kengaytiradi. Ba'zan esa promotor katalizator zaharlanishini kamaytiradi. Promotorlarning faollash xossasiga misol: agar nikel'ga 1% seriy qo'shilsa, uning faolligi taxminan 20 marta ortadi. Ammiak sintezida katalizator sifatida ishlatiladigan temirga ishqoriy metall va alyuminiy oksidlari qo'shilsa, temirning katalizatorlik ta'siri ancha ortadi. Tashuvchilar yoki tregerlar deb u yoki bu usul bilan katalizator quyiladigan yoki shimdiriladigan mustaxkam, o'tga chidamli, sirti keng bo'lgan g'ovak moddalarga aytiladi. I. E. Adadurov tekshirishlari shuni ko'rsatdiki, tashuvchi, katalizator molekulalarini deformasiyalaydi va natijada, uning faolligi ortadi. Tashuvchidan foydalanish ikki tomonlama, ham texnologik ham iqtisodiy jihatdan foydali va qulaydir. Birinchidan ichki faol yuzalar (g'ovaklari) ko'paygan kontakt massasi hosil bo'ladi, uning mexanik mustaxkamligi va o'tga chidamliligi ortadi. Ikkinchidan kimmatbaxo katalizatorlar (platina, nikel' va vanadiy oksidi, palladiy, kumush va boshqalar) tejab qolinadi. Ba'zi xollarda tashuvchilarning o'zlari ham faollovchi bo'lishi mumkin. Katalizatorni tashuvchilariga (tregerlarga) slikagel', alyumosilikat, pemza, asbest, kizel'gur, ko'mir, kaolin, ba'zi tuzlar va boshqalar kiradi.

Katalizatorning faolligi, nafaqat uning kimyoviy tarkibiga balki: donachalarining kattaligi, g'ovaklilik darajasi, g'ovaklarining o'lchami va uning yuzasini xossalari kabi fizikaviy xususiyatlariga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham katalizatorning faolligi uni tayyorlash usuliga uzviy bog'liq bo'ladi.

Faol katalizatorlarni tayyorlashning asosiy usullari: 1) metallarni gidroksidlar yoki karbonatlar shaklida tashuvchi ustiga birgalikda cho'ktirish; 2) ilgaridan tayyorlab qo'yilgan g'ovakli tashuvchiga katalitik faol modda saqllovchi eritmani shimdirish; 3) bir necha

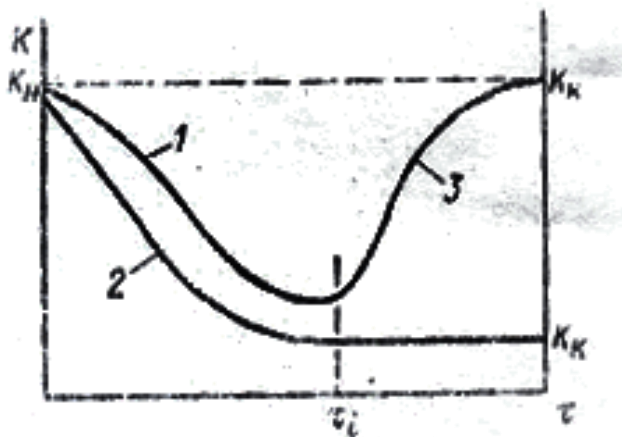
moddalarni (metallar yoki ularning oksidlarini) aralashtirib suyuqlanmasini olish, so'ngra metallni vodorod yoki boshqa gaz bilan qaytarish (masalan ammiak sintezida temir katalizator) orqali olinadi.

Katalitik jarayon kontakt massasi ustida borar ekan, uning tezligi va chuqurligini ko'pincha katalizator sirti aniklaydi. Kontakt massaning asosiy tavsiflaridan biri, uning solishtirma sirti S , ya'ni massa birligidan yoki katalizator hajmi birligidagi (m^2/g) sirti hisoblanadi. Ko'pchilik sanoat katalizatorlari uchun S_{solish} , bir necha o'ndan to bir necha yuzlab m^2/g ga teng bo'ladi. Kontakt massasi maxsus shakl berish uskunalarida turli ko'rinishlarda: tabletkalar, tugmachalar, sferik va elipsoid donachalar, xalqachalar, silindirchalar shaklida ishlab chiqariladi. Ba'zi hollarda katalizator turli metallarning qotishmalaridan (ammiakni oksidlash uchun, platina rodiiy palladiyli qotishma) ingichka simlardan yubqa to'rlar shaklida tayyorlanadi.

Katalizatorning muhim xossasi bu katalizga kiritilgan reagentlar tarkibida begona aralashmalar ta'siriga chidamliligidir, ya'ni zaharlanmasligidir. Katalizatorning zaharlanishi deb uning reaksiyon aralashma tarkibidagi qo'shimchalar - kontakt yoki katalizator zaharlari ta'sirida faolligini qisman yoki to'liq yo'qotishiga aytiladi.

Kontakt zaharlari reaksiya turiga va katalizator tabiatiga qarab turli xil moddalar bo'lishi mumkin. Eng tarqalgan katalizator zaharlariga oltingugurt birikmalari (H_2S , CS_2 , tiofen, merkaptanlar va boshqalar), buning sababi ular tarkibidagi oltingugurt atomlari bo'linmagan elektron jufti tutganligidadir, sianid kislota (HCN), uglerod oksidlari (CO , CO_2), simob tuzlari, fosfor, mish'yak, qo'rgoshin va boshqalarning birikmalari kiradi. Masalan, platina sirtida SO_2 ning SO_3 ga aylanish reaksiyasi nixoyatda oz miqdorda mish'yak aralashuvi bilan to'xtab qoladi, yoki temir sirtida SO ning SO_2 ga aylanish reaksiyasi ozgina H_2S aralashuvi bilan to'xtaydi.

Zaharlarning katalizatorga ta'siri shundan iboratki, ular katalizatorning faol markazlariga adsorblanadi yoki u bilan kimyoviy birikadi. Sorbsiya qaytar yoki qaytmas bo'ladi, shuning uchun katalizator ham qaytar yoki qaytmas holda zaharlanishi mumkin. Qaytar holda zaharlanganda, katalizator faqatgina uning zonasida zaharning ishtirok etgan davridagina uz faolligini yo'qotadi. Qaytmas holda zaharlanganda esa katalizator o'z faolligini batamom yo'qotadi, chunki kontakt massasi zahar bilan mustaxkam kimyoviy birikma hosil qiladi. Bunday hollarda katalizatorni regeneratsiyalash yoki almashtirish kerak bo'ladi. 26-rasmda katalizatorning qaytar (1) va qaytmas (2) holda zaharlanishining tavsifi berilgan.



26-rasm. Katalizatorning qaytar (1) va qaytmas(2) zaharlanganida katalitik reaksiyaning boshlanishidan K_b to oxirigacha K_a tezlik konstantasining o'zgarishi.(3)-chi egri chiziq reaksiyon aralashmadan zahar yo'qotilgach, aktivlikning qayta tiklanishi.

Katalizator qaytar holda zaharlanganda unga kontakt zaharlaridan toza bo'lgan yangi gazlar

aralashmasi yuborilganda (τ vaqt oraligida) uning faolligi to'liq tiklanadi (uchinchi egri chiziq). Katalizatorning zaharlanish darajasi α ni ortishi reaksiya tezlik konstantasining K kamayishi bilan boradi. α quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

Bunda Gi –katalizatorning massa birligiga gaz bilan keluvchi zahar miqdori.

Katalizator o'z faolligini, donachalarining yumshab bir-birisiga yopishib qolishi, yoki qisman suyuqlanganligi uchun uning faol sirti kamayishi sababli, hamda katalizator sirtiga reaksiyaning qattiq mahsulotlarini yoki changlarni cho'kib qolishi tufayli kamaytirishi yoki yo'qotishi ham mumkin. Shuning uchun ham katalizatorni xizmat muddatini uzaytirish uchun reaksiyon aralashma katalizator zaharlaridan, qattiq mexanik aralashmalardan yaxshilab tozalanadi.

2.4. Katalitik jarayonlarining texnologik sharoiti

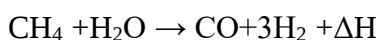
Har qanday texnologik jarayonlarda ham, texnologlarni asosan ikkita ko'rsatgich: jarayonning borish tezligi (qaysikim, qurilmaning mahsuldorligini harakterlaydi) va tayyor mahsulotning unumi (qaysikim, xom ashyoning to'liq foydalanganlik darajasini aniqlaydi, ya'ni jarayonning qay darajada takommilashganini ko'rsatadi) qiziqtiradi.

Jarayonning tezligini oshirish uchun qo'llaniladigan texnologik usullar kinetik va diffuzion hududlar uchun har xil bo'lib, kimyoviy bosqichning tezligi, birinchi navbatda katalizatorning faolligi va haroratga bog'liq bo'ladi. Diffuzion jarayonlar haroratni ortishi bilan kimyoviy jarayonlarga nisbatan kam darajada tezlashadi. Tashqi diffuziya reaksiyaga kirishi uchun aralashma oqimining girdoblanishi bilan intensivlashadi. Katalizator donachalarining ichki qismiga diffuziyalanish esa, donachalarni maydalash va ularning g'ovakliligini oshirish hisobiga kuchayadi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentrasiyasi yoki bosimini oshirish katalizning ham kinetik ham diffuzion bosqichinni tezlashtiradi.

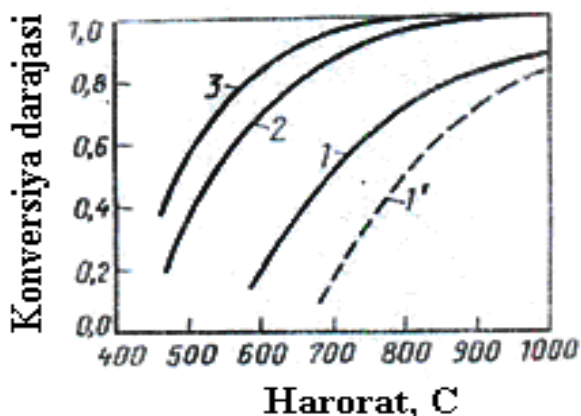
Reaksiyon aralashmaning katalizator zonasida bo'lgan vaqti yani kontakt vaqti ham katalitik jarayonga ta'sir etadi. Qaytmas katalitik jarayonlar uchun kontakt vaqtini uzaytirish, jarayonining umumiy tezligini (qurilmaning mahsuldorligini) kamaytiradi, ammo bunda mahsulot unumi ortadi.

Harorat sharoiti ma'lum darajada faollikka ega bo'lgan katalizator bo'lganda katalitik jarayonga eng ko'p ta'sir ko'rsatadi.

Endotermik katalitik reaksiyalarda haroratning ortishi bilan mahsulot unumi Le – Shatel'e prinsipi asosida ortadi. Endotermik jarayonlarda haqiqiy (X) va muvozanat (X_m) unumlar bir xil qonun bo'yicha o'zgaradi. Ammo, boshqa har qanday teng sharoitida X past haroratda muvozanat unumiga yaqinlashadi. Bu holat nikel' katalizatori ishtirokida metanni suv bilan o'zaro ta'sir ettirilganda boradigan endotermik katalitik reaksiyaning umumiy tenglamasidan ko'rinadi.



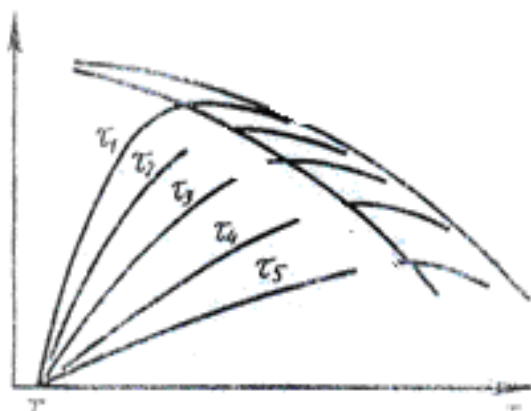
Dastlabki har xil gazlar aralashmasida metan konversiyasi darajasini haroratga bog'liqligi 27-rasmda berilgan.



27-rasm. Turli tarkibli dastlabki gazlarda metan konversiyasi darajasining haroratga bog'liqligi (endotermik jarayon) $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}=1:1$ bo'lganda;
1- X o'q- $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}=2:1$ bo'lganda;
2- $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}=1:3$;
 $\text{CH}_4:\text{H}_2\text{O}$ =nisbat 1:1 bo'lganda haqiqiy unum.

Yuqori unum bilan mahsulot hosil bo'lishiga va endotermik katalitik jarayonning katta tezlikda borishiga erishmoq uchun haroratni oshirish zarur. Ammo, buni to harorat dastlabki gazsimon va suyuq reagentlar va reaksiya mahsulotlarini parchalashga yoki qattiq moddalarni suyulib bir-birisiga yopishib qolishiga olib keladigan (ya'ni, harorat ko'tarilishini chegaralovchi faktorlarga) xolatga olib boruvchi jarayonlar boshlanish darajasigacha qilish mumkin. Ko'rib o'tilgan qonuniyatlar juda ko'pchilik endotermik katalitik reaksiyalarga: uglevodorodlarni suv bug'i bilan konversiyasi, uglevodorodlarni degidrogenlash, degidratasiya va boshqalarga mansubdir.

Qaytar ekzotermik katalitik reaksiyalar uchun, odatdagi reaksiyalardagidek haroratning ortishi bilan mahsulotning muvozanat unumi to'xtovsiz kamayadi. Absolyut optimal unum va unga mos holdagi optimal harorat, jarayonni olib borish sharoitiga va birinchi navbatda katalizatorning faolligiga, reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasiga va kontaktlash vaqtiga bog'liq bo'ladi. **28- rasmda** kontakt vaqtlari turlicha bo'lganda, mahsulotning pastki unumi Xni harorat bilan bog'lovchi egri chiziq xolatining o'zgarishi ko'rsatilgan.



28-rasm. Ekzotermik jarayonlar uchun x mahsulot unumining har xil vaqtlarda reagentlarning katalizator bilan kontaktlanganda haroratga bog'liqligi.

Agar har bir kontaktlash vaqti uchun maksimal unum nuqtalarini tutashtirsak, unda optimal harorat egri chizig'i hosil bo'ladi, mahsulot unumining maksimal miqdorda chiqishi uchun vaqt τ ni ko'paytirish

bilan jarayon haroratini pasaytirish kerak. Ushbu egri chiziqlar ammiak sintezi, CO_2 ni katalitik oksidlash, CO konversiyasi, uglevodorodlar sintezi va boshqa reaksiyalar uchun

molikdir. Ammo, harorat ta'siri hamma vaqt ham anik ifodalangan emas. Masalan, ammiakni katalitik oksidlash reaksiyasi, metanol va etanol sintezida haroratni qandaydir chegaradan oshirilsa zararli qo'shimcha reaksiyalar boshlanib ketadi. Bunday hollarda har bir reaksiya uchun harorat ta'sirini alohida analiz qilish kerak. Bu hodisa bir necha reaksiyalardan tashkil topgan jarayonlarga (ayniqsa ular turli xil issiqlik effektiga ega bo'lsa) ham taaluqlidir.

Bosim, katalitik reaksiyalarda mahsulot unumiga Le-Shatel'e prinsipiga muvofiq ta'sir etadi. Shuning uchun ham, ko'pchilik sanoat katalitik reaksiyalarida yuqori bosim keng qo'llaniladi. Katalizator faolligi va mahsulotning muvozanat unumi katta bo'lganda bosim xal qiluvchi omil bo'ladi. Bu holat ammiak va metanol sintezi jarayonlarida kuzatiladi.

Gaz hajmining ancha oshishi bilan boruvchi ba'zi katalitik reaksiyalarga bosimni kamaytirish muvozanat unumini oshiruvchi omil bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham degidrogenlash, degidratlash kabi jarayonlarni vakuumda olib boriladi.

Reaksiyaga kirishuvchi komponentlarning konsentrasiyasi, katalitik reaksiyalar tezligiga xuddi odatdagi kimyoviy reaksiyalar tezligiga ta'sir etgandagidek ta'sir etadi. Ammo, bir kator sabablarga kura reagentlar konsentrasiyasini xaddan tashkari oshirish mumkin emas. Masalan, jarayonning ekzotermikligi Yuqori bo'lsa va undan issiqlikni chiqarib olish qiyin bo'lsa (SO_2 ni oksidlash reaksiyasida) katalizator issiqlik ta'sirida yaroqsiz holga kelishi (termik yaroqsizlanish) mumkin, yoki reaksiya aralashmada portlash xavfi (ammiakni oksidlashda) paydo bo'lishi mumkin.

2. 5. Kimyoviy texnologik katalitik jarayonlarni takomillashtirishning istiqbolli usullari

Geterogen kataliz reaktorlari turli xilda bo'ladi. Kataliz uchun ideal siqib chiqarish turidagi reaktorlar va to'liq aralashtirish reaktorlari qo'llanishi mumkin, ammo ular boshqalardan farq qiluvchi mahsus konstruksiyaga ega. Gaz fazali kataliz reaktorlari tabiiyki suyuq fazalidan farq qiladi. Filtirlovchi katalizator kavati bo'lgan issiqlikni chiqarish yoki kiritish usulida ishlovchi kontakt uskunalari esa quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Davriy ravishda issiqlik chiqariluvchi yoki kiritiluvchi kontakt uskuna;
2. Tashki issiq almashtirgichli kontakt uskunalari;
3. Ichki issiqlik almashtirgichli kontakt uskunalari: ular

a) tokchali,

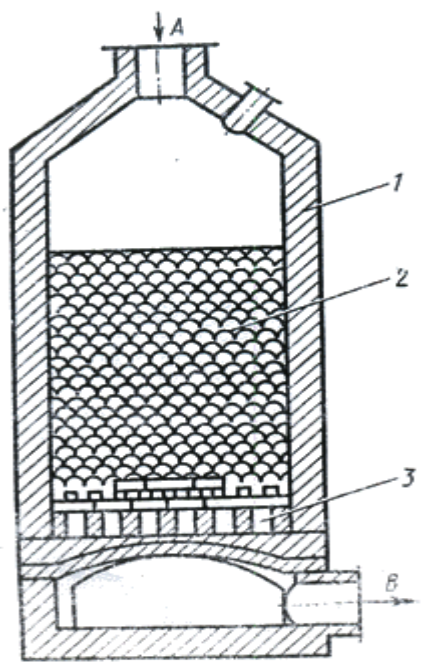
b) quvursimon bo'ladi;

4. Issiq almashtirishning har xil usullari qo'llanilgan qurama kontakt uskunalari.

Qattiq katalizatorlar ishlatiladigan gaz fazali jarayonlar uchun qo'zg'almaydigan (filtrlovchi) katalizator qavatli kontakt uskunalarning uch turi: bir qavatli, oralarida issiq almashtirgichlari bo'lgan ko'p qavatli va to'xtovsiz issiqlik beriluvchi yoki issiqlik olinuvchi quvursimon turlari keng tarqalgan.

Bir qavatli uskunar konstruksiyasi jihatdan ancha oddiy. Ular adiabatik issiqlik sharoitida ishlaydi. Unda harorat sharoiti faqat dastlabki gazlarning tarkibini va haroratini o'zgartirish bilan to'g'rilanadi. Bunday uskunalarni: a) amaliy jixatdan qaytmas ekzotermik reaksiyalar masalan, formal'degidni oksidlash uchun, b) reagentlar konsentrasiyasi past bo'lgan reaktorlar masalan, aralashmalarni oksidlash yoki gidrogenlash yo'li bilan gazlarni katalitik tozalash uchun, v) issiqlik effekti unchalik katta bo'lmagan ekzotermik yoki endotermik reaksiyalar uchun qo'llash mumkin. Reaktorga solinadigan katalizator miqdori,

agar uning aktivligi pastroq bo'lsa ancha ko'p bo'ladi va uning qalinligi (katalizator qavatining balandligi) ba'zan bir necha metrgacha boradi (29- rasm).



29-rasm. Bir qavatli issiqlik almashtirilmaydigan kontakt apparati.

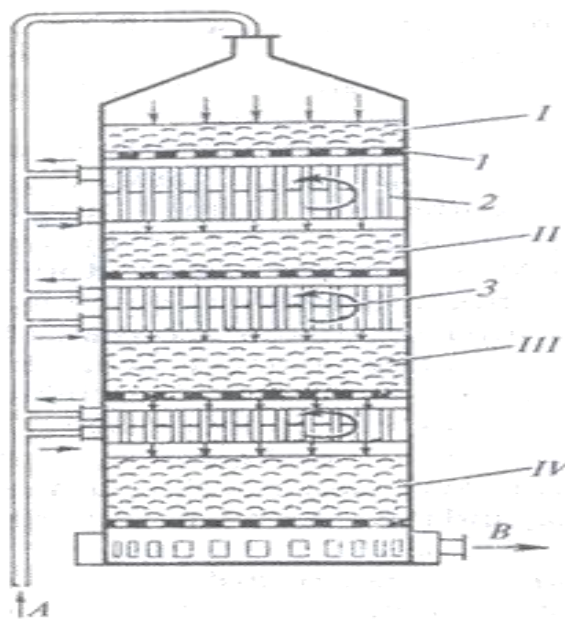
1-qoplamalik apparatining po'lat devori;
2-katalizator;
3-boshoqsimon chambara;

Bunday uskunalarda adiabatik sharoit amalda oshiriladi, uchun ekzotermik jarayonlarda reaksiyaga kirishayotgan gazlar harorati ularning katalizator kavatida aylanish (reagentlarning mahsulotga aylanish) darajasiga x proporsional holda ortadi. $t_a = t_b + l \cdot \lambda x$ bunda, t_a - gazning katalizator kavatidan utganidan keyingi harorati oxirgi harorat t_b - gazning boshlang'ich yoki dastlabki harorati λ -reaksianing adiabatik koefisienti x -aylanish darajasi. Shuning uchun ham adiabatik koefisienti katta bo'lgan ekzotermik jarayonlar uchun bunday uskunalar yaramaydi, chunki aylanish yetarli darajada bormay adiabatik koefisienti muvozanat chizig'iga yetib boradi.

K o' p q a v a t l i y o k i t o k c h a l i a p p a r a t l a r.

Adibatik koefisienti anchagina katta bo'lganda ham Yuqori darajada ekzotermik aylanish darajasiga erishish imkoni beriladi.

Ekzotermik reaksiyalarni olib borish uchun kulanadigan tokchali uskunalarning prinsipial' sxemasi (30-rasmda ko'rsatilgan).



**30-rasm. Qavatlari orasida
issiqlik almashtirgichi bo'lgan
tokchali kontakt apparati.
1-panjara;
Ichki issiq almashtirgich;
3-to'siq; I,II,III,IV-katalizator
qavatlari.**

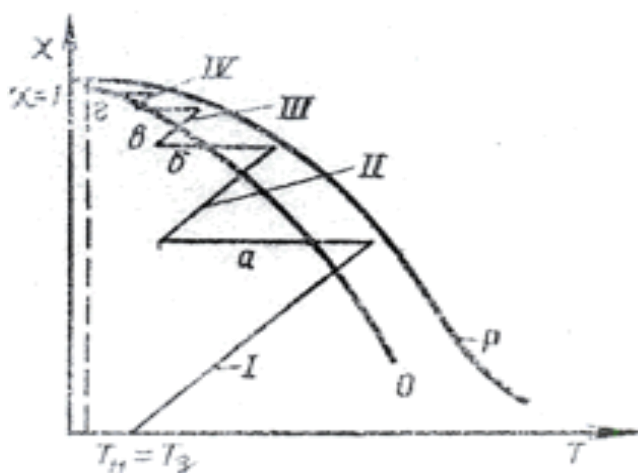
Ustiga katalizator to'kib quyilgan teshikchalari bo'lgan tokchalar oraligida issiq almashtirgichlar 2 o'rnatilgan issiq almashtirgichlarning quvurlari oralig'idan pastdan Yuqori ga tomon toza gazlar o'tadi va reaksiya mahsulotlarni sovutib o'zi esa reaksiyaning boshlanishiga yetarli bo'lgan haroratgacha qiziydi. Katalizator yuzasida reagentlarning mahsulotga aylanish jarayoni boradi va reaksiya issiqligida mahsulotlar qiziydi ular issiq almashtirgichda sovuydi. Reaksiya issiqligidan to'liq foydalanish uchun va gazni dastlabki haroratigacha sovutish uchun reaksiya mahsulotlari reaktordan tashqarida o'rnatilgan sovutgichlar orqali o'tkaziladi (30-rasmda ko'rsatilmagan).

Tokchali kontakt uskunalar siqib chiqarish reaktorlari tipida ishlaydi. Shuning uchun kontakt uskunalarida jarayonlar tezligi (1. 15 va 1. 16) tenglamalar bo'yicha aniqlanadi.

Tokchalar oralig'idagi issiq- almashtirgichlar xavo bilan yoki suv bilan sovutuvchi issiq almashtirgichlar bo'lishi ham mumkin.

Tokchali kontakt uskunalarida issiqlikni chiqarib olish sakrash yo'li bilan (keskin o'zgarish yo'li) ya'ni bosqichli amalga oshiriladi.

Katalitik reaksiya va issiq almashtirish aloxida-aloxida ketma-ketlik bosqichida boradi, aparatning har bir tokchasida reaksiya mahsulotiga aylanish darajasi (a) va harorat (b) o'zgarish xarakteri 31 rasmda ko'rsatilgan.

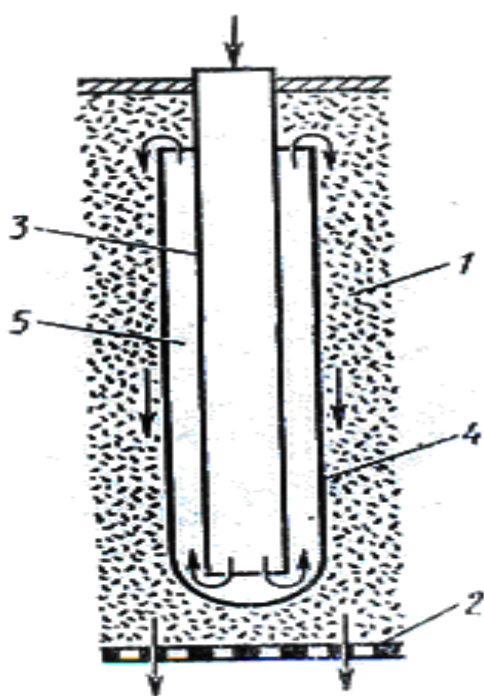


**31-rasm. Issiqlik almashtir-
gichli tokchali kontakt
apparatlarida mahsulotga
aylanish darajasining
o'zgarishi. X-muvozanat egri
chizig'i; X_0 – optimal egri
chizig'i; I,II,III,IV-katalizator
qavatlarida adiabatlar,
a,b,v,g-issiqlik
almashtirgichlarda gazlarning
sovish chizig'i.**

Bunday uskunalarda harorat sharoiti optimal harorat egri chiziq yaqinida katta amplitudada o'zgarib turadi va faqat uskunada tokchalar sonini ancha ko'paytirilgandagina optimal haroratga yaqinlashish mumkin.

Quvursimon kontakt uskunalarida, issiq almashuv reaksiya bilan bir vaqtda va to'xtovsiz boradi. Kattalik politermik sharoitda kechadi, reaksiyaning issiqlik effekti qisman issiqlik kiritish va issiqlik chiqarish bilan kompensasiyalanadi. Quvurlariga katalizator solingan uskunalar ham endo-ham ekzotermik reaksiyalarni o'tkazish uchun foydalaniladi endotermik reaksiyalarda quvurlar oraligiga issiqlik tashuvchi yonishdan hosil bo'lgan issiq gazlar yuboriladi (32-rasm) Masalan butanni degidrogenlash, metanni katalitik konversiyasi birinchi bosqichli va boshqalarda shunday turdagi kontakt uskunalaridan foydalaniladi. Ekzotermik reaksiyalarda esa issiq almashuv katalizator bilan reaksiyaga kirishadigan xali reaksiyaga kirishmagan gazlar orasida boradi va reaksiya issiqligi bilan qizib so'ngra katalizatorga boradi.

Bunda ham kattaliz zonasida harorat pasayadi. Ancha qulay konstruksiyali va keng qo'llaniladigan kontakt uskunalar bular issiq almashtiruvchi ikkita quvurli va kontakt massasi quvurlar oraligidagi bo'shlikka ikki quvurchaning orasiga emas, balki ikki quvurli quvurlar oralig'iga) solinadi. Shunday turdagi kontakt apparatlarining elementlaridan biri 32-rasmda keltirilgan.



32-rasm. Ikki issiqlik almashtirgichli quvur.

1-katalizator; 2-teshikli tokcha;

3-ichki issiqlik almashtiruvchi quvur;

4-tasgqi issiqlik almashtiruvchi quvur;

5-quvurlar oralig'idagi halqali bo'shliq.

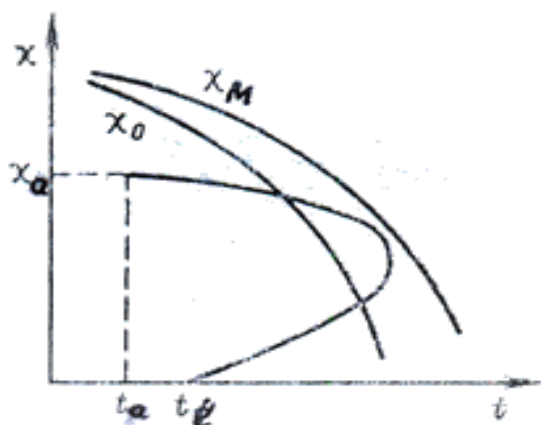
Unda 2-chambara ustidagi katalizator qavatga 1 go'yo ikki qavatli issiq almashtirgach botib turgandak joylashtiriladi. Kontakt aparati kelib kiruvchi, ichki quvurcha 3 orqali o'tib, aylanma bo'shliq 5 orqali ichki va tashqi 4 issiq almashtiruvchi quvurchalar orasidan o'tadi. Natijada gaz reaksiya borishi uchun yetarli darajada qiziydi va kontakt massasini esa sovutadi so'ngra katalizator qavatiga o'tadi. Quvirsimon kontakt apparatida mahsulotga aylanish darajasi o'zgarishining xarakteri 33-rasmda berilgan. Bunday uskunalarda issiqlikni

chiqarib olish intensivligining tarqalishi va katalizator qatlamining balandligi bo'yicha haroratning taqsimlanishi optimal sharoitga yaqin bo'ladi.

33-rasm. Ekzotermik reaksiyalar uchun quvursimon kontakt apparatlarida mahsulotga aylanish darajasining o'zgarishi.

X_m - muvozanat egri chizig'i;

X_o - optimal egri chizig'i;



X₀- oxirgi maxsulot unumi;

T₃- yonish harorati;

T_a-oxirgi harorat.

Kontakt aparatlarini konstruksiyalashtirishda ko'pincha issiq almashtirishning bir necha usullari qo'llanilgan qurama uskunalarda qo'llaniladi. Masalan quvvatli tokchali kontakt aparatlari unda katalizator tokchalarga va tokchalar oralig'ida o'rnatilgan quvurchalarga solinadi. Yana bir apparatda turli usullarda sovitish sistemalari o'rnatilgan tokchali kontakt aparatlari ham uchraydi masalan ammiak sintezi kolonnasi qurama ko'p bosqichli uskunalarda filtrlovchi boshqa tur uskunalarga nisbatan optimal harorat sharoitiga ancha yaqinlashadi. Ammo barcha filtrlovchi katalizator qavatli bo'lgan kontakt aparatlari harakatsiz katalizator qavatiga hos bo'lgan va katalitik jarayonlarini yanada intensivlanishni qiyinlashtiradigan quyidagi kamchiliklarga ega:

1. Filtrlovchi qavatda faqatgina yirik katalizator bo'laklarini yoki ko'ndalang kesimi eni 4-6 mmdan kichik bo'lmagan donachalarini ishlatish mumkin, chunki undan mayda bo'lsa katalizator qavatining gidrovlik (suyuqlik harakati va muvozanatini o'rganadigan fanga gidrovlika deyiladi. Bu yerdan suyuqlikka o'xshash ko'rsatilgan qarshilik ma'nosini anglatadi).

Yirik zarrachalarning ichki yuzasi kataliz uchun kam foydalaniladi va bu holat katalizatoridan to'liq foydalanish darajasini (mahsuldorlikni) kamaytiradi.

2. Harakatsiz turuvchi katalizator donachalari qisman suyulib bir - birisiga yopishib qoladi. Natijada katalizatorning aktivligi kamayadi, uskunaning gidrovlik qarshiligi ortadi, gazning bir tekisda taqsimlanishi buziladi.

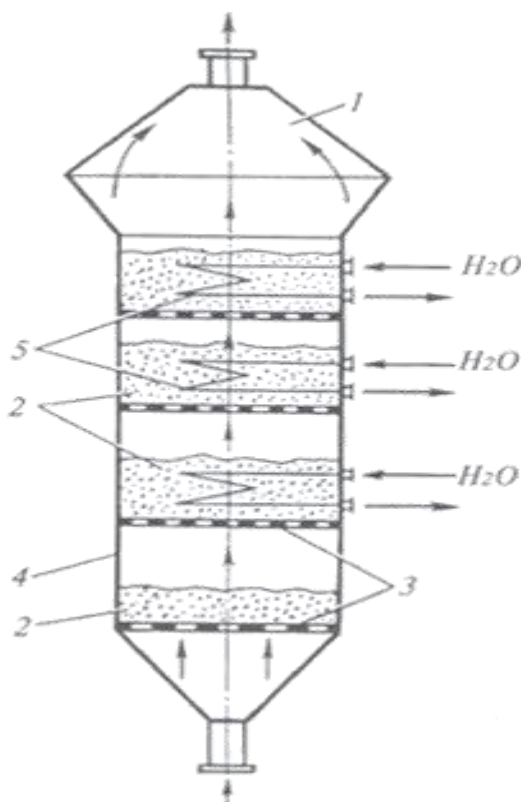
3. Bunday g'ovak katalizator donalari issiqlikni sekin o'tkazadi, shuning uchun katalizatoridan issiq almashtirgichga issiqlikning o'tishi va demak undan issiqlikni intensiv chiqarib olishning iloji yo'q va katalizatorning hamma joyida haroratning tarqalishi bir xilda bo'lmaydi.

4. Fil'tirlovchi katalizator qavatida issiq almashinuv darajasining pastligi sababli haroratni aniq to'g'rilab turish imkoniyati bo'lmaydi, natijada optimal harorat sharoitini saqlab turib bo'lmaydi va unumdorlik kamayadi.

5. Qo'zg'almaydigan katalizatorli uskunalarda, katalizatorni to'xtovsiz regenerasiyalab turishning iloji bo'lmaydi. (bu narsa ayniqsa ko'pgina organik moddalar ishlab chiqarish jarayonida juda zarur hisoblanadi).

Qaynovchi qavatli (mualliq osilib turuvchi) katalizatorli uskunalarda. Bunday uskunalarda qo'zg'olmas yoki fil'tirlovchi qavatli katalizatorli uskunalarda o'rniga qo'llaniladi. Qaynovchi qavatli uskunalarda Yuqori da sanab o'tilgan kamchiliklarni yo'qotadi va kontakt uskunai konstruksiyasini soddalashtirish imkonini beradi. Qaynovchi qavatli uskunalarda odatda mayda zarrachali, donachalarining diametri 0,1-2 mm bo'lgan katalizatorlar qo'llaniladi. Mayda zarrachalarning muallaq osilib turuvchi qavatli reaksiyaga kirishuvchi gazlarning (yoki suyuq) oqimi tufayli hosil bo'ladi. Buning uchun ustiga katalizator donachalari solib qo'yilgan panjara orqali pastdan Yuqori ga tomon gaz yuboriladi. Gaz shunday tezlikda keladiki, u katalizator zarrachalarini qo'zg'olmas holatdan muallaq osilib turuvchi holatga o'tkazadi. Osilib turuvchi qavatda katalizator donachalari har tomonga yo'nalgan holda to'g'ri chiziqli, girdobli va boshqa xilda harakatlar qiladi, natijada reagentlar diffuziyasi (reagentlar katalizator donachalariga diffuziyanadi) tezlashadi. Bundan tashqari yana katalizatorning ichiga gaz pufaklari kirib uni oralaridan o'tib go'yo qaynab turgan

qavatni hosil qiladi. Shuning uchun ham bunday katalizator qavatiga "qaynovchi" qavat deyishadi. Qaynovchi qavatli katalizatorli katalitik reaktorlarda harorat sharoiti izotermik bo'ladi. Qaynovchi qavatli katalizatorli kontakt uskunaning sxemasi 34-rasmda berilgan.



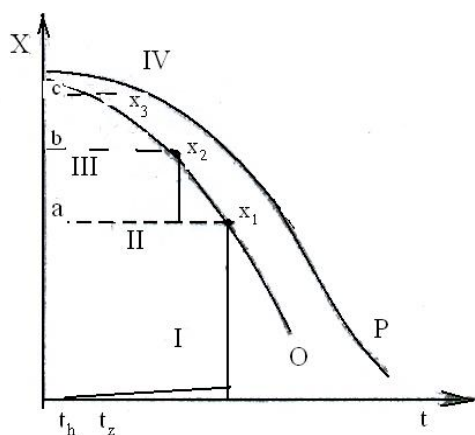
34-rasm. Qaynovchi qavatli katalizatorli kontakt apparati. 1. chang ushlagich; 2.katalizatorning qaynovchi qavat; 3. gaz taqsimlovchi chambara; 4. apparat korpusii; 5. issiqlik almashtirgichlar;(suvli sovutgich)

Bunday uskunalarda bir necha gaz taqsimlovchi panjaralar (3) o'rnatilgan bo'ladi. Reaksiyaga kirishuvchi gazlar aralashmasi pastdan Yuqori ga ko'tarilib har bir tokcha (panjara) ustida qaynovchi katalizator qavatini (2) hosil qiladi. Reaksiya mahsulotlari uskunaning Yuqori kengaygan qismidan (1) chiqib ketadi. Uskunaning

kengaygan qismida gaz oqimining tezligi kamayadi natijada gazlar aralashmasidan katalizator donachalari pastga tushadi va gaz oqimi bilan katalizatorning chiqib ketishi keskin kamayadi. Issiqlik almashinuvi har bir katalizator qavatida o'rnatilgan issiq almashtirgichlar (5) yordamida amalga oshadi.

Issiqlik almashtirishni bunday prinsipda amalga oshirilishi jarayonining issiqlik sharoitini optimal harorat egri chizig'iga maksimal yaqinlashtiradi.

Qaynovchi qavatli to'rt tokchali kontakt uskunai uchun tayyor mahsulotga aylanish darajasi 35-rasmda berilgan.



35-rasm. Katalizatori muallaq osilib turuvchi apparat qavatlarida maxsulotga aylanish darajasining o'zgarishi.

P-muvozanat egri chizig'i;

O-optimal egri chizig'i;

I,II,III,IV-gaz o'tganda katalizator qavatlarida maxsulotga aylanish izotermasi.

Katalizator qavatida gaz aralashmasi konsentrasiyasining tez tenglashuvi tufayli butun jarayon optimal egri chizig'i 0 yaqinida ya'ni X_1 , X_2 va X_3 da kechadi. a, v, s chizig'i bo'yicha harorat, uskunaning birinchi, ikkinchi

va uchunchi qavatlarida issiq almashtirgichlar yordamida to'g'rilanadi. 1, 2, 3 va 4 izotermalar har bir qavatda tayyor mahsulotga aylanishiga to'g'ri keladi.

Qaynovchi qavatli uskunalarda izotermik sharoit tufayli har bir qavatida harorat sharoitini avtomatik to'g'rilab turish oson amalga oshiriladi.

Muallaq osilib turuvchi qavatning ustunligi shundaki, katalizator zarrachalari o'lchamini kichraytirish natijasida, katalizatorning ichki aktiv yuzasidan to'liq foydalanish imkoniyati tug'iladi.

Qaynovchi qavatning qo'zg'almas yoki fil'trovchi qavatga nisbatan asosiy kamchiligi, unda gaz to'liq aralashtirilganligi sababli jarayonning harakatlantiruvchi kuchinni kamayishidir hamda gazning bir qismi katalizator qavatidan pufak shaklida chiqishidir. Ilgari aytilganidek harakatlantiruvchi kuchning kamayishi ayni qavatda mahsulot aylanish darajasiga proporsionaldir. Shuning uchun ham katalizator bir qavatli emas balki bir necha qavatlarda (tokchalarda) qo'yiladi, natijada uning harakatlantiruvchi kuchi qo'zg'almas qavatli uskunaniqiga yaqinlashdi. Boshqa kamchiligi katalizator harakatda bo'lganligi uchun uning tez edirilishidir. Shuning uchun ham qaynovchi qavat uchun o'ta mustahkam, qattiq, edirilishga chidamli, mayda donachali katalizator massasidan foydalaniladi. Bunga qo'zg'almas qavatli katalizatorni ishlatib bo'lmaydi.

Texnologik jarayonning sharoitiga qarab, qaynovchi qavatli kattaliza-torli kontakt uskunalarining, katalizatori regenerasiyalanmaydigan va to'xtovsiz regenerasiyalanadigan turlari ishlatiladi.

Qaynovchi qavatli uskunalar katalizatorni to'xtovsiz regenerasiyalash uchun almashtirib turish zarur bo'lgan katalitik jarayonlarni o'tkazishda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Masalan, uglevodorodlarni degidrogenlashda gidroformingda (parafinlarni degidrogenlash va degidrosiklizasiyalashda), katalitik krekingda va boshqalarda. Endotermik jarayonlarni o'tkazishda issiqlik tashuvchi, reaksiyaga kirishuvchi qizdirilgan gazlar aralashmasi ba'zan esa katalizatorning o'zi bo'lishi mumkin.

Osilib turuvchi qavatli katalizatorli uskunalar katalizatori regenerasiyalashni talab qilmaydigan jarayonlarida ham keng qo'llaniladi. Masalan, ksilol yoki naftalindan ftall angidridini olishda, etilenni, etilen oksidigacha oksidlashda, akrilonitril ishlab chiqarishda, SO_2 ni SO_3 gacha oksidlashda va boshqalarda.

Bunday uskunalarni ayniqsa, o'ta changli atmosferaga chiqarib yuboriladigan gazlarni zararli aralashmalardan tozalashda foydalanish istiqbolidir. Masalan, ayrim korxonalarning murilaridan chiqadigan tutun tarkibidagi atmosferani ifloslovchi zaharli gaz SO_2 ni SO_3 gacha oksidlab, so'ngra SO_3 ni sorbsiyalab ajratib olishda, azot oksidlarini qaytaruvchilar ta'sirida to erkin azot elementigacha qaytarishda, organik aralashmalarni to'liq yondirishda va boshqalarda.

Katalizatori harakat qilib turuvchi reaktorlar neft' mahsulotlarini bug' fazali kreking qilishda ayniqsa juda keng qo'llaniladi. Ya'ni boshqa, katalizatorning regeneratori bilan reaktor orasida to'xtovsiz harakat qilib aylanib turishi talab qilinadigan kattalizning boshqa jarayonlarida ham undan foydalanish mumkin. Bunday reaktorlarning ikki tipi keng qo'llaniladi: a) mayda donachali katalizatorning gaz oqimida muallaq osilib turgan xili; b) shaxta uskunalarida reaksiyaga kirishuvchi gazlar bilan bir-galikda to'g'ri yoki qarama-qarshi oqimda Yuqori dan pastga tushadigan yirik donachali zich qavatli katalizatorli xili.

Katalizatori harakat qilib turuvchi reaktor qurilmasining sxemasi 34- rasmda berilgan. Unda bug'-gaz aralashmasining tezligi shunchalik kattaki katalizator donachalariga gazning ishqalanish kuchi donacha massasidan katta. Shuning uchun ham mayda katalizator donachalari gaz oqimi bilan birgalikda harakat qiluvchi va kontakt uskunaning yuqori qismidan chiqib ketadi. Katalizatorning asosiy massasi, siklon separatorlarda reaksiya

mahsulot-laridan ajraladi va ejektor bilan regeneratorga yuboriladi, u yerda katalizator sirtiga o'tirib qolgan koks, kislorodda yoqish orqali tozalaniladi. Regenerasiyalangan qattiq qizigan katalizator tik quvur orqali pastga tushib xom ashyo bug'lari bilan qo'shilib ejektor yordamida yana reaktorga yuboriladi.

Bu qurilmaning kamchiligi, undan changsimon katalizatorni gaz oqimidan to'liq ajratib olib bo'lmaydi. Hamda chang ushlagichlar: siklon, elektrofil'tr kabi ortiqcha qurilmalar kerak bo'ladi va ular ancha joyni egallaydi.

Qattiq katalizatorlarda suyuq fazali jarayonlar ko'pincha turli xildagi aralashtirgichlari bo'lgan uskunalarda, jumladan propellerli (parrakli, 12-rasm), kurakli (parrakli, 14-rasm) va shu kabilarda amalga oshiriladi, qaysikim mahsulotga aylanish darajasini yuqori bo'lishini ta'minlash uchun, ular bir nechatasi bir-birisiga batareya qilib ulanadi. Masalan, tizma tipida (16-rasm). Pnevmatik aralashtiruvchi uskunalarini (13-rasm) ham qo'llash mumkin.

Bunda ham mayda donachali katalizator qo'llaniladi va u mahsulotlar aralashmasidan tindirgichlarda, gidrosiklonlarda va fil'trlarda ajratib olinadi.

Kimyoviy texnologik jarayonlarni takomillashtirishning istiqbolli usullari.

Kimyoviy texnologik jarayonlarni yangi shakllanish ya'ni vujudga kelish bosqichida bo'lgan yangi usul va usullarni tadbiq etish yo'li bilangina takomillashtirish va intensivlashtirish mumkin. Bunday usullarga fotoqimyoviy, radiasion - kimyoviy, bioqimyoviy plazmoqimyoviy jarayonlar va ul'tratovushdan foydalanish kabilari kiradi. Radiasion - kimyoviy va bioqimyoviy jarayonlar, kimyoviy reaksiyalarni qo'zg'ash ya'ni aktivlash va tezlatish mexanizmlari bo'yicha odatdagi katalitik jarayonlarga o'xshaydi.

Radiasion kimyoviy jarayonlar Yuqori quvvatli katta energiyani ionlovchi nurlanishi (nur sochish yoki nur chiqarish) ta'sirida boradi. Bunda qo'zg'ovchi ya'ni jarayonni tezlatuvchisi, elektromagnit nurlanish (rentgen va) γ -nurlanish va katta energiyaning zaryadlangan zarrachalaridir. (tezlashgan elektronlar α va β zarrachalar, izotonlar va boshqalar) Reaksiyaga kirishuvchi sistemaga ionlovchi nurlanishning ta'sir mexanizmi bu reaksiyaga kirishuvchi moddalarga energiya o'tkazishdan iboratdir. Bunda avval zaryadlangan zarrachalarning reagentlar molekulalari bilan to'qnashuvi natijasida beqaror aktiv molekula 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 ham o'zaro bir-birisi bilan yoki hali mahsulotga aylanmagan molekulalar bilan birikib reaksiyaning oxirgi tayyor mahsuloti hosil bo'ladi.

Radiasion - kimyoviy jarayonlar juda katta tezlikda boradi, chunki ularida aktivlanish energiyasi aktivlanmagan molekulalarning reaksiyalariga qaraganda, keskin kamayadi. Radiasion - kimyoviy reaksiyalarda energetik g'ov unchalik katta emas (20 - 40 kJ/mol' atrofida). Shu sababli ko'pgina radiasion kimyoviy jarayonlar nisbatan past haroratda olib boriladi. Radiasion - kimyoviy jarayonlarni tadqiq qilish, ishlab chiqish va ularni ishlab chiqarishga tadbiq etish yangi radiasion - kimyoviy texnologiya ishtirokida amalga oshiriladi. Ishlab chiqarishga tadbiq etilgan radiasion - kimyoviy jarayonlarga avvalo galogenlash, sul'folash, qo'shbog'ga birikish va boshqa reaksiyalar kiradi. Radiasion usul yuqori molekulyar birikmalar texnologiyasida polemerlash jarayonlarida, hamda makromolekulalarni "tikish" yo'li bilan polimerlarni "termik" barqarorligi va mexanik mustahkamligini oshirishda qo'llaniladi. Kauchukni radiasion vulkanlash jarayoni, polimer materiallaridan buyumlar: plyonka (yupqa parda), quvurlar, kabel' izolyasiyalar va boshqalarni tayyorlash ishlab chiqarishga tadbiq etilgan.

Biokimyoviy jarayonlar kimyoviy texnologiya uchun juda istiqbollidir. Ular juda aktiv tabiiy katalizatorlar - fermentlar va garmonlar, hamda ushbu katalizatorni saqlovchi mikroorganizmlar ta'sirida tirik organizmlarda atmosfera 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 tadbiq etilgan. Texnik mikrobiologiyaning istiqbolida atmosfera azotini fiksasiyalash (biriktirib olish), oqsil va yog' sintezi, oltingugurtning SO_2 va SO_3 gacha oksidlash va aksincha oltingugurtning uning birikmalaridan qaytarib olish, rudalardan metallarni mikrobiologik usulda ajratib olish kabilar bor. Ayniqsa oziq - ovqat mahsulotlarini, jumladan oqsilni mikrobiologik sintez usulida olish benihoyat katta ahamiyatga egadir.

Ma'lumki butun dunyoda oqsil mahsulotlari tanqisligi sezilmoqda. Bu muammoni echish yo'llaridan biri mikrobiologik usulda oksil moddalarini ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishdir.

Bir qator biokimyoviy jarayonlar, anchadan buyon sanoatda oqsil, oziqa turushlari, turli xil achitishlar yordamida spirtlar, kislotalar olishda, oqava suvlarini biologik usulda tozalash kabilarda qo'llanilib kelinmoqda. Tirik organizmlarda amalga oshadigan kattaliz prinsiplarini modellash, qator ishlab chiqarish tarmoqlarini qayta qurish, oziq - ovqat resurslarini kengaytirish imkonini beradi.

III – B O B. Kimyo sanoatining xom ashyosi va uni boyitish usullari va energiya

3.1. Xom ashyo va energiya

Har qanday ishlab chiqarishning muhim tarkibiy qismlaridan biri xom ashyodir. Xom ashyo deb, iste'mol mahsulotlari va ishlab chiqarish vositalari olish uchun sanoatda ishlatiladigan tabiiy moddalarga aytiladi. Kimyo sanoatida xom ashyo asosiy omil bo'lib, ishlab chiqarilgan tayyor mahsulot tan narxining 60-70 foizini tashkil etadi.

Sanoat ishlab chiqarishda xom ashyo tushunchasidan tashqari dastlabki ashyo, tayyor mahsulot va chiqindi tushunchalari ham qo'llaniladi. Xom ashyo va dastlabki ashyoni bir – birisidan farq qilish kerak. Xom ashyo, sanoatda qayta ishlovdan o'tmagan tabiiy moddalardir. Biror – bir ishlab chiqarish uchun xom ashyo, yarim fabrikat, oraliq mahsulot, yarim mahsulot (asosiy material) ko'shimcha mahsulot va ikkilamchi ashyolar, dastlabki ashyo bo'lishi mumkin. Yarim fabrikat bu tabiiy xom ashyoni sanoatda dastlabki ishlov berish natijasida olingan materialdir. Oraliq mahsulot deb, xom ashyo yoki yarim fabrikatdan 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 xom ashyo deb, o'z xizmat muddatini o'tab bo'lgan narsalarga va materiallarni – sanoatda ishlov berganda hosil bo'ladigan chiqindilariga aytiladi. Qaysikim, u chiqindilarni sanoatda qayta ishlab tayyor mahsulotga aylantirish iqtisodiy 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'lishlar, albatta, nisbiydir. Masalan, nitrat kislota, shu kislotani ishlab chiqarish korxonasining tayyor mahsuloti bo'lsa, o'g'it ishlab chiqarish korxonasining esa dastlabki ashyosi hisoblanadi.

Xom ashyolar turli belgilariga qarab sinflarga bo'linadi. Kelib chiqishiga qarab, ular mineral, o'simlik va hayvon xom ashyolariga, agregat holatlariga qarab, qattiq, suyuq, (neft' sho'robolari), gazsimon (havo, tabiiy gaz) xom ashyolarga, tarkibiga qarab anorganik va organik xom ashyolarga bo'linadi. Mineral xom ashyolar o'z navbatida rudali, rudasiz va organik yoki yonuvchi xom ashyolarga bo'linadi. Rudali minerallar to'g'ridan to'g'ri ruda deb ataladi. Ruda deb, tarkibida metall saqllovchi tog' jinslari yoki boshqa mineral birikmalarga aytiladi. Ulardan metallar ajratib olinadi. Metallar ruda tarkibida asosan oksidlar va sul'fidlar shaklida bo'ladilar. Ruda tarkibida asosiy komponent – metallardan tashqari, har doim begona aralashmalar ham ushlaydi. Ishlab chiqarishda foydalanilmaydigan begona aralashmalarni chiqindi, ba'zan "bekorchi jins" deb ataladi. Tarkibida ajratib olishga etarli miqdorda bir necha metall saqllovchi rudalarga polimetall rudalar deyiladi. O'zbekistondagi rangli metall rudalari (masalan: mis-ruxli, qo'rg'oshin – rux - kumushli) asosan polimetall rudalardir.

Rudasiz minerallar deb, metalmas 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 guruxga 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).

v) kimyoviy mineral ashyolar, kimyoviy ishlov berilib, yoki to'g'ridan – to'g'ri foydalaniladi (oltingugurt, fosfor, apatit, sil'vinit, toshtuz va boshqa ko'pgina tuzlar).

g) qimmatbaho, yarim qimmatbaho va ishlov berib tayyorlanadigan, ashyolar, qaysikim, 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 xom ashyolariga bo'linadi. Qazilma organik yoki yonuvchi xom ashyolar (torf, slanes, ko'mir, neft', tabiiy va yo'ldosh gazlar) energiya manbai sifatida hamda, qimmatbaho kimyoviy ashyo sifatida ishlatiladi.

O'simlik va hayvon xom ashyolari qishloq xo'jalik, o'rmon xo'jaligi va baliqchilik xo'jaliklarining mahsulotlari hisoblanadi.

O'simlik va hayvon ashyolari ishlatish 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, hayvon va baliq yog'lari va boshqalar) mahsulotlar kiradi.

Texnik ashyolarga esa, oziq-ovqat sifatida ishlatishga yaroqsiz bo'lgan, ammo kimyoviy va mexanik ishlov berilgach, turmush va sanoatda, texnik maqsadlarda ishlatish mumkin bo'lgan ashyolar kiradi. Masalan: paxta, yog'och, yog'och smolasi, somon, zig'ir poyasi, nasha poyasi (kanop), 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'lish bu nisbiydir. Chunki ba'zan oziq-ovqat ashyolari texnik maqsadlarda 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.

3.2. Xom ashyo manbalari va ularni qazib olish

Yerning uzoq muddat geologik taraqqiyoti davrida ayrim elementlar, yerning ayrim joylarida turli minerallar shaklida to'planib qazilma boyliklar, konlar hosil qiladi. Qazilma boyliklarining qimmatini, ulardan xom ashyo sifatida foydalanish, ularning xalq xo'jaligida qay darajada foydaliligi, qayta ishlash texnologiyasining taraqqiyot darajasi, uning qazilma tarkibidagi konsentratsiyasi, zaxirasi, tarkibida foydali komponenti bo'lgan birikmaning xarakteri, qazib olishning oson yoki qiyinligi va boshqa shu kabi ko'rsatkichlarga bog'liq bo'ladi. Bu ko'rsatkichlar fan va texnika taraqqiyoti, xalq xo'jaligining taraqqiyoti hamda talab va ehtiyojlarga qarab o'zgarib turadi. Kimyo sanoatining taraqqiyot tarixida ko'pgina xodisalar ma'lumki, bir vaqtlar sanoat chiqindisi bo'lgan moddalar keyinchalik, muhim qimmatbaho xom ashyoga yoki tayyor mahsulotga aylangan. Masalan: o'tgan asrning oxirlarida osh tuzi sil'vinit ($KCl \cdot NaCl$) mineralini qayta ishlab olinar edi, kaliy xlorid tuzi esa, chiqindi sifatida tashlanardi. Hozirgi paytda esa kaliy xlorid olish uchun sil'vinit qayta ishlanadi, (chunki KCl muhim mineral o'g'it sifatida ishlatiladi) va $NaCl$ esa chiqindi sifatida tashlanadi. Ko'pgina siyrak elementlar ilgari ishlatish sohalari bo'lmaganligi uchun yoki ularni etarli miqdorda olib bo'lmaganligi sababli foydali qazilma tarkibidan asosiy element olingach, qolganlari chiqindi sifatida tashlab yuborilgan. Hozirgi kunda esa, ularni atom energetikasi, mikroelektronika, radiotexnika, teletexnika, kosmik texnika sohalarida keng

qo'llanish sohalari ochilgach, ularga bo'lgan talab va ehtiyojning ortganligi sababli ularning sanoat ishlab chiqarishini yo'lga qo'yilgan.

Qattiq mineral xom ashyolarni sanoatda, uning er yuzasiga yaqin yoki chuqurlikda joylashganligiga qarab ochiq yoki yopiq usulda qazib oladilar. Ochiq usulda ohaktosh, gips, qum, bentonitlar, tuproq, granit, marmartosh, qurilish toshlari, sochma oltin, platina, olmos, ba'zi ko'mir konlaridan (masalan Kansko – Achinskiy - Rossiya) ko'mir, rudalar, apatitlar va boshqalar qazib olinadi. Yopiq usulda er ostida: shaxtalarda, rudniklarda, konlarda qazib olish ishlari olib boriladi. Shahtalarda ko'mirning har xil turlari, rudniklarda metall rudalari va fosforit hamda apatitlar, konlarda esa tuzlar qazib olinadi. Neft' va gaz esa maxsus neft' yoki gaz sanoati korxonalarida olinadi. Foydali qazilma boyliklarni ochiq usulda olish, yopiq usulga nisbatan katta ustunlikka ega, chunki ochiq usulda mexanizasiyani keng qo'llash, qudratli qazib oluvchi uskunalarni o'rnatish mehnat sharoitini yaxshilash mumkin bo'ladi. Natijada ochiq usulda mehnat unumdorligi 2-6 martagacha Yuqori , qazib olingan mahsulotning tan narxi esa 2-3 martagacha yopiq usuldagiga nisbatan kam bo'ladi.

Ammo ochiq usulning ham o'ziga yarasha kamchiliklari bo'ladi. Bu usul atrof muhitga salbiy ta'sir etadi, tuproqning unumdor qismini yo'qotadi, suv sharoitini buzadi, tuproq eroziyasiga olib keladi, havo, suv havzalarining konga yaqin bo'lgan qishloq va shaharlar atmosferasini changlilik darajasini oshiradi.

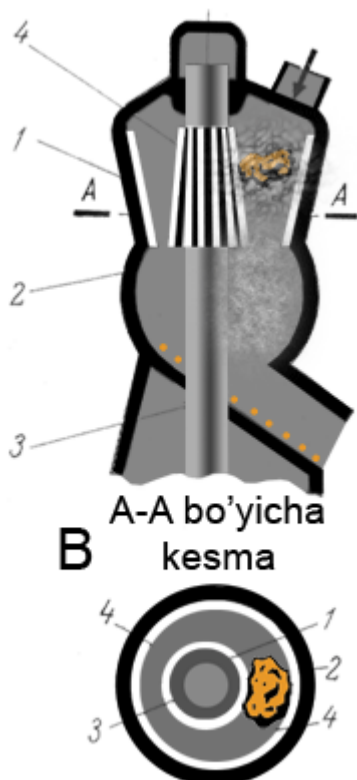
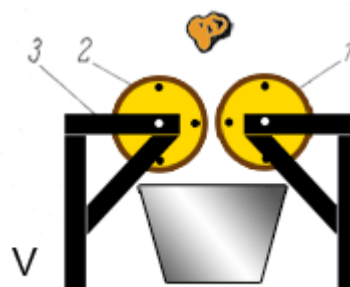
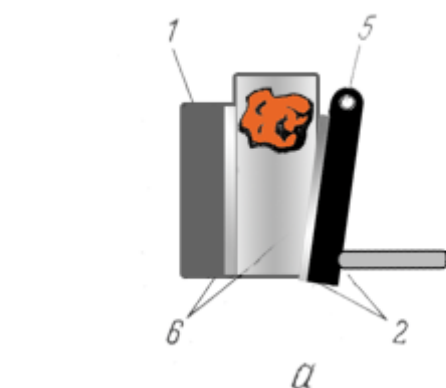
O'zbekistonda 1930 yilgacha kimyoviy xom ashyo manbalari yo'q, hali ochilmagan edi, er qa'rida yashirinib yotardi. 1930 yillardan keyin respublikamiz xududida geologik qidiruv ishlari qizg'in boshlab yuborilganligi munosabati bilan birin – ketin turli xom ashyo manbalari, qazilma boyliklar ochila boshlandi. 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), vol'fram, alyuminiy, vismut, simob, surma, neft', gaz, marmar, fulyuorit, magniy rudalari, oltingugurt, osh tuzi, kaliyli tuzlar, kaolin, bentonit, bezak toshlari: feruza, oniks, xol'sedon, ametist va boshqa konlar topildi. Respublikamiz mustaqil bo'lgandan so'ng kimyo sanoati keng rivojlandi. Bir kancha yangi zavod va korxonalar kurilib ishga tushirildi. Masalan: 1991 yilda Toshkent viloyatida "Mediz" zavodi (bir marta ishlatiladigan shprislar 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 korxona 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 (Tomdu tumani) Qizilqum fosforit zavodi ishga tushirildi, Sho'rtanda polietilen ishlab chiqarish zavodi, Sho'rtan gaz kompleksi qurilib ishga tushirildi (Qashqadaryo viloyatida). Respublika oltin, kumush, uran, mis, molibden, rux, vol'fram, singari qimmatbaho va nodir metallar zaxirasi bo'yicha dunyoda etakchi 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 m³ ga yaqin gaz, ko'mir konlarida – 2 mlrd. tonnadan ziyod ko'mir, 350 mln. tonnaga yaqin neft' zahiralari mavjudligi aniqlangan. Shu kungacha respublikamizda hammasi bo'lib 95 xildan ortiq xom ashyo konlari ochilgan va ular 700 ta konlarda joylashgan. Ular asosida hozirgi vaqtda foydalanilayotgan 370 ta shaxta konlardan har yili 200 mln. t gacha xom ashyo qazib olinmoqda.

3.3. Qattiq xom ashyoni boyitish

Har qanday tabiiy xom ashyo qazib olingach tarkibida foydali mineraldan tashqari ma'lum miqdorda foydasiz yoki u qadar ahamiyatga ega bo'lmagan hatto zararli bo'lgan begona aralashmalar – “bekorchi jinslar” ham uchraydi. Masalan: qattiq xom ashyolarda: kremnezyom, ohaktosh, tuproq, turli sul'fidlar, temir, suyuqliklarda qattiq zarrachalar, suv, suvda erigan tuzlar: gazlarda – vodorod sul'fidi va boshqalar bo'ladi. Kimyoviy ishlab chiqarishlarda, mahsuldorlikni oshirish, tayyor mahsulot sifatini yaxshilash, energetik va boshqa sarfiyotlarni kamaytirish jarayonini intensivlash maqsadida konsentrlangan xom ashyo ishlatishga harakat qilinadi. Buning uchun xom ashyo boyitiladi, ya'ni uning tarkibidagi foydali tarkibiy qismining miqdori oshiriladi.

Xom ashyo qazib olingan joyda, maxsus boyitish korxonalarida boyitiladi. Bu holat ortiqcha transport harajatlarini (tashish, ortish, tushirish) tejaydi. Xom ashyolarni agregat holatlariga qarab ularni boyitishning turli usullari qo'llaniladi.

Tog' jinslari (rudalar) boyitishdan ilgari zarrachalari (kristallari) orasidagi bog'larni buzish uchun maydalaniladi, zarur bo'lsa suvsizlantiriladi. Maydalashni shartli ravishda: dag'al maydlash yoki tuyish va unday maydalash yoki kukunlashtirishga bo'lish mumkin. Tuyish maxsus tuyuvchi dastgoxlarda olib boriladi. Tuyilgan jins 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 dastgoxlar (36-rasm) maydalash usuliga qarab 5 turga bo'lish mumkin:



36-rasm. Maydalovchi mashinalar.

A. Lunjli maydalagich:

1-qo'zg'almas 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. Konussimon maydalagich.

1-aylanuvchi konus; 2-qo'zg'almas konus; 3-val; 4-marganetsli po'latdan yasalgan plitalar.

V. Valikli maydalagich.

1-qo'zg'almas valik; 2-harakat qiluvchi valik; 3-prujina. 2-val; 3-tebranuvchi yuk prujina.

Jag'li maydalagich dastgoxlarining asosiy ish qismlari vazifasini qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan yassi qismlar bajaradi. Xom ashyo qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas yassi qismlar oralig'ining Yuqori tomonidagi bo'shliqqa beriladi, bunda xom ashyo qo'zg'aluvchan yassi qismning tebranma harakati ta'sirida tuyiladi. Maydalangan zarrachalar pastki tor tirqish orqali tashqariga chiqariladi.

1) Konusli tuyish dastgoxlari bir – biriga nisbatan ekssentrik (umumiy markazga ega bo'lmagan) holatda aylanadigan ikkita konuslar oralig'ida xom ashyoni siqish, ezish yordamida maydalashga asoslangan.

2) Valkli maydlagich, bunda ikkita silindrsimon aylana valklar bo'lib, ulardan biri qo'zg'almas ikkinchisi esa, harakatlanuvchi valkdir, ashyo valklar orasida qisilib maydalanadi.

3) To'qmoqli 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

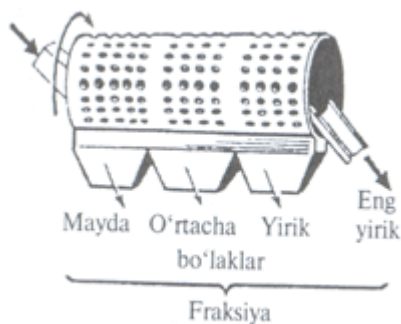
balandlikka ko'tarilgandan so'ng erkin tushib ashyoni zarba kuchi va eyilish natijasida maydalaydi.

Yirik va o'rtacha kattalikda maydalash uchun yassi yuzali va konusli maydalagich hamda valkli tegirmondan foydalaniladi. Maydalangan tog' jinslari fraksiyalarga ajratiladi va ruda tarkibidagi foydali komponentlardan birining miqdori turli usullar yordamida ko'paytiriladi. Shunday yo'llar bilan boyitilgan ruda – konsentrat deb ataladi, qolgan foydalanilmaydigan, “bekorcha jinslar” esa, qoldiq yoki chiqindi deb ataladi. Qattiq xom ashyoni boyitish uchga: mexanik, kimyoviy va termik usullarga bo'linadi.

Mexanik boyitish usuli xom ashyo tarkibiga kirgan minerallarni turli fizikaviy va fizik kimyoviy xossalriga asoslanadi. Mexanik boyitish usuliga: navlarga ajratish, gravitasion ajratish, elektromagnitli va elektrostatikli separasiya hamda flotasiya usullari kiradi.

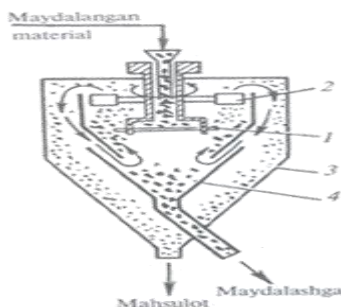
Navlarga ajratish. Bu usulda xom ashyo zarrachalarining katta kichikligiga qarab ajratish orqali boyitiladi. Agar xom ashyo qattiqligi turlicha bo'lgan minerallardan iborat bo'lsa, yumshoqlari juda maydalnib ketadi. Qattig'i esa yirikroq bo'laklarga bo'linadi. U elakdan o'tkazilgandan so'ng yiriklari maydasidan ajratiladi, navlarga ajratiladi va bir yo'la xom ashyo ham boyiydi. Masalan, fosforit va appatit rudalar bekorcha jinslardan shunday yo'l bilan ajratiladi. Qattiq xom ashyolar zarrachalarining katta – kichikligiga qarab g'alvirdan o'tkazish yo'li bilan navlarga ajratiladi. G'alvirlar yassi yoki silindrsimon bo'lishi mumkin. Navlarga ajratishni intensivlash uchun g'alvir aylanishi, tebranishi, titrashi kerak. Maydalangan xom ashyoni bir necha 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'tkazib elanadi (37-rasm).

37-rasm.Baraban g'alvir.



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 tushishiga asoslangan. Xom ashyo suvda erisa yoki buzilsa quruq usuldan foydalaniladi. Quruq gravitasion usulda boyitish havo oqimida cho'ktirish orqali yoki

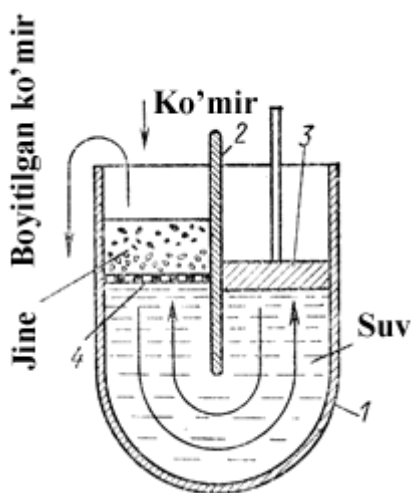
separator mashinalarda olib boriladi. Havo separatorining tuzilishi 38-rasmda berilgan.



38-rasm. Havo speratori sxemasi. 1-aylanuvchi tarelka 2-ventilyatorning qanotchasi; 3-tashqi konus; 4-ichki konus;

U ikki: ichki va tashqi konusdan xom ashyoni changitib to'kuvchi qurilma hamda, havoni aylantiruvchi moslamadan iborat. Maydalangan kukunsimon ashyo aylanuvchi tarelka yordamida ichki konus ichiga sochilib turadi. Mayda zarrachalar havo oqimi bilan Yuqori ga ko'tariladi va tashqi konusga tushib, uning ostki qismidan chiqadi, yirikroq zarrachalari esa ichki konusning ostiga cho'kib maxsus quvur orqali chiqadi.

Ho'l usulda boyitish, asosan, suv oqimida tindirgich sistemalari, shag'al yuvgichlar, gidravlik saralagich, konsentrasyon stol, cho'ktiruvchi mashinalar va gidrosiklonlar yordamida olib boriladi. Cho'ktiruvchi mashinalarda boyitish, eski usullardan biri bo'lib, temir rudalari, toshko'mir, qalay, vol'framli va boshqa rudalarni, oltin, kumush, platina, olmos, saqlovchi qumlarni boyitishda keng qo'llaniladi. Ho'l usulda boyituvchi cho'ktirish mashinasining sxemasi 39-rasmda berilgan.



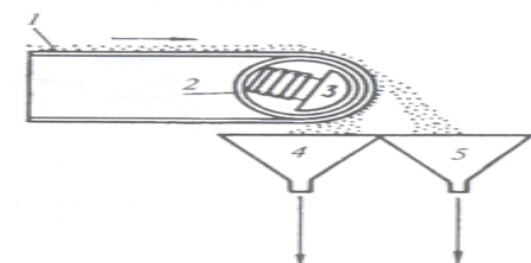
39-rasm. Ho'l usulda boyituvchi cho'ktirish mashinasining sxemasi

Maydalangan material aralashgichi bo'lgan bakda suv bilan aralashtirilib pul'pa (qattiq materialning suyuqlikdagi konsentrlangan aralashmasiga pul'pa deyiladi) hosil qilinadi. Pul'pa vertikal to'siqlar bilan to'silib uch cho'ktirish bo'lmasiga ajratilgan tindirgich ostidan oqiziladi. Eng katta va og'ir zarrachalar tez cho'kkanligi uchun birinchi bo'lмага cho'kadi, o'rtachasi ikkinchi va yengil zarrachalar uchinchi bo'lmachaga cho'kadi. Nihoyat, eng engil va mayda

zarrachalar suv bilan tindirgichdan chiqib ketadi. Bo'lmalari sonini ko'paytirish bilan xoxlagancha fraksiyalarga ajratib olish mumkin.

Elektromagnitli boyitish usuli paramagnitli yoki ferromagnitli ashyolarni diamagnitli materiallardan ajratishda qo'llaniladi. Masalan: magnit temirtosh (Fe_3O_4), xromitli temirtosh ($\text{Fe}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$) va boshqa magnitga tortiluvchi minerallarni bekorchi jinslardan ajratishda. Elektromagnitli separator 40-rasmda berilgan. Xom ashyolarni maydalashdan oldin unga aralashib qolgan po'lat siniqlarini ajratish uchun ham foydalaniladi. Aks holda,

maydalagichlarga tushib qolsa, ularni sindirishi mumkin.

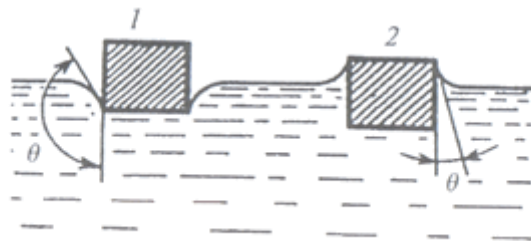


40-rasm. Elektromagnitli separatorning sxemasi.
1-transportyor tasmasi;
2-transportyor barabani;
3-elektromagnit 4,5-bunkerlar.

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, tugma 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'rniga elektrod o'rnatilgan bo'ladi va elektrod manfiy qutibi bilan toq to'g'rilagichga ulangan bo'ladi. Elektrni yaxshi o'tkazuvchi zarrachalar manfiy zaryadlanib bunkyerdan itariladi va boshqa yig'gichga tushadi. Dielektriklar esa bunkerga tushadi.

Flotasion boyitish. (Flotasiya inglizcha flotation so'zidan olingan bo'lib qalqib chiqish degan ma'noni anglatadi. Bu usul keng tarqalgan bo'lib, bu usulda polimetall sul'fidli rudalar, boyitiladi. Appatitlar nefilindan ajratiladi, oltingugurtli rudalardan konsentratlar olinadi, toshko'mir va ko'pgina tuzlar boyitiladi. Bu usulda xom ashyo tarkibidagi mayda zarrachalarning suvda ho'llanish darajasi har xilligidan foydalaniladi. Materiallarning ho'llanish me'yori – darajasi, bu qattiq zarracha, suyuqlik va havo chegarasida hosil bo'luvchi ho'llanishning chekka burchagi kattaligi hisoblanadi (41 -rasm).



41-rasm. Ho'llanishning ta'siri.

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. Bu hodisa, mineral zichligiga bog'liq emas, ko'pchilik hollarda og'ir gidrofob zarrachalar yuzaga qalqib chiqadi, engillari esa cho'kadi. Zarrachaning o'lchami qanchalik kichik bo'lsa, ho'llanish kuchliroq bo'ladi. Pul'pa orqali havoning mayda pufakchalari puflansa, o'zi bilan birga gidrofob zarrachalarini ham olib yuzaga qalqib chiqadi. Qattiq zarrachaning ho'llanmaslik 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 qavatida hosil bo'ladi. Uni osongina ajratib olish mumkin. Yaxshi ho'llanadigan zarrachalar asta – sekin suyuqlik ostiga cho'kib to'planadi.

Tabiyy minerallar ho'llanish darajasi bilan bir-birisidan kam farq qiladi. Shuning uchun ham flotasiyaga qulay muhit yaratish uchun pul'paga turli flotareagentlar qo'shiladi. Barcha flotareagentlar: ko'pik hosil qiluvchilar, yig'gichlar va to'g'rilagichlar (regulyatorlar) ga bo'linadi.

Ko'pik hosil qiluvchilar organik sirt aktiv moddalar bo'lib ko'pikni tashqi qavatida absorbsion parda hosil qiladi. Hamda ko'pikning barqarorligini, mustahkamligini oshiradi. Ko'pik hosil qiluvchi sifatida qarag'ay moyi, yog'och diyogoti, toshko'mir smolasining ba'zi fraksiyalari, OH-gurux 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 guruxlari bilan qattiq zarracha yuzasiga adsorbasiyalanib, uning gidrofobligini keskin oshiradi. Natijada unday zarrachalar pufakchalar (ko'pikchalar) sirtida yig'iladi va

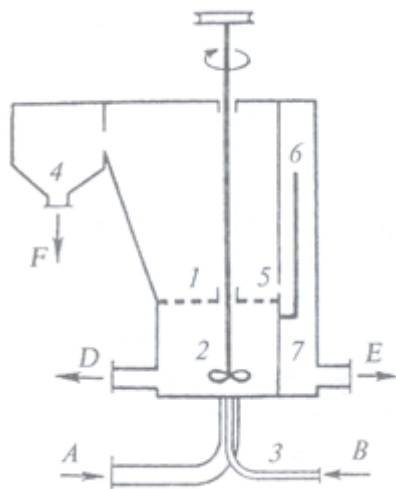
suyuqlik yuzasiga qalqib chiqadi. Yig'ichlar sifatida, sul'fidli rudalar uchun kisantogenotlar va ditiofosfatlar, ishqoriy er elementlari tuzlarini yoki metall oksidlarini (SnO_2 , Fe_2O_3 , MnO_2) caqlovchi minerallar (apatit ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CuF}_2$), flyurit (NaAlF_6), barit (BaSO_4) va boshqalar) 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'ichlarni adsorbsiyalanishini tezlashtirsa, boshqalari esa flotasiyalanishi kerak bo'lmagan zarrachalarga adsorbasiyalanib ularning gidrofilligini oshiradi. Regulyatorlar, molekulasida gidrofob guruxlari bo'lmaydi. Masalan, suyuq shisha silikat minerallarni ohak, kabilarni flotasiyalanishini kamaytiradi. Shunday qilib, ko'p marta selektiv flotasiyalash natijasida nafaqat foydali komponentni, bekorcha jinslardan ajratish boyitish, balki ularni to'liq ajratish ham mumkin. Flotareagent sarfi katta bo'lmaydi. Bir tonna jinsga 100 grammacha flotareagent sarflanadi xolos.

Xom ashyoni boyitish uchun ikki turdagi flotasiya mashinalari ishlatiladi:

1. Kamerali (bo'lmali) bunda pul'pa havo bilan mexanik usulda aralashtiriladi.
2. Tog'orali mashina. Pnevmatik (siqilgan havo yordamida ishlovchi) usulda aralashtiriladi.

Kamerali mashinalarda bir necha bo'limlar bir – birisi bilan tutashtirilgan bo'lib, har bir bo'lma (kamera) ichida va bo'lmalar tutashgan joyda: teshiklari bo'lgan disk (to'garak) panjara, to'siq, otseklar (bo'lmalarni ajratuvchi bo'shliq) joylashtirilgan bo'lib ular yordamida pul'pa sathi har xil darajada saqlab turiladi va flotasiyaga turli sharoit yaratiladi. 42-rasmda bu mashinaning bitta bo'lmasini uzunasiga kesmasi ko'rsatilgan



42-rasm. Aralashtirib flotatsiyalash mashinasining bo'lmasi.
1-gorizontaal boshhoqsimon panjara; 2-aralashtirgich; 3-havo yuborish uchun quvurcha; 4-konsentratni chiqarib olish bo'lmasi; 5-teshik; 6-ostona; 7-oraliq bo'lma. A. Pulpakiritiladigan joy; B. Havo kiritiladigan joy; V. Konsentrat chiqarib olinadigan joy; G. Oraliq maxsulotlar chiqariladigan joy; D. Yirik zarrachalarchiqariladigan joy.

Bo'lmaning ostki qismida quvurchalar orqali ko'pik hosil qilish uchun havo hamda flotoreagentlari bo'lgan toza pul'pa kiritiladi. Bo'lma, gorizontaal holda o'rnatilgan chambara yordamida ostki aralashtiruvchi va ustki ajratuvchi qismlarga ajratilgan. Ustki ajratuvchi bo'limidan konsentrat saqlovchi ko'pik olinadi. Ostki bo'limidan esa, ruda qoldiqlari chiqarib olinadi. Agar, qoldiqlar tarkibida kerakli komponentlar saqlansa, u keyingi flotasiyalovchi bo'limga o'tadi va boshqa flotoreagentlar yordamida flotasiyalanadi. Bo'lmasa chiqindi sifatida tashlanadi. Konsentrat tindirgichlarda suvdan ko'pikdan ajratiladi. Fil'trdan o'tkaziladi va quritiladi.

Pnevmatik mashinalarda esa, maydalangan jinslar pul'paga solinadi va gidrofob zarralarni flotasiyalash xizmatini o'tovchi havo yordamida aralashadi.

Termik boyitish. Xom ashyoni turlicha suyuqlanuvchanligiga asoslangan. Ashyo qizdirilganda oson suyuqlanuvchi materiallar suyuq holda oqib, qiyin suyuqlanuvchi jinslardan ajraladi. Shunday usul bilan oltingugurtni boshqa jinslardan (asosan qiyin suyuqlanuvchi ohaktosh, gips va shu kabilardan) suyuqlantirib ajratib oladilar. Bitumlarni anorganik qo'shimchalardan ajratib olishda ham qo'llaniladi.

Kimyoviy usullari komponentlarni tashkil etuvchi qismlarning kimyoviy xossalarini har xilligidan foydalanib xom ashyoni boyitishga asoslangan.

3. 4 Suyuq xom ashyolarni boyitish

Suyuq aralashmalarning (eritmalar) tarkibidagi moddalarni bug'lantirish, muzlatish, to'yintirish, komponentlarni cho'kmaga tushirish, ekstraksiyalash yoki rektifikatsiyalash orqali ajratadilar yoki konsentrlaydilar.

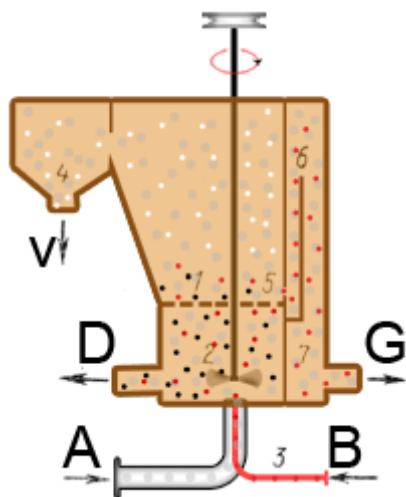
Bug'lantirish, kislotalar, asoslar, tuzlarni va mineral o'g'itlarni tarkibidagi suvni yo'qotish uchun qo'llaniladi. Muzlatish bilan odatda qish paytlarida tabiiy sho'robalar konsentrlanadi. Ko'pgina kimyoviy ishlab chiqarishlarda dastlabki va aylanma eritmalar foydali komponentlar bilan to'yintiriladi. Masalan, tabiiy sho'robalarda osh 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, yo begona aralashmalari kristall holda cho'kmaga tushadi. Yoki eritmadagi kolloid aralashmalarni, polimerlarni kaogulyasiyaga 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 komponentlardan birini yoki bir nechtasini selektiv (tanlab) eritish orqali ajratiladi. Bunda eritib oluvchi – selektiv erituvchi eritma bilan ikki qavat 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, furfurool yoki boshqa qutbli erituvchilar yordamida surkov moylari turli zararli aralashmalardan tozalanadi. Uglevodorodlar, spirtlar, al'degidlar, moy kislotalari va boshqa ko'pgina organik moddalarni ajratib olishda ekstraksiyalovchi modda sifatida dietil' efir, benzol, dimetil'formamid, xloroform va boshqalar ishlatiladi. Rektifikatsiya, neft'ni 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 uskunalarda – rektifikatsiya minoralarida olib boriladi.

3.5. Gazsimon xom ashyolarni 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'tqazish).
- 2) Suyultirilgan gazlar aralashmasini ketma-ketlik bilan bug'lantirish yoki rektifikatsiyalash.
- 3) Absorbsiyalash va desorbsiyalash.
- 4) Adsorbsiyalash va desorbsiyalash.

Ketma-ketlik bilan kondensasiyalash usuli gazlar aralashmasi komponentlarining suyuqlanish haroratlari har xilligiga asoslangan. Bu usul bilan qattiq yoqilg'ilarni kokslashda foydalaniladi. Hosil bo'luvchi uchinchi mahsulotlarni, tabiiy gazni, neftni qayta ishlashda hosil bo'lgan gazlar qayta ishlanadi. Keng qo'llaniladigan usullardan biri absorbsion – desorbsion usuldir. Bu usulda gaz aralashmasi tarkibidagi komponentlardan biri sovuq erituvchida tanlab yuttiriladi. So'ngra absorbsiyalangan gaz eritmani qizdirish yo'li bilan ajratib olinadi. Absorbsion – desorbsion qurilma sxemasi 43-rasmda berilgan.



43-rsm. Adsorbsiya-desorbsiya usulida gazlarni ajratish qurilmasining sxemasi.

1-absorber; 2-sovutgich, 3-issiqlik almashtirgich, 4-desorber, 5-erituvchi ko'ylak.

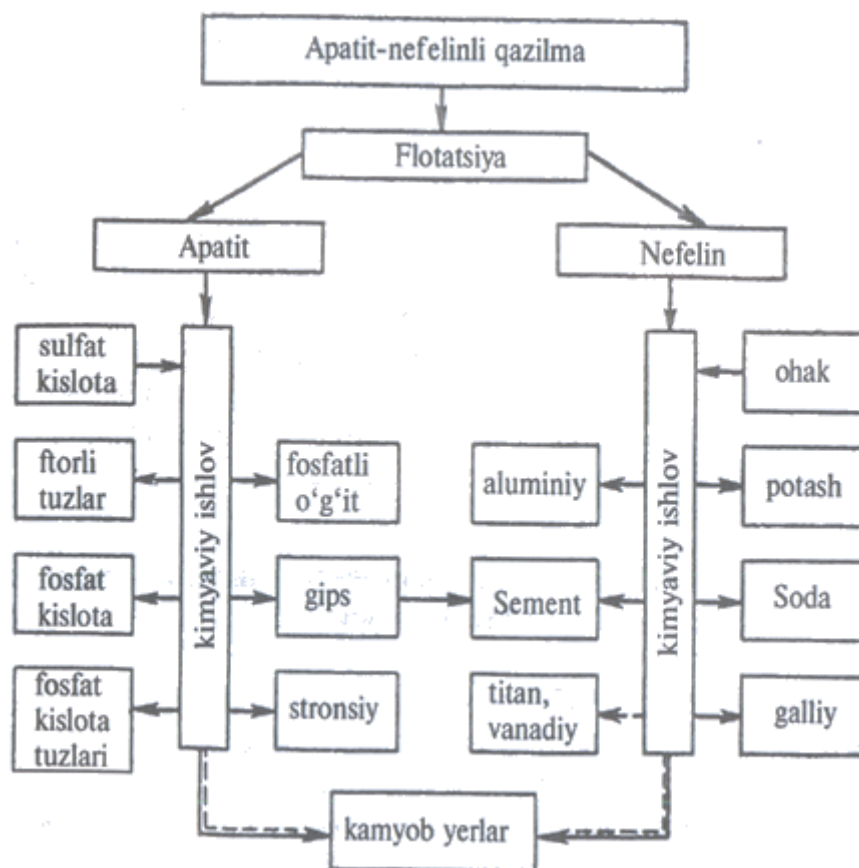
Bunda absorblovchi suyuqlik avval absorberni sug'oradi, unga qarama – qarshi oqimda esa, ostdan gazlar aralashmasi kiritiladi. Absorbsiyalangan suyuqlik issiq almashtirgichga oqib o'tadi va ancha issiq desorberning tepasidan sachratiladi. Undan gaz ajralib chiqqach desorbyerdan erituvchi avval issiq almashtirgich orqali o'tib sovuydi.

So'ngra sovutgich orqali sovub, yana absorberga keladi. Shunday qilib, erituvchi suyuqlik ketma-ket bir necha marta aylanadi (sirkulyasiyalanadi). Bu usulda gazlarni etanolaminining 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 va boshqalar.

Absorbsion – desorbsion usulda aralashmalar qattiq adsorbentga yutirib ajratiladi. Bu usul absorbsion – desorbsion usuldan adsorbentning agregat holati bilan farq qiladi.

3.6. Xom ashyoni kompleks foydalanish va chiqindisiz texnologiya

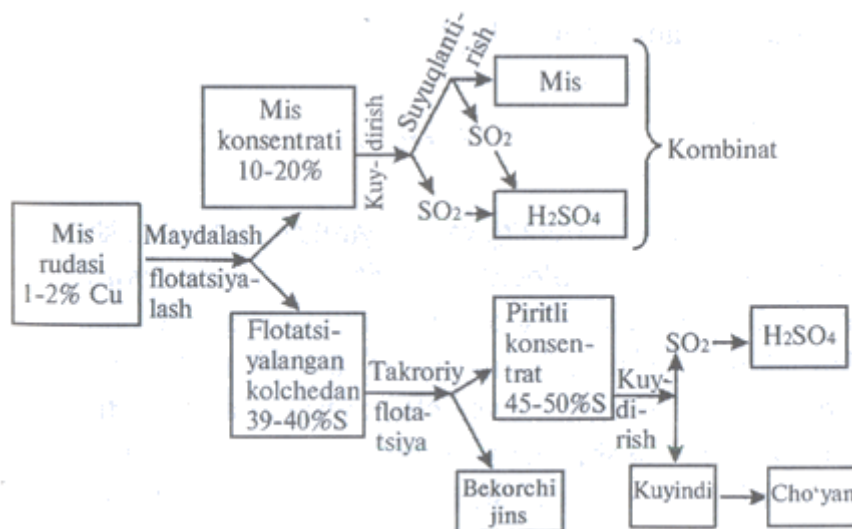
Xom ashyoni kompleks foydalanish xalq xo'jaligining eng muhim vazifalaridan biridir. XX asrdagi ilmiy-texnika revolyusiyasi insoniyatning kam mablag' sarflab juda ko'p miqdor tabiiy resurslarni olish imkoniyatini tug'dirdi. Hozirgi davrda dunyo sanoati 25 mlrd. t. tog' jinslarini qayta ishlamoqda. Ammo, uning atigi 2 % i tyor mahsulotga aylantirilib qolgan 98 % dan ko'prog'i bekorchi jins sifatida tashlab yuborilmoqda. Bu holat insoniyat oldiga global muammolarni qo'ydi. 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 chiqindisiz texnologiyani qo'llash bilan hal qilinishi mumkin. Qaysikim, u tabiiy resurslardan va energiyadan rasional foydalanish, hamda atrof-muhitni himoya qilish imkoniyatini beradi. Chiqindisiz texnologiyani amalga oshirishning asosiy yo'li bu xom ashyoni kompleks qayta ishlash hisoblanadi. Chunki ishlab chiqarish korxonalarining chiqindisi u yoki bu sabablarga ko'ra to'liq yoki umuman foydalanilmayotgan, ammo foydalansa bo'ladigan moddalardir. Bunga apatit – nefelini kompleks foydalanish sxemasini misol qilib ko'rsatish mumkin (44-rasm).



44-rasm. Apatit – nefelinli xom ashyodan kompleks foydalanish

Xibin koni apatit-nafelinli minerali tarkibida 13 % apatit, 30-40 % nefelin, 9,4 % egirin, 2,2 % titanomagnetit, 2,5 % sfen va boshqa qo'shimchalari bor. Bu xom ashyo maydalanadi, flotatsiya usulida apatitli konsentrat va nefelining ajratiladi. Apatitni sul'fat kislotali usul bilan qayta ishlanganda 90 % fosfor 50 % ftor va fosfogipsning bir qismi foydalaniladi. Nitrat kislotali usulda siyrak yer elementlari va stronsiy ajratib olinadi. Nefelinli konsentrat alyuminiy zavodlarida qayta ishlanadi. U faqat alyuminiy korxonasi emas, balki bir vaqtning o'zida ham metallurgiya ham kimyo ham sement korxonasining xom ashyosi hisoblanadi. Chunki 1 t glinazyom (Al_2O_3) olganda qo'shimcha sifatida 0,6 - 0,8 t. soda, 0,2 – 0,3 t. potash va 9 – 11 t. sement olinadi.

Rangli metallurgiyada polimetall rudalarni kompleks qayta ishlash sohasida katta yutuqlarga erishildi. Masalan: qo'rg'oshin-ruxli ruda qayta ishlanib 18 xil element ajratib olinmoqda va 40 xil tovar mahsuloti tayyorlab chiqarilmoqda. Mis rudalaridan tarkibidagi 25 elementdan 21 tasi ajratib olinmoqda. Mis kolchedanini kompleks foydalanish sxemasi 45-rasmda berilgan. Bunda mis konsentratini kuydirishda hosil bo'ladigan SO_2 gazi (4-8 %) ushlab olinib (ilgari atmosferaga chiqarilib yuborilar edi) sul'fat kislota olish uchun foydalanilmoqda. 1 t. mis olganda ajralib chiqqan SO_2 dan 10 t. gacha sul'fat kislota ishlab chiqarish mumkin.



45-rasm. Mis kolchedanini qayta ishlash sxemasi.

Organik xom ashyolarni kompleks foydalanishga ham ko'pgina misollar keltirish mumkin. Masalan, koksa 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 xom ashyodan foydalanuvchi bir necha ishlab chiqarish korxonalarini quramalash (kombinirlash) katta ahamiyat kasb etadi. Masalan, rangli metallurgiya sanoati bilan kimyo sanoati korxonalarini quramalash va kimyo – metallurgiya kobinatlari tashkil etish hisoblanadi.

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

3.7. Energiya

Kimyoviy jarayonlar energiyani yutilishi yoki chiqishi bilan boradi. Kimyoviy texnologiyada energiya, asosan, yordamchi operatsiyalarni (ishlarni): xom ashyo va tayyor mahsulotlarni bir joydan ikkinchi joyga tashish, ashyolarni maydalash, bir agregat holatdan boshqa agregat holatga o'tkazish, fil'trlash, sovo'tish yoki isitish, gazlarni siqish, tekshiruv – o'lchov 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 uni ishlab chiqarish uchun sarflangan yoqilg'i miqdori bilan (kvt. s/t, kj/kg, t/t, kg/m³) baholanadi. Masalan: sintetik ammiak 3200 kvt. s/t, alyuminiy – 19000 kvt. s/t, fosfor 16500 kvt. s/t, ammoniyli selitra – 11 kvt. s/t va hokazo.

Energiya turlari va manbalari: kimyo sanoatida turli xil: elektr, issiqlik, yadro, kimyoviy va nur energiyalaridan foydalaniladi. Bulardan eng ko'pi issiqlik energiyasi bo'lib, shartli yoqilg'iga aylantirib hisoblaganda u 50 % ni, bevosita issiqlik sifatida 10 % ni tashkil etadi. Qolgan 40 % energiyani esa elektr energiyasi tashkil etadi. Boshqa tur energiyalarning ulushi juda kam bo'ladi.

Elektr energiyasi: elektroqimyoviy jarayonlarni (suyuqlanma va eritmalarini elektroliz qilish va boshqalar) amalga oshirish uchun, elektrotermik (qizdirish uchun) va elektromagnitli (rudalarni elektromagnit usulida boyitishda) jarayonlar, hamda elektr energiyasi talab qiluvchi

boshqa operatsiyalar (chaglarni, tumanlarni elektrofil'rlarda cho'ktirish uglevodorodlarni elektrokreneng 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, keramik buyumlar va boshqalar) issiqlik energiyasining manbai sifatida qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'ilarni yonishidan hosil bo'lgan gazlar ishlatiladi. Ko'pgina kimyoviy korxonalar, ayrim sexlar issiqlik energiyasini issiq suv va bug' shaklida oladi. Qaysikim, ular maxsus bug' qozon qurilmalari yoki IES larida hosil qilinadi.

Yadro energiyasi bevosita radiasion kimyoviy jarayonlarni o'tkazishda foydalaniladi. Bunda radioaktiv nurlantirish (γ va β – nurlar, yoki neytronlar bilan) orqali polimerlanish reaksiyalarini amalga oshirish, polimyerdan yasalgan buyumlarni mustahkamligini oshirish, qotirish, fenol, onilin va boshqa mahsulotlarni sintezlash kabi jarayonlarda amalga oshiriladi. Ammo, yadro energiyasi, asosan, elektr energiyasi olish uchun foydalaniladi. Hozirgi paytda dunyoda 300 dan ortiq AES lar 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 (gal'vanik elementlarda va akkumulyatorlarda) ham ishlatiladi. Energiyaning bu turidan keng foydalanish yirik ishlab chiqarish korxonalarida juda katta iqtisodiy samara beradi. Masalan: ayrim ishlab chiqarishlarda (sul'fat kislota va ammiak va boshqalarda) ular ehtiyoji uchun talab qilinadigan energiya to'liq kimyoviy energiya hisobiga qoplanadi. Hatto, ba'zan ortib ham qoladi. Ortiq energiya esa, boshqa korxonalar talabini qondirish uchun issiq suv yoki bug' ko'rinishida ularga yuboriladi. Masalan: sul'fat kislota ishlab chiqarish korxonasini (1 t. H_2SO_4 ishlab chiqarganda) energiya bilan to'la ta'minlash uchun 0.36 MJ (mega joul) energiya talab qilinadi. 1 t. sul'fat kislota ishlab chiqarganda ajralib chiqadigan kimyoviy energiya esa, 5 MJ ni tashkil etadi. Talabni qondirish uchun bu energiyaning atigi 7 % i kifoya qiladi.

Nur energiyasi, elektr energiyasiga aylantirilib 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.

IV-BOB. S U V

4.1. Kimyo sanoatida suv

Suv planetamiz yuzasini 70 % ni tashkil etadi. Uning umumiy hajmi 1 mlrd. 345 mln km^3 (1m^3 1 mlrd. tonnaga teng). Shundan 1mlrd 137 mln. km^3 yoki 94,1% sho'r, ichishga yaroqsiz suv bo'lib, dengiz va okeanlarda to'plangan. Muzliklardagi (quruqlikning 11 % muzliklardan iborat) suv 24 mln. km^3 yoki 1,6 % dir. Ko'l va daryolar suvi 231,2 ming km^3 , atmosfera suvlari 14 ming km^3 , yer osti suvlari 75 ming km^3 . Yerda ichishga yaroqli suv miqdori 4-5 mln. km^3 yoki 0,3 % dir. Muzliklardagi suvni ham qo'shib hisoblaganda 2 % ga yaqin. Hozirgi kunda er 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 xossalar (universal erituvchi ekanligi, rangsiz, hidsiz, ta'msiz, zaharsizligi, issiqlik sig'imining kattaligi va boshqala) borligidandir. Suv kimyo sanoatida turli maqsadlarda ishlatiladi. Masalan: erituvchi sifatida yuvish ishlarida, ashyolarni flotasiyalashda, isitish, sovo'tish maqsadlarida, issiq almashtirish jarayonlarida hatto xom ashyo, reagent (masalan: sul'fat, nitrat, fosfat, kislotalarini, ishqor va asoslarni ishlab chiqarishda, vodorod olishda, gidroliz va gidratlash reaksiyalarida va boshqalarda) sifatida ishlatiladi.

Suvning eng yirik iste'molchilaridan biri kimyo sanoatidir. SHuning uchun ham kimyo korxonalarida suv manba'lariga yaqin joylarda quriladi. Masalan: ayrim kimyoviy mahsulotlarni 1 tonnasini ishlab chiqarish uchun quyidagicha suv sarflanadi: alyuminiy 1500, po'lat 270, nikel' 400, viskoza ipagi 1200, sintetik kauchuk 1600, kapron 2500, nitrat kislota 200, sul'fat kislota 50, ammiak 1000, fosfor 15 m^3/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 sarfiyotini 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 sovo'tish sistemalarini havoda sovo'tish, sitemalariga 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 xarakterlanadi. Uning tarkibida tuzlar bo'lmaydi. Asosan, suvda erigan gazlar (O_2 , CO_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. Mendeleev davriy sistemasidagi barcha elementlarni uchratish mumkin. Dunyo okeani suvida 5 – 10^{16} t. tuz yerigan holda bo'ladi. Agar buncha tuzni yer shari yuzasiga bir tekisda yozib chiqilsa, 45 m qalinlikda tuz qatlami bilan qoplangan bo'lur edi. Dengiz va okean suvlarida 23-15¹⁵ t – Cl, 83-10¹² t -Br, 8-10⁹ t - I , 16-10¹⁴ t - Mg 48-10¹³ t – K, 1-10¹⁰ t – Au, 28-10⁸ t - Li , bor. 800 mln tonna molibden, 300 mlrd. t. toriy, 20 ming t. radiy, 164 mln. t. kumush bor. Shuning uchun ham keyingi 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 olinmoqda. Bundan tashqari ko'plab boshqa elementlar: kaliy, magniy, brom, uran, oltin, temir rudasi, qalay va boshqalar ajratib olinmoqda. (1990 yilda dengiz suvidan 2250 t. uran ajratib olindi.)

Yer osti suvlari – artezion, buloq, 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 fil'trlanib o'tganligi tufayli juda tiniq bo'ladi. Tarkibida organik moddalarning qoldiqlari uchramaydi. Kimyo sanoati uchun yirik xom ashyo manba'si bo'lgan minerallashtirilgan yer osti suvlaridan turli kimyoviy 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 qarab uchga bo'linadi:

1. Dag'al dispers aralashmalar, zarrachalarning diametri 100 nm. dan katta.
2. Kolloid dispers aralashmalar, zarrachalarning diametri 1-100 nm. gacha.
3. Molekulyar dispers yoki chin eritmalar.

Dag'al dispers va kolloid aralashmalar mineral yoki organik moddalar bo'lib ular, asosan turli alyumosilikatlar, silikatlar, gidratlangan silikat kislotasi, ishqoriy er metall karbonatlari, 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, hidi, rangi). Masalan: umumiy bakteriyalar miqdori 1ml. suvda 100 tadan oshmasligi kerak. Shundan ichak tayoqchasi 1 l. suvda uchtdan ko'p bo'lmasligi kerak. Umumiy tuzlar miqdori 1000 mg/l. dan oshmasligi talab qilinadi.

Sanoat suvlariga bakteriyalar bilan ifloslanganligi (oziq-ovqat va ba'zi bioqimyoviy sanoat tarmoqlaridan tashqari) muhim ahamiyatga ega emas. Begona qo'shimchalarning chegaraviy miqdori ishlab chiqarishning harakteriga 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, uskunalarni ichiga cho'kib, uni tiqilib qolishiga, natijada mehnat unumdorligini kamayishiga yoki avariyalarga olib keladi, suvni ko'piklatib yuborishga, elektrolizyornlarning diafragma-sini ifloslashga olib keladi.

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

Umumiy tuz miqdori suv, tarkibida mineral va organik aralashmalarning borligi bilan harakterlanadi. Uni aniqlash uchun 1 l. suvni bug'lantirilganda qolgan qoldiq o'zgar-mas massaga kelguncha 110⁰ C haroratda qizdiriladi. Hosil bo'lgan massa umumiy tuz miqdori bo'lib, u mg/l bilan o'lchanadi. Umumiy tuz miqdori bug'languncha qattiq qizdirilib, sovigach o'lchanadi, massalar orasidagi farqdan organik aralashma miqdori ham aniqlanadi.

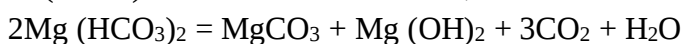
Suvning oksidlanishi uning tarkibida organik qo'shimchalarning borligi bilan harakterlanadi. Suvning oksidlanishi, 1 l suvni oksidlash uchun sarflangan KMnO₄ ning mg

miqdori bilan aniqlanadi. Buning uchun 1 l suv olinib ortiqcha KMnO_4 bilan 10 minut davomida qaynatiladi.

Suvning reaksiyasi uni muhim – kislotalilik yoki ishqoriylik darajasi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ya'ni pH bilan harakterlanadi. pH indikatorlar yordamida aniqlanadi. Agar pH – 6,5 – 7,5 oraligida 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 kal'siy va magniy tuzlarining miqdori bilan harakterlanadi. Qattiqlik 1 l (1 dm^3) suvda bo'lgan Ca^{2+} yoki Mg^{2+} ionlarining milligramm ekvivalent miqdori bilan harakterlanadi. Qattiqlik birligi qilib 20,04 mg/l Ca^{2+} ionlari yoki 12,16 mg/l Mg^{2+} ionlari qabul qilingan ya'ni 1 l suvda 20,04 mg/l Ca^{2+} ionlari yoki 12,16 mg/l Mg^{2+} ionlari bo'lsa bunday suvning qattiqligi 1mg/ekv. ga teng bo'ladi.

Suvning qattiqligi uchga: muvaqqat doimiy va umumiy qattiqlikka bo'ladi. Muvaqqat (karbonatli) qattiqlik suvda kal'siy va magniy gidrokarbonatlarning borligi bilan harakterlanadi. Suv qaynatilganda ular suvda erimaydigan karbonatlarga aylanib cho'kmaga tushadi. Natijada suv yumshaydi.



Doimiy (karbonatsiz) qattiqlik suvda kal'siy va magniyning gidrokarbonatlaridan boshqa barcha tuzlarining borligi bilan harakterlanadi. Ular suv qaynatilganda cho'kmaga tushmaydi.

Muvaqqat va doimiy qattiqlik birgalikda umumiy qattiqlikni hosil qiladi.

Tabiiy suv qattiqligiga qarab quyidagi sinflarga bo'linadi:

Suvning qattiqlik darajasi: 1 l suvda Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarining mg. -ekv. miqdori

Juda yumshoq 0 – 1,5; Yumshoq 1,5 – 3; O'rtacha qattiq 3 – 6;

Qattiq 6 – 10; Juda qattiq 10.

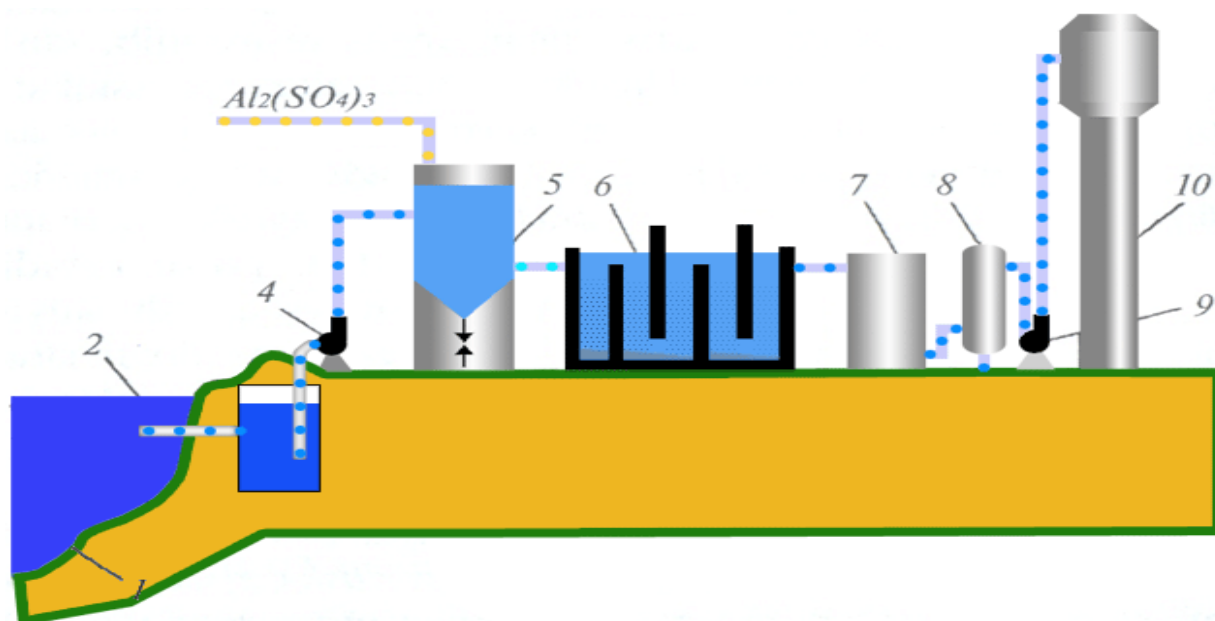
Suvning qattiqligi juda muhim ko'rsatkich bo'lib, suv qizdirilganda kal'siy va magniy karbonatlari cho'kib idish devorlarida cho'kindi (qasmoq) hosil qiladi. Kal'siy va magniy sul'fatlari esa, suv qaynatilganda cho'kmaga tushmaydi, ammo suvda eruvchanligi kam bo'lganligidan, suv bug'langanda o'ta to'yingan 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' qozonlarning devori qattiq qizib ketadi, natijada po'lat oksidlanib o'z mustahkamligini yo'qotadi, kuyib teshiladi, hatto portlab ketadi. Qattiq suv ko'pgina texnologik jarayonlar uchun yaroqsiz hisoblanadi. Masalan: eritmalarini elektroliz qilishda sodani ammiakli (Sol've) usulida olishda, to'qimachilik, oziq-ovqat sanoatlari va boshqalarda.

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

4.2. Ichimlik suvini tayyorlash

Ichimlik suviga alohida talablar qo'yiladi: u toza, tiniq, rangsiz, hidsiz, kimyoviy va bakteriyalar bilan ifloslanmagan bo'lishi kerak, 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 l suvda uchtdan ortiq bo'lmasligi kerak. 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, koagulyasiyalash, fil'trlash va zararsizlantirish kabi jarayonlardan iboratdir. Ichimlik suvining tayyorlashning asosiy sxemasi 46-rasmda berilgan.

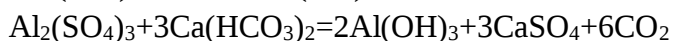
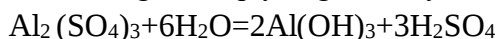


46-rasm. Ichimlik suvini tayyorlash sxemasi.

1-suv manbai, 2-suv olish joyi, 3-dag'al tindirgich, 4-birinchi ko'tarib beruvchi nasos, 6-tindirgich, 7-filtr, 8-xlorator, 9-ikkinchi ko'tarib beruvchi nasos, 10-suv bosimining minorasi.

Tozalash uchun suv havzadan ko'pincha oraliq quduq dag'al tindirgich orqali olinadi. Unga suv o'z oqimi bilna keladi. Dag'al tindirgichga suv sekin oqib kiradi va unda tiniq dag'al dispers zarrachalardan tozalanadi. Suv olish qurilmasi himoya to'ri bilan jihozlangan bo'lib, yirik narsalarning, shu jumladan baliqlarning qurilmaga tushishini oldini oladi. Suvdagi engil muallaq zarrachalar juda sekin cho'kadi. Kolloid zarrachalar tuproq, silikat kislotalari, gumin kislotalari va boshqalar esa fil'trlash va cho'ktirish usullari bilan ajralmaydi. Shuning uchun suv havzadan yoki tindirgichdan birinchi ko'targich nasos yordamida aralashtirgichga koagulyasiya ko'tarib beradi. Koagulyatonga eletrolitlar – $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ yoki boshqa birikmalarning eritmaları koagulyantlar ham quyiladi. Aralishtirgichda koagulyasiya jarayoni boradi. Koagulyasiya 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. Qaysikim bu zarrachalar manfiy zaryadli kolloid zarrachalarning yuzasiga adsorblanib uni neytrallaydi. Natijada zaryadsizlangan kalloid zarrachalar bir birisiga yopishib, yiriklashadi va cho'kadi. Koagulyant ioni zaryadi (Al^{3+} , Fe^{3+}) qanchalik katta bo'lsa koagulyasiyalash uchun shunchalik kam elektrolit sarflanadi. Bir vaqtning o'zida $Al_2(SO_4)_3$ muvaqqat qatqligini ham ancha kamaytiradi.

Aralashtirgichda quyidagi reaksiyalar boradi.

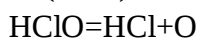


koagulyasiya jarayonida hosil bo'lgan keng yuzali iviqsimon cho'kma sekinlik bilan cho'ka boshlaydi va engil muallaq zarrachalarni o'ziga yopishtirib oladi hamda organik bo'yoq moddalarini ham adsorbsiyalab cho'kadi, natijada suv tiniq bo'lib qoladi.

Koagulyant sarfi suvning ifloslanganlik darajasi bilan belgilanadi: bahor paytlarida $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan 120 g/m^3 , yoz davrida 70 g/m^3 , qishda esa 20 g/m^3 , sarflanadi. Koagulyasiya jarayonini tezlashtirish uchun ko'pincha iviqsimon cho'kinmalarning hosil bo'lishi va uni cho'kishini tezlatuvchi qo'shimcha reagentlar-flokulyantlar ishlatiladi. Flokulyant sifatida: aktivlangan silikat kislotasi, karboksimetil-sellyuloza, olein kislotasining natriyli tuzi, sinetik 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 koagulyat qo'shish miqdori 2-3 marta kamayadi, iviqsimon cho'kmaning cho'kish tezligi 10-20 martagacha tezlashadi.

Suv aralashtirgichdan tindirgichga 6 o'tadi, u yerda koagulyasiya flokulyasiya tugaydi va suvdagi aralashgan zarrachalar cho'kadi. Tindirgichlar katta SIG'IMLI betondan qilingan havuz bo'lib, suvni tindirgichda uzoqroq muddat bo'lishini ta'minlash uchun unda to'siqlar o'rnatilgan. ammo, suvning to'liq tiniqlashuviga ochiq turdagi qum fil'tr 7 orqali fil'trlangach erishiladi. Suv qalinligi 2 m. gacha bo'ladi/bosim 0,1 m/s. tezlikda fil'trlanadi. Fil'trlovchi material sifatida bir qavat graviy va uning ustida bir qavat zarrachalarining kattaligi 0,5- 1 mm. bo'lgan I m, kalinliqdagi qumdan/kvard kumi foydalaniladi. Suvning loyqalari qum yuzasida o'tirib qolib fil'trlovchi yupqa parda hosil qiladi. Vaqt o'tishi bilan bu parda kalinlashadi natijada suvning tozalanish darajasi ortadi, ammo fil'trlanish tezligi kamayadi. So'ngra u fil'tr tozalash uchun to'xtatiladi va fil'trlash boshqasida davom ettiriladi. Odatda, filtrlardan bir nechta bo'ladi.

Koagulyasiya, cho'ktirish, fil'trlashlar nafaqat suvni begona aralashmalardan tozalaydi, tinik qiladi balki 70-80 / gacha mikroblardan ham tozalaydi. Ko'pchilik hollarda tozalangan suvda mikroblar miqdori normadan ko'p bo'ladi, shuning uchun fil'trdan chiqqan suv zararsizlantirish uchun 8 – uskunaga yuboriladi. Zararsizlantirish – suvdagi bo'lgan mikroorganizmlar va bakteriyalarni: xlorlash ozonlash, kaynatish va boshqa yo'llar bilan yo'qotishdir. Suv xlorlash uchun toza xlor yoki kal'siy gipoxloritdan foydalaniladi. Suvni kal'siy gipoxlorit bilan ishlov berilganda atomar kislorod (kuchli oksidlovchi) hosil bo'lib u mikroorganizmlarni o'ldiradi va organik qoldiqlarni oksidlaydi.



Suv xlorlanganda ortiqcha xlor, suvga ammiak yoki natriy sul'fit ko'shish yo'li bilan yo'qotiladi. Suvdagi qolgan xlorning miqdori 0,2 - 0,4 mg/l. dan oshmasligi kerak. Keyingi yillarda suvni ozon bilan zararsizlantirilmoqda. Bunda ozon parchalanib atomar holdagi kislorod hosil qiladi. Bunday suv xlorlangan suvdan farq qilib, xlor xidiga ega emas. Zararsizlantirish so'nggi yillarda suvni ftorlash 1 mg/l. gacha ftor, Na_2SiF_6 birikmasi shaklida suvga solinadi, bu bir vaqtning o'zida kishilarning tishini emirilishdan ham himoya qiladi, ul'trabinafa nuri bilan nurlantirish, ul'tratovush to'lqinlari bilan ishlov berish kumush ionlari bilan ishlov berish orqali ham amalga oshirilmokda.

Suv zararsizlantirilgach ichishga yaroqli bo'lib ikkinchi ko'tarib berish nasosi 9 yordamida bosim hosil qilish minorasiga 10 ko'tarib beriladi. Qaysikim, u minora vodoprovodlarda suvning doimiy bosimini ta'minlab turadi.

4.3. Sanoat suvlarini tayyorlash

Sanoat suvlari uchun ham begona aralashmalarining miqdori normadan Yuqori bo'lmashligi kerak va bu norma suvning kaysi tarmog'ida ishlatilishiga: qarab turlicha bo'ladi. Masalan, to'g'ri oqimli bug' qazonlari uchun ishlatiladigan suv tarkibida qozon quvurlarini korroziyaga uchratuvchi SO₂ va O₂ bo'lmashligi va quruq qoldiq miqdori 0,2 - 0,3 mg/l. dan oshmasligi kerak.

Kozonlarda bug' bosimining ortishi ham suvning tozaligiga bo'lgan talabni kuchaytiradi. Masalan, I MPa bosimda katiqligi 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 MPa bosimda esa to'liq tuzsizlantirilgan va kislorodi mutlaqo bo'lmagan suv ishlatiladi.

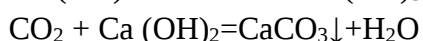
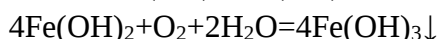
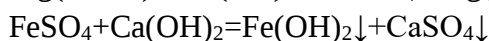
Sanoat suvlarini tayyorlash quyidagi operatsiyalar: koagulyasiya tindirish va fil'trlash, yumshatish, tuzsizlash distillash va deaeratsiyalash orqali amalga oshiriladi. Koagulyasiya, tindirish va fil'trlash jarayonlari, ichimlik suvini tayyorlashdagidek bajariladi. Yumshatish bu suv tarkibidagi qasmoq chukindi hosil qiluvchi kationlarni Ca²⁺ va Mg²⁺ qisman yoki to'liq yo'qotishorqali amalga oshiriladi.

Suvni yumshatish uch xil: I. fizikaviy; 2. kimyoviy; 3. fizik kimyoviy usullar bilan amalga oshiriladi.

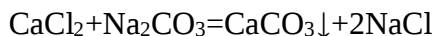
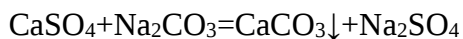
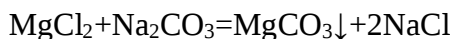
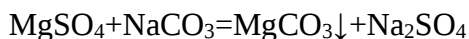
Fizik usul, bu suvni qaynatish, distillash va muzlatishga asoslangan. Suv qaynatilganda muvaqqat qattiqlik yo'qolishi Yuqori da bayon qilingan edi. Distillash va muzlatish orqali ham suv tuzsizlanadi. Distillash bu suvni qaynatib, bug'ini kondensasiyalab ajratib olishga asoslangan.

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

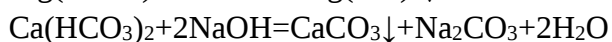
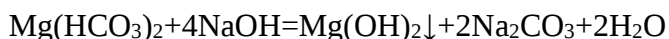
Ohakli usulda, suvga so'ndirilgan ohak ta'sir etiladi. Bunda muvaqqat qattiqlik yo'qoladi, temir ioni va CO₂ ni bog'lab ajratib olinadi.



Sodali usuli suvga kal'sinasiyalangan soda qo'shib doimiy qattiqlik yo'qotiladi.

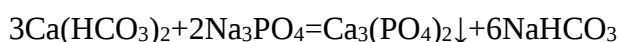


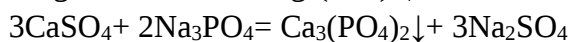
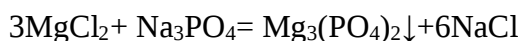
Natron usulda, ba'zan qo'llanilib unda suvga uyuvchi natriy ta'sir ettirilib muvaqqat qattiqlik yo'qotiladi.



Reaksiya natijasida hosil bo'lgan suvning doimiy qattiqligi yo'qotishdaishtirok etadi. (sodali usulga qarang).

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



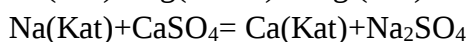
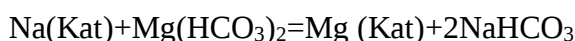


Kal'siy va magniy fosfatlarining eruvchanligi juda kamligi sababli bu usulda qattqlik to'la 0.03 g. - ekv/l gacha yo'qotiladi. Ammo Yuqori dagi boshqa usullardan ko'ra qimmatga tushadi. Ohakli sodali usullarda suv dag'al yumshaydi. (0.3 g. - ekv/l gacha.)

Amaliyotda suvning qattqligi avval arzon reagentlar yordamida, masalan, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bilan, so'ngra qattqlikni to'liqroq yo'qotish uchun Na_3PO_4 dan foydalaniladi.

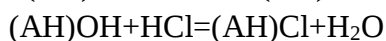
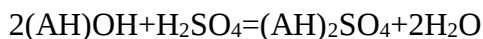
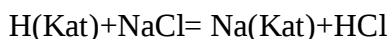
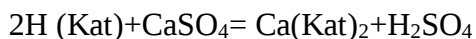
Keyingi yillarda o'zining oddiyligi, yuqori samaradorligi va iqtisodiy arzonligi sababli fizik-kimyoviy, ya'ni ion almashinishi usuli keng qo'llanilmoqda. Ion almashinish usuli bilan suvni yumshatish, suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini o'z kationlariga almashtirish xossasiga ega bo'lgan kationitlar yordamida qattqlikni yo'qotishga asoslangan. Shunday xossaga ega bo'lgan birikmalarini ionitlar deyilib, ular kationit va anionitlarga bo'linadi. Kationitlar tarkibida odatda, harakatchan natriy kationiti yoki vodorod kationiti saqlaydi. Anionitlar esa harakatchan gidroksil (OH-anionit) gurux saqlaydi. Natriy kationit sifatida turli xildagi alyumo-silikatlar: gloukonit, seolit. Permutit va boshqalar, H – kationiti sifatida esa, sul'urlangan ko'mir sintetik sxemalardan foydalaniladi. OH – anionitlar, sifatida Yuqori molekulyar moddalar masalan karbomidli smolalar ishlatiladi.

Suvni Na – kanionit bilan yumshatish reaksiyasi tenglamasini quyidagicha yozish mumkin

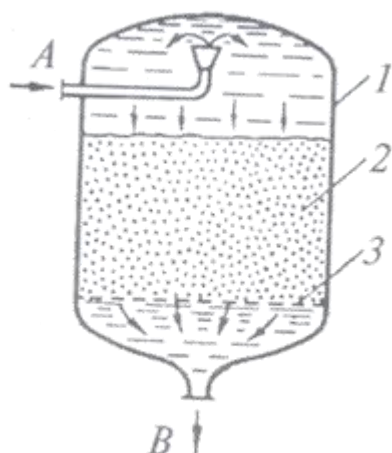


Bunda (Kat) – kationitning almashinishi reaksiyasida ishtirok etmaydigan qismi.

Suvdagi barcha tuzlarni yo'qotish (tuzsizlash) uchun, suv navbat bilan avval H – kationitdan, so'ngra OH – anionitdan o'tkaziladi:



Ion almashinish reaksiyasi qaytar bo'lib, ionitning ion almashinish xossasini qayta tiklash mumkin. Buning uchun ion regenerasiyalanadi. Natriy kationitni osh tuzining eritmasi bilan, vodorod kationitni mineral kislotalarning eritmasi bilan regenerasiyalanadi. Anionitlar esa ishqor eritmasi bilan regenerasiyalanadi. Ionit fil'trining tuzilishi 47-rasmda berilgan.



47-rasm. Kationit filtrining tuzilishi.

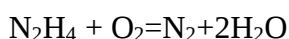
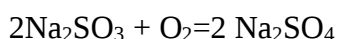
1-korpus; 2-kationit qavati; 3-qalpoqchali panjara;

A – suv yoki regeneratsiyalanadigan eritmaning chiqishi.

B – suv regeneratsiyalangan eritmaning chiqishi.

U po'latdan yasalgan silindrsimon korpus bo'lib tepasi gumbazsimon bekilgan, ostidan suv chiqadigan teshigi, tepasiga yaqin joyida, yon tomonida suv kiradigan quvuri

bo'ladi. Uning ichiga ostki qismida metal chambara (to'r) o'rnatilgan bo'lib, uning ustiga 2-4 m qalinlikda ionit donachalari (sharchalar shaklida) solingan bo'ladi. Suv fil'trning tepasidan kirib, ionit orqali tozalanib o'tadi va fil'trning ostki qismidan chiqarib olinadi. Reginerasiyalashda esa tepa qismidan osh tuzi ishqor yoki kislota kiradi va ionit orqali o'tib uni regenerasiyalaydi va ostidan chiqarib olinadi. Deaerasiyalash bu suv tarkibida bo'lgan gazlarda suvlarni tozalash bo'lib, ikki xil fizik va kimyoviy usullar yordamida amalga oshiriladi. Fizikaviy usulda, suv qaynatiladi, natijada suvda erigan gazlar (CO_2 va O_2) ajralib chiqadi. Suv deaerasiyalanadi. Kimyoviy deaerasiyada suvga CO_2 va O_2 ni biriktirib oluvchi reagentlar qo'shiladi. Suvni kimyoviy usulda yumshatilganda suv CO_2 dan tozalanadi. Suvdagi kislorod esa kuchli qaytaruvchilar (Na_2SO_3 , N_2H_4 – gidrozin) qo'shish orqali biriktirib olinadi.



Sanoatda suv sarfini kamaytirish yo'llari

Har yili sayyoramizdagi mavjud daryolarda oqqan suvning barchasini birgalikda qo'shib hisoblaganda, uning 600-700 km^3 ga yoki 9% sanoat va maishiy ehtiyojlar uchun sarflanadi. Shundan 150 km^3 qaytmas holda sarflanib 500 km^3 ga yaqini esa toza suv bilan aralashtirilib (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 rasional foydalanish kabi murakkab vazifani hal qilish uchun ishlab chiqarishning ilmiy asoslangan suv sarfiyoti normasi hamda har bir jarayon uchun eng kam toza suvni sarflashni nazarda tutuvchi yangicha texnologik sxemalarni yaratish, hamda 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 tan narxini oshirishga olib keladi. Masalan, suvni fil'trlashning o'zi toza daryo suviga nisbatan uning tan narxini 1.5 martaga oshiradi. Qisman suvni yumshatish esa 8 marta, suvni tuzsizlantirish, to'liq yumshatish esa 10-11 martagacha oshiradi. Kimyo korxonasining juda katta mablag'i suv tozalash qurilmalarini qurish uchun (korxona umumiy kapital mablag'ining 10-15% dan ko'prog'i) sarflanadi. Kimyo korxonalarida suv sarfini kamaytirish uch yo'nalish orqali amalga oshirilishi mumkin. 1. Ishlatilgan suvni yana qayta-qayta ishlatish; 2. Suv sovutgichlarni havo sovutgichlariga almashtirish; 3. oqova suvlarni tozalash va qayta ishlatish.

Sanoatda foydalaniladigan suvning 45 % gacha miqdori issiq almashtirgichlarda sovo'tish 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 Yuqori dan sachratish orqali sovo'tadigan minorasimon qurilma) va suvni sachratib, sovo'tish havzalarida (bunda maxsus quvurlar orqali issiq suv Yuqori dan ochiq hovuzlarga, dushdan suv oqqanidek sachratish yo'li bilan sovutiladi) sovutiladi.

Ishlatilgan suv neftni qayta ishlash sanoatida keng qo'llaniladi. Masalan, 1965-1970 yillarda 1 t neftni qayta ishlash uchun 10 m^3 suv sarflanar edi. Hozirgi paytda esa faqat 1.15-1.18 m^3 suv sarflanadi xolos.

Yopiq sistemali suv ta'minoti asosida ishlovchi korxonalarning suvi ishlatilib bo'lgach, chiqarilib avval 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 mis suyuqlantirib olinadigan kombinatning, misni boyitish fabrikasini misol qilib keltirish mumkin. Sanoatda suv sarfini katta miqdorda kamaytirish imkonini beradigan yo'nalish suvni sovutgichlarni havo sovutgichlariga almashtirishdir. Kam chiqindi chiqaradigan texnologiyani suv ishlatilmaydigan texnologik jarayonlarni joriy qilishdir.

V – B O B
V - B O B NOORGANIK MODDALAR ISHLAB CHIQARISH
TEXNOLOGIYALARI

5. 1 Metallurgiya. Qora va rangli metallar ishlab chiqarish

Metallarning sanoatda olinish usullari haqidagi fan - metallurgiya, tegishli zavodlar metallurgiya zavodlari va boshqa xom ashyolardan metallar ajratib oluvchi sanoat tarmogiga esa metallurgiya sanoati yoki tug'ridan-to'g'ri metallurgiya deyiladi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan elementlardan 85 tasi metallardir. Metall ishlab chiqarish juda qadimdan paydo bo'lgan, Eramizdan 2-3 ming yil ilgari ham ayrim metallarni olishni bilganlar masalan Hindistonda, Misrda oltin, kumush, mis, sur'ma, qalay, simob, qo'rg'oshin kabi metallarni temirning va uning qotishmalari - cho'yan va po'latni olishni bilganlar. Eramizdan 2900 yil oldin qurilgan Xufu piramidasida topilgan po'lat uskuna buning dalili bo'la oladi. Arman tog'lari territoriyasida joylashgan Urartu davlati eng qadimgi metallurgiya markazlaridan biri bo'lgan. Ularga mis va boshqa ayrim metallar eramizdan 2-3 ming yil ilgari ma'lum bo'lganligi arxeologik tekshirishlar natijasida aniqlangan. Eng birinchi oksidlaridan osonlikcha qaytarib olingan metall, qo'rg'oshin va qalaydir. Keyinchalik misni qalay bilan qo'shib suyuqlantirish usullari topilgach bronza ishlab chiqarila boshladi. (Eramizdan ilgari III-I asrlar bronza asri). Keyinchalik bronza suyuqlantirilib olish pechlarining takomillashtirilishi natijasida temir olish uchun topilib uni ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. (temir asri, eramizdan ilgari I asrda boshlandi) XIV asrga kelib domna usulida cho'yan olish va XIX asrga kelib po'lat ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi.

Metallar va ular asosida olinayotgan qotishmalarning insoniyat faoliyatida, turmushimizda ishlatilmaydigan soxasini ko'rsatish qiyin. Ular konstruksion materiallar, mashinalar, uskunalar, transport, aloqa, qurilish kabi minglab soxalarda juda keng ko'lamda ishlatiladi.

Metallurgiya juda qadimdan rivojlangan bo'lsada po'lat olishning ilmiy asoslari eng birinchi 1841 yilda rus metallurgi P. P. Anosov tomonidan ishlab chiqarilgan. Rudalardan metallarni ajratib olish usullarini yaratishda muhim hissa qo'shgan olimlardan yana M. B. Lomonosov, (Metallurgiya jarayonlarining nazariyasini yaratishda) V. V. Petrov (1803 yil, elektrometallurgiya asoslarini yaratishda) D. K. Chernov (metallshunoslikka asos solishda) P. P. Anosov (1841 y.) va N. N. Beketovlar (1865 y, metallotermiyaning rivojlantirishda) va boshqalarni kursatish mumkin.

5. 2 Metallarning sinflarga bo'linishi

Metallarni sinflarga bo'lishda ularning tarqalishi, ishlatilishi, fizikaviy, qisman kimyoviy xossalarga asoslanadi.

Barcha metallar ikkiga, qora va rangli metallarga bo'linadi. Qora metallarga temir, marganes va ular asosida olinadigan qotishmalar kiradi. (Qora metall deyilishiga sabab, qizdirilganda yuzasiga yupqa qora rangli kuyindi-oksidi qavati hosil bo'lishidir). Rangli metallar -qolgan barcha metallar kiradi.

Rangli metallar 4 guruhga bo'linadi: 1. Og'ir rangli (zichligi $5\text{g}/\text{sm}^3$ dan katta) metallar: mis, qo'rg'oshin, qalay, nikel, rux. 2. yengil rangli (zichligi $5\text{g}/\text{sm}^3$ dan kichik) metallar: alyuminiy, ishqoriy va ishqoriy-yer metallari; 3. qimmatbaxo metallar: platina, iridiy, osmiy, palladiy, radiy, ruteniy, oltin, kumush; 4. siyrak yoki nodir metallar: (qolgan barcha metallar shu guruhga kiradi) a) qiyin suyuqlanuvchi: vol'fram, molibden, vanadiy, kobsalt, titan, sirkoniy, neobiy; b) gearmaniy, galliy, talliy, indiy, reniy; v) siyrak yer,

lantanoidlar, g) radiativ: toriy, radiy, aktiniy, protaktiniy, uran, d) suniy: poloniy, astat, neptuniy, plutoniy, protaktiniy, 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 ($\rho = 8,87 \text{ g/cm}^3$ ferromagnitlik xossasiga ega, toza holda 1539°C da suyuqlanadi. U ikki xil α -va β temir allotropik shakl o'zgarishlarida uchraydi. Oddiy sharoitda α -temir holatda bo'lib, hajmiy markazlashgan kub shakldagi kristallik panjaraga ega. 768°C ga magnitga tortilish xossasini yo'qotib β -temir holatga o'tadi. Bunda uning kristallik panjarasi o'zgarmaydi. 910°C da yangi allotropik shakli γ -temirga aylanadi va u qiralli markazlashgan kub shaklidagi kristallik panjaraga ega bo'ladi, magnitga tortilmaydi. Nihoyat 1400°C da δ -temirga aylanadi va yana hajmiy markazlashgan kristallik panjaraga ega bo'ladi. Fizik xossalari bilan u α -temirga o'xshaydi, magnitga tortiladi.

Temir o'ziga ko'pgina elementlarni(C, Si, P, S, Mn va boshqalar) eritadi. Uning, ayniqsa, uglerodni eritishi kristallik panjarasining tuzilishi va haroratga bog'liq bo'ladi. α -holatdan γ -holatga o'tganda uglerodni eritishi keskin ortadi. α -temirning eng ko'p uglerodni eritishi 723°C da bo'lib, u 0,04 % ga yaqin va bunday temirning qattiq eritmasi ferit deyilib, magnitga tortiladi, plastik va mexanik jihatdan bo'sh bo'ladi. γ -temirda esa uglerodning eruvchanligi 1130°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 Fe_3C 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°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.

5. 3 Cho'yan ishlab chiqarish

Cho'yan ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida temir rudalari, flyus, yoqilg'i, havo va ba'zan marganes rudalari ishlatiladi.

Temir rudalari tarkibida temir birikmalaridan tashqari keraksiz jinslar: kremnazyom, tuproq, slanes va boshqalar hamda, begona qo'shimchalar: oltingugurt, fosfor, rux va mish'yak birikmalari ushlaydi. Oltingugurt ruda tarkibida FeS_2 (kolchedan) shaklida uchraydi. Ruda suyuqlantirilganda C cho'yan va po'lat tarkibiga erib o'tadi, ularni issiqda sinuvchan, mo'rt qilib qo'yadi. SHuning uchun ham uning miqdori, ruda tarkibida 0,15% dan ortiq bo'lmasligi 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'lmasligi kerak. Fosfor chuyan va pulatning sifatini pasaytiradi (ular sovuqda sinuvchan, mo'rt bo'ladi). Boshqa qo'shimchalar ham (Cu, Ti, Cr, Mn, V va boshqalar) cho'yan va po'lat tarkibiga suyuqlanib kirgach, ularning fizik, mexanik xossalarini 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 ushlaydi. 2. Qizil temirtosh (gemotit) Fe_2O_3 . Ular tarkibida 50-70% gacha temir saqlaydi. Qo'shimcha sifatida ozroq S va P ushlaydi. Qo'ng'ir temirtosh (limonit)- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ temir gidroksidi bo'lib tarkibidagi adsorbsiyalangan 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 ligerlangan cho'yan va po'lat ishlab chiqarishda qo'llaniladi. 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 temirning miqdori 30%dan kam bo'lsa, u cho'yan va po'lat ishlab chiqarish uchun ishlatilmaydi. Xom ashyo sifatida kam bo'lsada qora va rangli metallurgiya chiqitlari, svorka shlaklari (tarkibida 45-50% gacha temir ushlaydi) kolchedan kuyundilari, marganes rudalari (MnO , Mn_2O_3 , MnSO_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'latni sifatini pasaytiruvchi elementlarni, qo'mirning kulini (koks kulini) biriktirib oladi. Flyus sifatida asosan ohaktosh (CaCO_3) va dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ishlatiladi. Flyusning ahamiyati juda katta. Olinadigan cho'yanning sifatini yaxshilash va uni boshqarish imkonini beradi. It cho'yan olish uchun 0,4-0,8t. gacha flyus qo'shiladi.

Yoqilg'i sifatida koks (tarkibi 80-86% C, 2-7% H_2O , 1,2-1,7% S va 15% gacha kuldand iborat) va tabiiy gaz ishlatiladi. Koks va uning oksidlanishidan hosil bo'lgan CO ruda tarkibida temirni oksidlaridan qaytarish uchun xizmat qiladi. Hamda koks temirda qisman erib uni nisbatan pastroq haroratda suyuqlanadigan qiladi. Keyingi yillarda cho'yan ishlab chiqarishda, koksning miqdori kamaytirilib, uning o'rniga tabiiy gaz ko'p ishlatilmoqda, natijada qimmatbaho koksni tejashga va cho'yanning tan narxini arzonlashtirishga erishildi. Hatto kokssiz ishlaydigan metallurgiya ham paydo bo'ldi. AQSHning Middlend Ross firmasi tomonidan ishlab chiqilgan bu usulda koks o'rnida konvertor gazidan foydalaniladi.

Domna pechidagi kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradigan sharoitlar. Domna pechinning mahsuldorligi faqat uning hajmiga (katta-kichikligiga) bog'liq bo'lib qolmay, balki unda boradigan kimyoviy jarayonlarning borish tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Shuning

uchun kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi faktorlar: harorat va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning to'qnashuv sirtini oshiraladi.

Kimyoviy reaksiya tezligini oshirish uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentrasiyasi oshiriladi. Buning uchun 1)temir rudasi boyitiladi 2) domnaga kiritiladigan havoga toza kislorod qo'shiladi 3) 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.

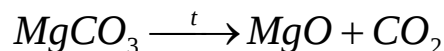
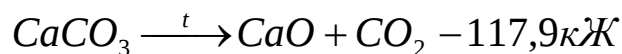
Reaksiya tezligi haroratga ham bog'liq bo'ladi. Domnada haroratni oshirish uchun, unga puflanadigan havo kauperlarda avval qizdiriladi. Bunda ko'pincha reaksiya issiqligidan foydalaniladi.

Kimyoviy reaksiya tezligini oshiradigan faktorlardan yana biri yuza ta'sirini oshirish uchun, domnaga tushiriladigan ruda, koks va flyus ma'lum optimal o'lchamga ega bo'lishi lozim.

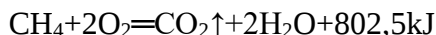
Domna pechinning mahsuldorligini oshirishda, yoqilg'ini tejashda shixtani tayyorlash muhim rol o'ynaydi. Shixta tarkibiga kiruvchi komponentlar kattaligi muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lib, rudaning kattaligi 40-100 mm, koksni 40-80 mm va ohaktoshni 30-80 mm bo'lishi kerak. Buning uchun ruda maydalanadi, g'alvirdan o'tqaziladi, bo'laklarining kattaligi bir xillik darajasi oshiriladi va nihoyat boyitiladi. Maydalari aglomeratsiyalanadi (changsimon mayda zarrachalari koks va flyus bilan aralashtirilib chala suyuqlantiriladi, natijada zarralar bir-birisiga yopishib yiriklashadi, so'ngra u sovutilib qotirilgach, kerakli kattalikda maydalab olinadi). Shixta bo'laklari tarkibida 10% 5mm dan kichiklari bo'lsa pachning mahsuldorligini 3% gacha kamaytiradi va yoqilg'i sarfini oshiradi.

Temir rudasiga boy mamlakat Rossiyadir(Ural, Kurskiy 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 Tabinbuloq (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 Surxandaryo viloyatlaridadir. Kezi kelganda shuni aytish lozimki, jumhuriyatimizda har yili taxminan 2 mln. t. temir tersaklar yig'iladiki, uni hammasi cho'yan va po'latga aylantirilsa jumhuriyatimizning unga bo'lgan ehtiyojini 50-60% ini qondirgan bo'lar edi, ammo hozirgi kunda to'planayotgan temir tersaklarning atigi 27% qayta ishlanayotir.

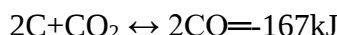
Cho'yan ishlab chiqarishda boradigan asosiy reaksiyalar. Cho'yan domna pechi deb ataluvchi reaktorlarda eritib olinadi. Cho'yan eritib olish jarayonida quyidagi kimyoviy reaksiyalar ketadi. Pechning Yuqori qismidan, shixta pastga tomon, ostidan yuqori ga qarama-qarshi yo'nalishda esa, yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan gazlar harakat qiladi. Shixta pastga tushgan sayin qiziydi, natijada eng avval oson bug'lanuvchi moddlardan (namlik, SO₂ gazlari va boshqalar) tozalanadi. Shixta namligi (200⁰C da) bug'lanib qurigach uning harorati orta boradi va 400-600⁰C ga etgach Fe, Mn va Mg karbonatlari intensiv parchalana boshlaydilar. Pech harorati 800-900⁰C ga borgach ohaktosh va dolomit parchalana boshlaydi.



Shixta tarkibidagi koks ham pechning ostidan domna havo qizdirgichlarida (kauperlar) 800°C gacha qizigan va kislorodga boyitilgan gaz bilan to'qnashib yonadi. $C + O_2 = CO_2 + 401, \text{ kJ}$ pechga yonish uchun kiritilgan gaz yonadi.



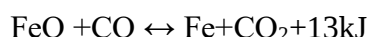
Yuqori dagi reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan gazlar ham (CO_2 , H_2O) turli ta'sirotlariga uchraydi. CO_2 gazi pechning Yuqori siga ko'tarilib issiq koks bilan reaksiyaga kirishadi va is gaziga aylanadi.



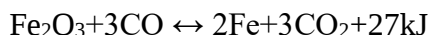
Suv bug'i esa issiq koks bilan qaytarilib CO va H_2 hosil qiladi.



Hosil bo'lgan CO gazlari va H_2 temirni, oksidlaridan qaytaradi. Temir oksidlari turlicha qaytariladi. Eng oson qaytariladigani Fe_2O_3 keyin Fe_2O_4 va eng qiyin qaytariladigani FeO dir.

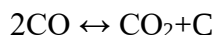


Qaytarilgan temir suyuqlanib ostga tushadi. CO_2 esa Yuqori ga ko'tariladi. Muvozanat batamom o'ngga siljiydi. Vodorod ham CO kabi Yuqori dagi reaksiyaga o'xshash temir oksidlarini qaytarish uchun sarflanadi. Bunda hosil bo'lgan suv bug'lari Yuqori da aytilganidek koks bilan qaytarilib yana H_2 va CO ga aylanaveradi. Temir oksidlarini qaytarilish natijasida hosil bo'lgan CO_2 ham Yuqori ga 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 chiqib ketadi. Domna gazlari tarkibida N_2 , CO_2 va 27-30% CO ozroq H_2 va CH_4 bo'ladi.

Temir oksidlari nafaqat CO va H_2 bilan balki uglerod (koks) bilan ham qaytariladi. Temir oksidlarining uglerod bilan qaytarilishiga to'g'ri qaytarish deyiladi. Uglerod bilan qaytarilish 1000°C dan Yuqori boradi. Qaytarish uchun faqat koks uglerodi emas, balki CO ning termik parchalanishidan hosil bo'lgan uglerod ham qatnashadi.



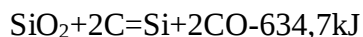
Domna jarayonida temirdan tashqari shixta tarkibida bo'lgan boshqa elementlar ham qaytariladi. 1000°C da Mn_2O_3 qaytarilib Mn_3O_4 so'ngra MnO va nihoyat Mn hosil bo'ladi.



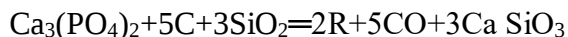
Hosil bo'lgan MnO ni qaytarilishi asosan Yuqori haroratli zonada uglerod hisobiga boradi. Qaytarilgan marganesning bir qismi erib cho'yan tarkibiga o'tadi.



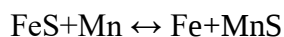
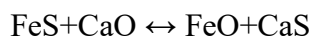
Ammo marganes oksidining ko'p qismi qaytarilmay shlak tarkibiga o'tadi. Kremniy ham qattiq uglerod bilan qisman Yuqori haroratda qaytariladi.



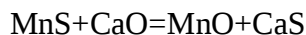
Fosfor esa C va SiO_2 ta'sirida qaytarilib erkin fosforga aylanadi va har ikkalasi ham cho'yanda erib uning tarkibiga o'tadi.



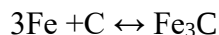
Nikel' va mis to'liq qaytariladi va cho'yan tarkibiga kiradi. Xrom, titan va vanadiylar domna jarayonida odatda qaytarilmaydi (ularning qaytarilishi uchun juda yuqori harorat kerak bo'ladi). S esa metallar bilan sul'fidlar (FeS , CaS , MnS va boshqalar) hosil qiladi. Sul'fidlarning suyuq temirda eruvchanligi 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 marganeslar oltingugurtni temirdan ajratib olishning asosiy manbalaridir.



Bunda hosil bo'lgan MnS erib shlakka o'tadi va shlak tarkibidagi CaO bilan qayrilib CaS ga aylanadi.



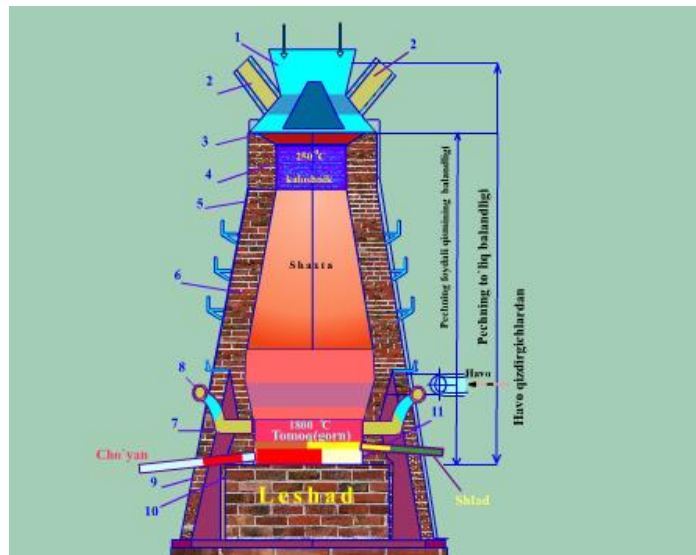
CaS esa erib shlakka o'tadi. Domnada qaytarilish reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan temir bulutsimon (yani g'ovak) temir bo'lib, uning g'ovaklarida SO ning parchalanishdan hosil bo'lgan uglerod (koks) bilan (temirning bir qismi) karbid (sementid) hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan temir karbidi va uglerod, temirda eriydi. Natijada ancha oson suyuqlanadigan qotishma (tarkibila 4,3 % uglerod saqllovchi, temirning uglerod bilan evtektik aralashmasi) suyuqlanish harorati 1140°C bo'lgan qotishma) hosil bo'ladi. Bu qotishma yuqori da 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 haroratda boshlanadi. Ohaktoshni parchalanishidan hosil bo'lgan CaO , dolomitni parchalanishidan hosil bo'lgan MgO hamda Al_2O_3 lar bunday sharoitda (domna jarayoni) qaytarilmaydi. Ammo bir-birisi hamda SiO_2 va ko'mirning kuli bilan birikib turli xil tarkibli birikmalarni: kaliy silikat ($\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$), magniy silikat ($\text{Mg} + \text{SiO}_2 = \text{MgSiO}_3$), kal'siy alyuminat ($\text{CaO} \text{ Al}_2\text{O}_3$), kal'siy alyumosilikat ($(\text{CaO})_2 \text{ Al}_2\text{O}_3 \text{ SiO}_2$), kabi oson suyuqlanuvchi aralashma –shlakni hosil qiladi. Shlakning zichligi cho'yannikidan kichik bo'lganligidan, u cho'yanning ustida tuplanadi va cho'yanni oksidlanishdan himoya qiladi.

Domna pechinning tuzilishi. Domna pechi (48-rasm) to'xtovsiz ishlaydigan konussimon minora bo'lib, umumiy balandligi 36-40m, diametri 10m.



48-rasm. Domna pechini kesimi.

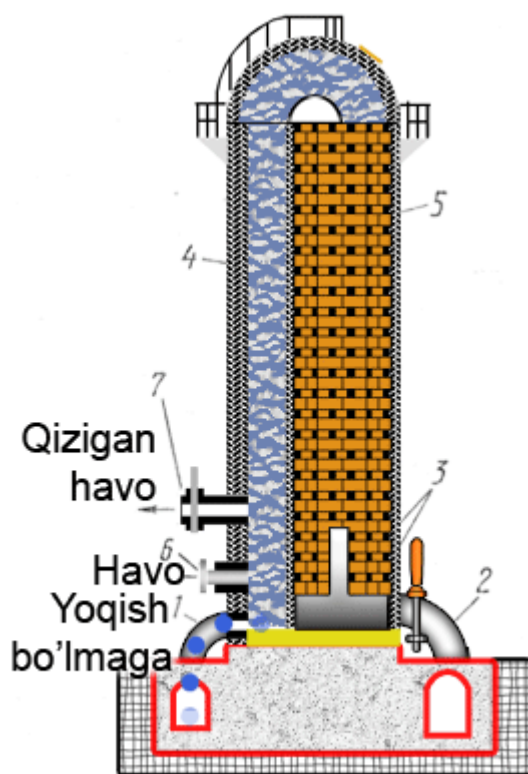
1-to'kuvchi apparat; 2-gaz chiqish joyi; 3-g'ilof; 4,5-qoplamasi; 6-sovitgich; 7-tayanch halqa; 8-havo kiradigan tuynuk; 9-kollonna(minora); 10-cho'yan chiqarish tuynugi; 11-shlak chiqarish tuynugi.

Minora devorlari o'tga chidamli g'ishtdan qilingan bo'lib isib ketishdan saqlash uchun devor oralig'iga ichidan suv o'tib sovutuvchi sovutgichlar bo'ladi. Yuqori dan pastga tushgan sari devor qalinligi ortib boradi va ostki qismida (gornda) 1,5m. ga etadi. Chunki u yyerda harorat eng yuqori bo'ladi. Pechning ostki qismi ustaxonasi (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 optimal taqsimlanishini ta'minlaydi. Tashqi tomondan pech po'lat g'ilof bilan qoplangan. Domna pechi bir necha qismlarga bo'linadi: tepa tomoni- koloshnik, o'rta qismi-shaxta, eng keng qismi –raspar, ostki silindirsimon qismi –gorn, rasparni gorn bilan tutashtiruvchi qismi –zaplechnik va gornning yuqori qismida havo puflash teshigi-furma, ostki qismi leshad va boshqalar.

Pechning tepa qismida avtomat to'quvchi qurilma o'rnatilgan bo'lib, u xom ashyoni germetik to'kish uchun xizmat qiladi va domna gazlarining tashqarisiga chiqishiga qo'ymaydi. Tayyor, xom ashyo ombordan bunkerlarga kelib tushadi, keyin avtomat taroziga undan skipga (skip-shixtani pechning tepasiga olib chiqib to'kuvchi vagoncha) keladi. Qiya o'rnatilgan ko'prikdagi rel'slarda skip, ko'targich orqali pechning teppasiga chiqadi. Bir yo'la ikkita skip harakat qiladi: bittasi pech teppasiga chiqqanda, ikkinchisi, domna ostiga tushadi. Skipdagi xom ashyo pech teppasiga olib chiqilgach, yo'naltiruvchi qimirlamaydigan kadakga to'qiladi, undan qabul 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 xom ashyoni to'kigach ma'lum burchakka (600 ga) aylanadi. Shunday qilib xom ashyo har gal domnaning bir joyga to'kilavermay har 5-10 minutda alohida porsiyalar shaklida qavat-qavat (bir qavat ruda, ikkinchisi flyus va uni ustidan koks) pechning koloshnik qismiga to'qiladi. To'kish uchun navbat bilan avval kichik konus, pastga tushadi, keyin u Yuqori ga ko'tariladi, katta konus to'shadi. Natijada pech ichida shixtaning bir joyda to'planib qolishining oldi olinadi va uni bir tekisda taqsimlanishi ta'minlanadi. 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 birmarta olinib turiladi.

Domna pechiga beriladigan havo 900-1300°C gacha regeneratorlarda (Kaupyerda) qizdirib yuboriladi. Kauper (bu so'z regeneratorni ixtiro etgan, Fransuz injenerining nomidan olingan) davriy ravishda ishlovchi silindrsimon uskuna bo'lib, (49-rasm) balandligi 45m, ichinning diametri 6-9 m.



49-rasm. Kauper(havo qizdirgich). 1,6,7-gaz kirib-chiqish tuynuklari; 2-tutun chiqish joyi; 3-sovuq havo kirish tuynugi; 4-yoqish bo'limi; 5-nasadkali bo'limi.

Ichi o'tga chidamli g'isht bilan (shomot) qoplangan. Kauperning ichi yoqish 4 va nasadka 5 bo'lmalaridan iborat, tepa qismi gumbazsimon va bo'sh bo'ladi. Domna gazlari changdan taxminan tozalanib, tabiiy gaz bilan qo'shilib kauperning yoqish bo'lmasiga havo bilan qo'shib yuboriladi va u yerda gaz yonadi. Yonishdan hosil bo'lgan issiq gazlar gumbazdan aylanib yuqori dan 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 beqiladi. 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 nasadkalar qizdirilayotgan bo'lsa, ikkinchisidan esa havo o'tkazilib kauper nasadkasi sovutilayotgan bo'ladi. Domna jarayonida 1000-1300°C gacha isitilgan havoni qo'llash (haroratning har 100°C oshishi mahsuldorligini 2% ga ko'paytirish va koks sarfini 2% ga kamaytirish imkonini beradi.) domna mahsuldorligini ancha oshiridi, domna pechlarida suyuqlantirib olinadigan cho'yan tarkibida Fe dan tashqari, 3-5,5C, 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-Fe₃C shaklida bo'ladi va u juda qattiq bo'lib, unga ishlov berish qiyin) po'lat olish uchun ishlatiladi. 2) kulrang cho'yan (tarkibida uglerod grafit shaklida bo'ladi va u ancha yumshoq bo'ladi.) turli xil buyumlar quyish uchun ishlatiladi. 3) maxsus cho'yan (ferrosilisiy tarkibida 10-12 % gacha Si , oynasimon yaltiroq -12-20% gacha Mn, ferromarganes -60-80 % gacha ushlaydi). Po'lat olish uchun ishlatiladi. Domnadan chiqindi sifatida olinadigan shlak ham keng sohalarda ishlatiladi. Masalan, shlakdan sheben, graviy, shlakabeton, shlakli penmza, penabeton, shlakpaxta, shlakaportlandsement va boshqalar ishlab chiqariladi. Yana

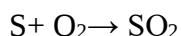
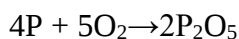
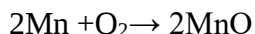
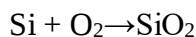
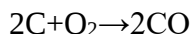
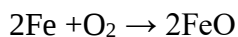
domna gazi (tarkibida 30% gacha CO, 60 % H₂, 10 % CO₂ va changlar bo'ladi.) Bu gaz changlardan tozalangach turli maqsadlarda yoqish uchun ishlatiladi. Domnaning muhim ko'rsatkichlariga uning FHFK si va koks sarfi kiradi. Domna pechinning intensivligi, uning foydali hajmidan foydalanish koeffitsienti FHFK bilan baholanadi. Ya'ni 1t, cho'yan olish uchun pechning (sutka/m³. larda) qancha foydali hajmi to'g'ri kelishini ko'rsatadigan kattalik. Hozirgi paytda FXFK kamayib 0,45-0,5 % ga pechning foydali hajmi esa 5000 m³ gacha etkazilgan (1913 yillarda esa FXFK 2,5-3 ga, pechning foydali hajmi esa 200 m³ ga teng edi) Shunday ulkan pechlarda bir yilda 4,2 mln. t. gacha cho'yan ishlab chiqariladi.

Domnanang foydaliligini ikkinchi ko'rsatkichi 1t. cho'yan olganda sarflanadigan koksning sarfidir. Keyingi yillarda 1t cho'yanga 360-400 kg. koks sarflanmoqda. (1960 yillarda bu son 950 kg. edi.) Hozirgi zamon foydali hajmi 2700m³ bo'lgan domnalarda bir sutkada 8600 t. tarkibida 64% Fe bo'lgan ruda – aglomerat, 2500 t. koks, 200 t. , flyus, 0,6 mln, m³ tabiiy gaz, 0,5 mln, m³ kislorod va 7 mln. m³ havo ishlatiladi, unda shuncha xom ashyodan bir sutkada 5500 t, cho'yan (2 mln. t/yil) 1900 t. shlak, 11 mln. m³ domna gazi ishlab chiqariladi.

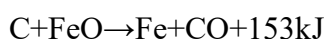
Domna pechlarining bunday mahsuldorligi eng avvalo yoqilg'i sifatida tabiiy gazni qo'llab koks sarfini qisman kamaytirish orqali ta'minlanadi. Undan tashqari domna agregatlarining birlik quvvatini oshirish uni takomillashtirish, ruda tarkibida temirning konsentrasiyasini oshirish, domnaga kiritilgan gazlarni isitish va uni kislorodga boyitish, ta'sir yuzani kengaytirish cho'yan olishdagi barcha jarayonlarni mexanizatsiyalash, avtomatlashtirish, EXM larni qo'llash kabilar pech intensivligini oshirishning asosiy omillaridir.

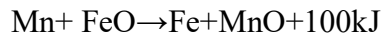
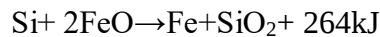
5. 4. Po'lat ishlab chiqarish

Po'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 larning miqdorini havo kislorodi bilan oksidlash yo'li orqali ma'lum miqdorda kamaytirish va S bilan R ni imkoni boricha to'liqroq yo'qotish ko'zda tutiladi. Bu qo'shimchalarning po'lat tarkibida bo'lishi maqbul emas, Po'lat ishlab chiqarishda sodir bo'ladigan asosiy reaksiyalar po'lat ishlab chiqarishda chuyan ishlab chiqarishdagiga teskari reaksiya ya'ni temirning havo kislorodi bilan oksidlanish reaksiyasi ketishidir (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.

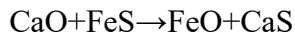
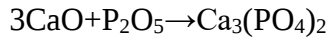
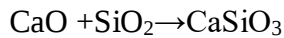


Hosil bo'lgan Fe cho'yanda yaxshi eriydi va unda erigan boshqa elementlarni oksidlaydi, chunki birinchidan, temirning konsentrasiyasi katta bo'lgani uchun ko'p hosil bo'ladi, ikkinchidan, cho'yandagi qo'shimchalar (C, Si, Mn, S) temirga nisbatan kislorod bilan shiddatliroq reaksiyaga kirishadi.



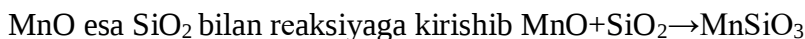
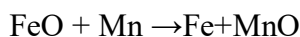
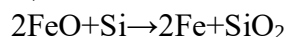


Hosil bo'lgan oksidlar: SiO_2 , MnO , P_2O_5 flyus bilan birikib shlakka aytiladi. Shlakka qisman otingugurt ham CaS shaklida erib o'tadi, chunki CaS suyuq metallda erimaydi.



Metall ustida shlakning hosil bo'lishi suyuq metallni kislorod bilan bevosita ta'siridan saqlaydi. Ammo oksidlanish jarayoni FeO ta'sirida davom etaveradi, biroq sekinlashadi.

Suyuq metalldan CO ning ajralib chiqishi po'latning "qaynashi" deyiladi. Po'lat suyuqlanmasi tarkibidagi uglerod miqdori tez analiz (ekspres analiz) usullari yordamida aniqlanadi. Suyuqlanma tarkibidagi uglerod talab darajasiga etgach 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-ferromargenes, ferrosilisiy qo'shiladi. Marganes va kremniy temir (11) – oksid bilan reaksiyaga kirishadi.



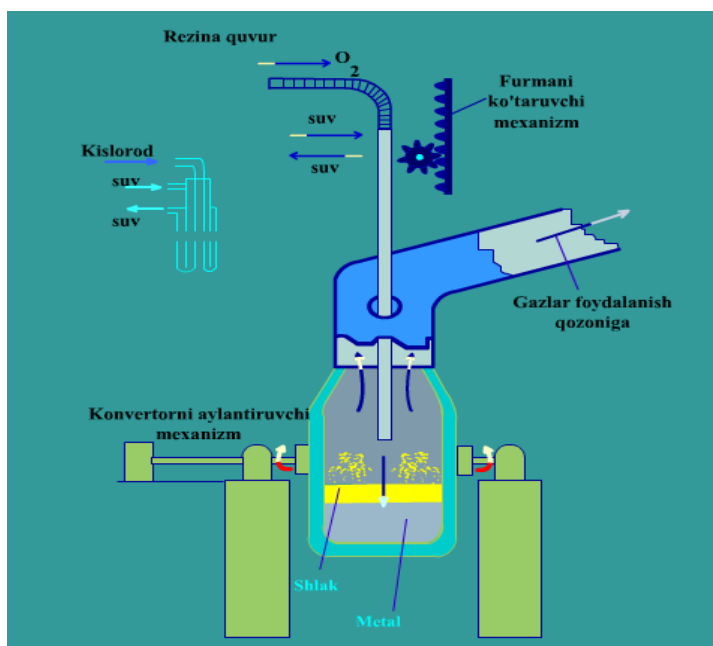
Marganes silikatni hosil qiladi u shlak sifatida chiqarib tashlanadi. Po'lat suyuqlantirishning oxirgi bosqichida zarur bo'lsa suyuq po'latga ligerovchi elementlar qo'shiladi.

Cho'yanni po'latga aylantirishning bir necha usuli mu'lum. Ularning hammasi ham yuqori da ko'rib chiqilgan oksidlanish – qaytarilish reaksiyasigaga asoslangan.

Kislorod –konvertor usuli. Po'lat olishning konvertor usulini 1854 yilda ingliz olimi G.

Bessemer kashf etdi (bu usulni Bessemer usuli ham deyiladi.) Bu usulda cho'yanning qayta ishlab pulat olishda cho'yan tarkibidagi qo'shimchalarni oksidlash jarayoni noksimon shakldagi katta metall qurilma – konvertorlarda amalga oshiriladi. (50-rasm).

50-rasm. Po'lat eritish uchun kislorod konvertori



Konvertor ichi o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan noksimon qurilma bo'lib tashqi tomoni po'lat bilan qoplangan, Ikki yon tomonidan qo'zg'almas

ushlagichlarga – gorizontall o'qlarga mahkamlangan holda osilib turadi va uni og'zini pastga qaratib ag'darib va yana o'z holiga qaytarish ya'ni aylantirish mumkin.

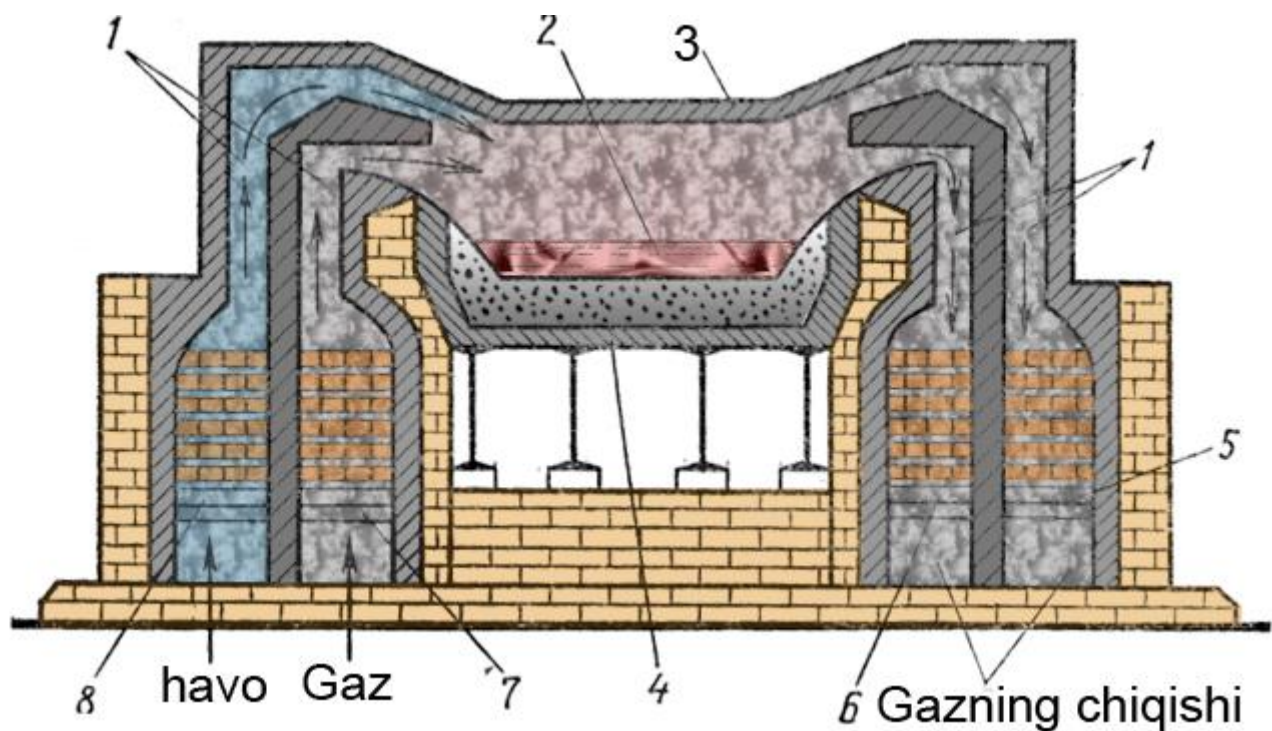
Konvertor ichiga gorizontal holda uni og'zi orqali qayta ishlanuvchi suyuq cho'yan va flyus –ohak yoki ohaktosh, solinadi, havo yoki kislorodga boyitilgan havo esa vertikal holda tepa qismidan - og'zidan puflanadi. Bunda Yuqori da qayd qilingan oksidlanish reaksiyalari ketadi. Bu usulning asosiy afzalligi shundaki, u tejamli usuldir. Kerakli haroratni (1700°C) saqlab turish uchun yoqilg'i yoqish talab etilmaydi, balki qo'shimchalarning oksidlanishi ekzotermik reaksiya bo'lganligidan reaksiya issiqligidan foydalaniladi. Jarayon tugagach, konvertordan shlak ag'darib olinadi va tayyor po'lat 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 (dolomitli g'ishtlar) bilan koplangan bo'ladi. Bu usulda Yuqori harorat asosan fosforning oksidlanishidan hosil bo'ladi va hosil bo'lgan shlak tarkibida fosforli ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ shaklida)ko'p ushlagani uchun maydalanib tomos shlak nomi bilan fosforli o'g'it sifatida ishlatiladi.

Har ikkala konverter usulning ham 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%) 0,9-1,4 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 ta'minlaydi. Toza kislorod bo'lgani uchun bu usulda oksidlanish reaksiyasi intensiv ketadi, bu holat konvertorga temir-tersak, ruda va flyus qo'shish imkonini beradi. Konverdorda po'latning cho'yanga aylanish jarayoni 35-40 minutda tugallandi. Hajmi 100 tonnali kislorod konvertorining balandligi 8 m. , Diametri 4m. , unda po'lat suyuqlantirilib olish jaryoni 45 minut davom etadi. Shunday pechning maxsuldorligi 750 ming t/yilga teng.

Marten usuli. Bu usul 1864 yilda fransuz injeneri P. Marten tomonidan kashf etildi. Marten pechi (51-rasm) ikki qismdan: vanna va regeneratlardan tuzilgan.



51-rasm. Marten pechi.

1-yoqish uchun gaz va havo kiradigan hamda yonish maxsulotlari chiqadigan kanallar; 2-ishchi bo'shliq(suyuq po'lat tushadigan); 3-gumbaz; 4-pechning osti; 5-regeniratorlar.

Pech tepa qismi, vanna usti gumbazi 1, vanna 2, 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 kanal regeneratrlari 3-6 bo'lib, ularning ichi o'tga chidamli g'ishtdan yasalgan nasadka bilan to'lg'azilgan.

Havo va yonuvchi gazlar regeneratorda qizdirib olinadi. Bir juft reganerator orqali yoqilg'i yonishida hosil bo'lgan issiq gazlar (1600°C) o'tkaziladi. Natijada regeneratord devorlari (nasadka qattiq qiziydi). So'ngra gazlar oqimining yo'nalishi o'zgartiriladi. Ya'ni qizdirilgan regeneratrlar orqali havo yonuvchi gaz, qizdirilmagan ikkinchi juft regeneratord orqali esa yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiq gazlar o'tkazaladi. Pechda harorat $1700-1750^{\circ}\text{C}$ 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 temir (II) oksid hisobiga boradi. Suyuq po'latni chiqarib olishdan ilgari zaruriyatga qarab ligerlovchi elementlar qo'shiladi. Marten pechida xom ashyo qayta ishlanuvchi cho'yan, temir tersak, yuqori sifatli temir rudasi va flyus hisoblanadi. Natijada xom ashyo 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 500 t. po'lat tayyorlab beradi) uzunligi 16 m, eni 6m, vannasidagi suyuq po'lat va shlak qatlamining qalinligi 1,2 m. Shunday pechning maxsuldorligi 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 olish mumkin. Ammo marten usulini kislorod konvertor usuliga taqqoslanadigan bo'lsa anchagina kamchiliklarga ega. Masalan: Yuqori da aytilganidek konvertor usulida po'lat suyuqlantirib olish jarayoni 35-45 minut davom etsa, eng takomillashgan marten pechida esa bu jarayon 6-8 soat davom etadi. Maxsuldorligi bir xil bo'lgan kislorod konvertor sexini qurilishi uchun marten sexiga nisbatan 25-35 % kapital mablag' kam sarflanadi va olinadigan po'latning tan narxi ham 5-7 marta arzonga tushadi. Shuning uchun ham hozirgi paytda po'lat olishning marten usulida zavod qurish to'xtatilgan. Eskilarining intensivligi turli yo'llar bilan oshirilmoqda. Masalan, pechga kiritiladigan havo 30% gacha kislorodga boyitilib qo'llanilmoqda, ikki vannali marten pechlariga almashtirilmoqda, yoqilg'i sifatida gazdan foydalanilmoqda va hokazo.

VII BOB AMMIK VA NITRAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISH

7. 1 Azotning xom ashyo manbalari va ishlatilishi

Azot tabiatda erkin holda va birikmalar shaklida bo'ladi. Azotning asosiy qismi atmosferada (massa bo'yicha 75,6%) erkin holda bo'ladi. Birikmalar shaklida esa yer po'stlog'ining 0,4 % ni (massa bo'yicha) azot tashkil etadi. U turli organik moddalar tarkibida, odam, hayvonlar va o'simliklar organizmida, qazilma boyliklar, ko'mir, neft, torf, slanets tarkibida uchraydi. Anorganik birikmalar shaklida azot kam uchraydi. Uning natriy nitrat tuzi (Chili selitrası) Chilida va janubiy Afrikada, kaliy nitrat (Hind selitrası) esa Hindistonda topilgan. Ma'lum miqdor ammoniy sul'fat tuzi ko'mirni kokslashdan olinadi.

Azot tirik tabiatda odamlar, hayvonlar va o'simliklar hayotida benihoyat muhim rol o'ynaydi, muhim ozuqa mahsuloti hisoblanadi. U oqsil tarkibiga kiradi. Organizmda muhim bioqimyoviy jarayonlarda ishtirok etadi. Ammo odam va hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar tanasida oqsillar yoki boshqa organik moddalar (fermentlar, vitaminlar, gormonlar, nuklein kislotalar va boshqalar) sintezida elementar holdagi azot emas (u juda inert elementdir, uning dissosiyalanish energiyasi 945 kJ/mol' bo'lib, atomlari orasidagi bog'lar juda mustahkamdir, taqqoslash uchun xlor molekulasi dissosiyalanish 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.

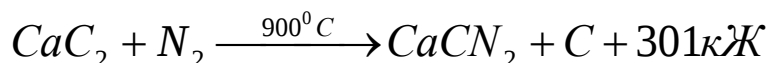
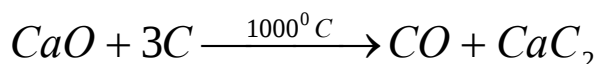
Ishlatish sohalarining kengligi, azot birikmalari manbalarining esa kamligi, atmosfera azotini biriktirib olish muammosini ko'ndalang qilib qo'ydi. Atmosfera azoti bitmas-tuganmasdir. Har gektar er yuzasiga to'g'ri keladigan atmosfera azotini massasi 80 000 tonnaga tengdir.

7. 2 Atmosfera azotini birikmaga aylantirish usullari

Atmosfera azotini tabiatda faqat tugunak bakteriyalari (dukkakli o'simliklar ildizida bo'ladi) o'zlashtira oladi. Yana chaqmoq chaqqanda havo da azot oksidlanadi, yogin bilan birga erga tushadi. 1898 yilda olimlarning Britaniya assosiasiyasi majlisida Kruks texnologlar uchun muxim muammoni yptaga tashladi: "Atmosfera azotini boglab olish buyo'q kashfiyotlardan biri bo'lib, uni kimyogarlar ixtirochiligidan ko'tish kerak" degan edi. Shundan keyin ko'p utmay bu kashfiyot amalga oshirdi. XX asrning boshlarida atmosfera azotini biriktirib olishning uch usuli topildi:

1. Sianamidli usul;
2. Elektr yoy usuli;
- Z. Ammiak sintezi usuli.

Sianamidli usulda (1904 yilda A. Frak va N. Karolar bu usulni kashf etishgan) Yuqori haroratda oxakka ko'mir qo'shib maxsus pechlarda qizdiriladi. So'ngra hosil bo'lgan kal'siy karbid sianamidga aylanadi.



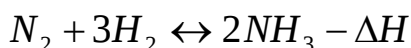
Kal'siy sianamid, sianamid $-NH_2CN$ ning hosilasi bo'lib, kukunsimon kulrang modda (sianamidning tuzilishi quyidagicha $H_2N-C\equiv N$. Unga suv bug'i ta'sir ettirilganda, osonlikcha parchalanib, ammiak va kal'siy karbonatga aylanadi, $Ca(CN)_2 + 3H_2O = CaCO_3 + 2NH_3 + 75\text{ kJ}$

Shu usulga asoslangan birinchi ammiak zavodi 1905 yilda Italiyada qurilib ishga tushirildi. Uning maxsuldorligi 4 ming t/ yilga teng bo'lgan. Bu usulda ishlab chiqarilgan ammiak qimmatga tushar edi, 1 t sianamidga 12000 kVt/s elektr energiyasi sarflanadi.

Elektr yoy (plazma) usuli (1905 yilda kashf etilgan). Atmosfera azotini past haroratli plazmada (2200 K dan yuqori haroratda) to'g'ridan to'g'ri kislorod bilan oksidlashga asoslangan (elektr uchkunida azot yonishini 1785-yilda Kavendish va Pristli topgan edi).

Past haroratli xavo plazmasi bu ionlashgan xavo bo'lib, gaz ionlari va erkin elektronlardan iborat bo'ladi. Plazma xolati yuqori chastotali elektr yoyida gazlarning zaryadsizlanishidir, yadro reaksiyalarida kuzatiladi. Plazma usuliga asoslangan birinchi zavod 1905 yilda Norvegiyada X. Birkelanda va S. Eyde usuli asosida qurilib ishga tushirildi. Bu usulda ko'p energiya sarflanadi. (1t NO olish uchun 60. 000 kVt/s elektr energiyasi sarflanadi) NO ning unumi past (5%) bo'ladi. NO ning tan narxi qimmatga tushadi.

Ammiakli usulda N_2 to'g'ridan to'g'ri H_2 bilan biriktiriladi. Bu haroratda, bosim va katalizator ishtirokida boradi.



Bu usulda olingan ammiakning tan narxi ancha apzonra tushadi. Hozirgi vaqtda bu usul ammiakni sanoatda ishlab chiqarishning birdan-bir usulidir.

Bu usulni ancha vaqtgacha qo'llashning iloji bo'lmadi. Chunki bunda Yuqori bosim (1000 atm. gacha) talab kilinardi. Yuqori bosimni faqatgina XX asrning 10 yillarida hosil qilish mumkin bo'ldi.

Bu usulni birinchi bo'lib 1908 yilda nemis olimi Gaber kashf etdi, 1913 yilda uni ishlab chiqarishga tadbir qildi. Bu kashfiyot uchun 1920 yilda Nobel' mukofotiga sazovor buldi. Bu usulga asoslanib birinchi zavod Germaniyada qurildi, uning maxsuldorligi 20-25 t/cytkaga teng bo'lib, reaksiya 200-225 atm. bosim va 550°S haroratda, katalizator ishtirokida olib boriladi. Unumi 8-9 % ga teng, MDX da birinchi ammiak sintezi zavodi 1927 yilda qurilib ishga tushirilgan.

Hozirgi paytda ammiak ishlab chiqarish soxasi ancha rivojlangan bo'lib jaxonda 1980 yilda 67,5 mln. t. jumladan sobik SSSRda 16,73 mln. t. AQSh da 17,26 mln. t. sintetik ammiak ishlab chiqarildi. Hozirgi paytda (ammiak) atmosfera azotini biriktirib olishning mikrobiologik usuli kashf etilgan. Hech qanday yuqori haroratiz, bosim va katalizatorsiz laboratoriya sharoitida atmosfera azotini biriktirib olish mumkinligi aniklandi. Kelajakda ushbu usul bilan juda arzon azot birikmalari ishlab chiqarish yo'lga qo'yiladi. Hozirgi vaqtda O'zbekiston Respublikasida kontakt usuli bilan 2 mln.t yaqin ammiak ishlab chiqariladi.

7. 3 Ammiak sintezi uchun azot vodorodli apalashmaning olinishi va tozalash usullari

Ammiak sintezi uchun 1:3 nisbatda azot vodorodli aralashma kerak bo'ladi. Azot sanoatda suyuq xavodan ajratish yuli bilan olinadi. Xavo tarkibi hajm jixatdan ulchanganda 78 % azot, 21 % kislorod va 0,94 % argondan iboratdir. YAna xavo tarkibida oz miqdorda CO₂ , H₂, Ne, He, Kr, Xe lar uchraydi.

Xavo avval katta bosimda sikilib sovutiladi, suyultiriladi, sungpa suyuq xavo tarkibidan komponentlarning kaynash haroratlarining har xilligidan foydalanib (Q. t: N₂ -195. 80, O₂ - 183,0; Ar-185,7°C). Rektifikasiya minoralarida fraksiyalarga ajratilib toza xolda N₂, O₂ va Ar olinadi.

Vodorod sanoatda turli yo'llar bilan olinadi:

1. Metan va uni gomologlarini konversiyasi;
2. Qattiq yoqilgini gazga aylantirganda hosil bo'lgan SO ni konversiyasi;
3. Koks gazlarini ajratish;
4. Suvni yoki NaCl eritmasini elektroliz qilish orqali olinadi.

Iqtisodiy kursatkichlari jixatidan 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+nH₂) deb ataladi. U vodorod olishdan tashkari metanol sintezi, Yuqori molekulyar og'irlikka ega bo'lgan spirtlar sintezi, sintetik benzin sintezi va boshqalar (so'nggi paytlarda CO gazi temir rudalaridan, temirni qaytarib toza temir olishda ham ishlatila boshlandi). sintezida ham ko'p ishlatiladi.

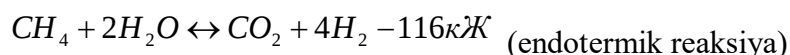
Konversiya usuli metanni suv bug'i yoki kislorod bilan oksidlanishiga asoslangan:



Keyin hosil bo'lgan CO ni suv bug'i bilan konversiya qilinadi.



Metanni suv bug'i bilan konversiyasi reaksiyasini umumiy holda quyidagicha yozish mumkin:



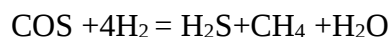
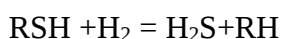
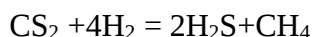
Metan va CO konversiyalari kattalizator ishtarokida (CH₄ uchun nikel, CO uchun temir, xrom, rux xrom misli katalizatorlar qo'llaniladi) boradi.

Rux xrom misli katalizator qo'llanganda CO konversiyasi past haroratda (250-300° S) boradi. Konversiyalangan gaz tarkibida qolgan CO ning miqdori 0,2 -0,4 % dan (hajm bo'yicha) oshmaydi. Bunday xollarda ko'pincha CO dan tozalash uchun absorbsion usul o'rniga faqat metanlash-gidrogenlashdan foydalanish mumkin.

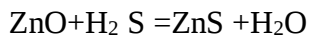
Yuqorida keltirilgan reaksiyalardan ma'lumki olingan vodorod gazi toza emas, tarkibida 30 % gacha CO₂ 0,5-4 % gacha CO saqlaydi. Ozroq miqdor O₂ birikmalari bilan ifloslangan bo'ladi. Bu aralashmalar ammiak sintezida ishlatiladigan katalizatorni zaharlaydi. Shuning uchun ularni tozalash kerak bo'ladi.

Vodorodni begona aralashmalardan tozalashning turli usullari qo'llaniladi: a) qattiq sorbentlar bilan aralashmalarni adsorbsiyasi; b) suyuq sorbentlar bilan absorbsiyalanish; v) chuqur sovo'tish bilan aralashtirmalarni kondensatlash; g) kattalik gidrogenlash va boshqalar. a) usul bilan begona qo'shimchalar kam bo'lganda (C saqlovchi birikmalarda) qo'llaniladi; b) usul CO₂ va CO lardan tozalashda ishlatiladi; v) usul qimmatga tushganligi uchun hozirgi paytlarda ammiak ishlab chiqarishda qo'llanilmaydi (azotning boshqa birikmalari sanoatida qo'llanilmoqda); g) usul CO₂ , CO va O₂ ning miqdori kam bo'lganda qo'llaniladi.

Konversiya gazini oltingururtli birikmalardan tozalash. Tabiiy gaz tarkibida turli C li birikmalar saqlaydi: H₂S, CS₂, COS merkaptanlar (asosan etil merkaptan C₂H₅SH 5-30 mg/m³ gacha) va boshqalar. Barcha C birikmalarni 350-450°C haroratda kobalt' - molibdenli katalizator ishtirokida H₂S gacha gidrogenlanadi:

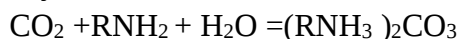


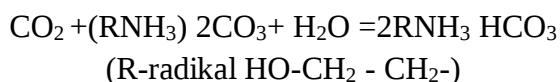
Hosil bo'lgan H₂S qattiq yoki suyuq adsorbentlar yordamida adsorbsiyalanadi. Qattiq adsorbent sifatida aktivlangan kumir, temir gidroksidi, rux oksidi va suyuq adsorbent sifatida: ammiakli suv, etanolaminlar, mish'yak sodali eritma, karbonatlar eritmalari va boshqalar ishlatiladi. Ayniqsa, rux oksidi ko'p ishlatiladi. –(GIAP – 10 adsorbenti).



Tozalangan gazda H₂S ning miqdori I mg/m³ dan ortiq bo'lmaydi. Bu reaksiya 400-500 °C da boradi.

K o n v e r s i y a gazini CO₂ dan tozalash. Konversiya gazi tarkibida 17-30 % gacha CO₂ saqlaydi. Uni suyuq sorbentlar yordamida: suv, etanolamin, ishkori, eritmalari bilan tozalaydilar. CO₂ boshqa qo'shimchalarga nisbatan bosim ostida sovuq suvda yaxshi eriydi. Mana shu xossasiga asoslanib CO₂ suv bilan yuttirib ajratib olinadi. Buning uchun ichi nasadkali minoralarda gaz, suv sachratish bilan (2-3 mPa bosimda) yuviladi. Minoradan okib tushuvchi suv turbinani aylantiradi, kaysiki u nasos bilan birga maxkamlangan bo'ladi. Nasos suvni kutarib yana minorani sugorishga beradi. Natijada unga beriluvchi energiya tejaladi. Turbinada bosim pasayadi atmosfera bosimiga tenglashadi, Hatijada suvda erigan CO₂ va vodorod gazlari (80 % CO₂, 11% H₂) desorbsiyalanib ajralib chiqadi. Bu gaz (CO₂) yig'ib olinadi, turli maqsadlarda ishlatiladi. masalan, karbamid sintezida, quruq muz tayyorlashda va boshqa mahsulotlar olishda ishlatiladi. Bu usulning kamchiligi ko'p elektr energiyasi sarflanishi va ancha vodorodning yuqotilishidadir. Shuning uchun ham keyingi yillarda bu usul ko'p qo'llanilmaydi, balki sorbsion va selektivlik xossasi suvdan ancha yuqori bo'lgan etanolamin bilan tozalash keng qo'llanilmoqda. Bunda mono- va di- etanolaminning(HO-CH₂ - CH₂- NH₂ va NH (CH₂ - CH₂ OH)₂ suvdagi 15 % li eritmasiga CO₂ yuttiriladi.



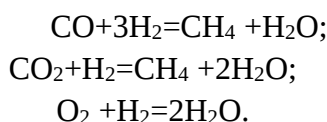


Yuttirish jarayoni 40-45 °C da olib boriladi. Absorbsiyalanish natijasida hosil bo'lgan karbonat va gidrokarbanatlar 120°C da desorbentda CO₂ ajratib parchalanadilar. Yuttiruvchi sifatida metanol, propilen karbonat, sul'folon kabi moddalar ham ishlatilishi mumkin. (C₄H₆O₃ - propilen karbonat, C₄H₈SO₂-sul'folan).

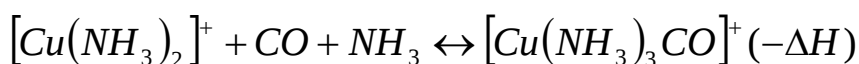
Gazni CO dan tozalash. Mis ammiakli eritma bilan yuttirish, suyuq azot bilan katalitik gidrogenlash kabi usullar bilan amalga oshiriladi.

Keng qo'llaniladigani suyuq azot bilan yuvish usulidir. Bunda gaz katalizator zaharlaridan (CO, H₂S), qisman CH₄ va aromatik uglevodorodlardan inert aralashmalardan tozalanadi. Bu qo'shimchalar hammasi suyuq azotning haroratidan ko'ra yuqori haroratda kaynaydi, shuning uchun kondensiyalanadi va suyuq azotda eriydi. Yuvish kolonnasida shunday harorat saklanadiki bunda N₂ : H₂ nisbati taxminan 3:1 bo'lib vodorod gazi N₂ bilan to'linadi.

Katalitik gidrogenlash (metanlash). CO va CO₂ miqdori 1% gacha bo'lganda qo'llaniladi. Bunda nikel' katalizatori (alyuminiy oksidiga shimdirilgan bo'ladi) va 200-400C haroratda quyidagicha reaksiya asosida boradi:



Gazni CO dan tozalash is gazining (CO) mis ammiakli eritmaga absorbsiyalash deganda mis ammiakli kompleks hosil bo'lishiga asoslangan. Oddiy sharoitda mis ammiakli eritmaning yutish kobiliyati past, ammo haroratni pasaytirib bosim oshirilsa, u kuchayadi. Shuning 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, chumoli, karbonat kislotalarining mis ammiakli eritmaları qo'llaniladi. Masalan, mis asetatining mis ammiakli eritmasiga CO ni absorbsiyalanish reaksiyasi quyidagicha boradi:



Reaksiya qaytar reaksiyadir. Absorbentni perenerasiyalash uchun bosimni atmosfera bosimigacha kamaytirilib, 80 °C gacha qizdiriladi.

Tozalashning absorbsion usulida konversiyalangan gaz tarkibida 1 % gacha (hajm bo'yicha) CO₂ va CO qoladi. So'ngra u faqat katalitik gidrogenlash yuli bilan tozalanadi.

7. 4 Ammiak sintezi

Ammiak sintezining nazariy asoslari. Ammiak sintezi reaksiyasi qaytar reaksiya bo'lib issiqlik chiqishi bilan boradi.

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3 + 106\text{kJ}$$

Reaksiyada gazning hajmi 2 marta kamayadi: Le-SHatel'e prinsipiga muvofiq haroratni oshirish NH₃ ni parchalanishi tomon, bosimni ortishi esa reaksiyani NH₃ ni sintezlanishi tomon borishini ta'minlaydi.

Uy temperaturasida 1 atm. (1.01-105 Pa) bosimda reaksiya muvozanati to'liq ammiak sintezi tomon siljiydi, ammo reaksiya tezligi juda past bo'ladi.

Reaksiya katalizator ta'siridagina etarli 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 (21-jadval) ko'rish mumkin.

21-Jadval.

Reaksiya unumining harorat va bosimga bog'liqligi

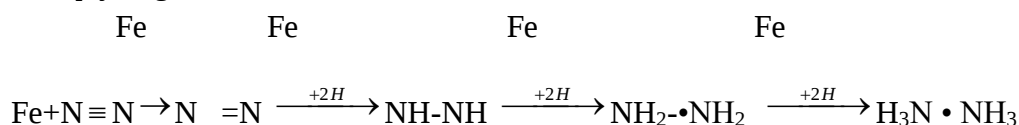
	Ammiakning miqdori, %	
	30 MPa	100 MPa
200	89,94	98,29
300	70,96	92,55
400	47,00	79,82
500	26,44	57,47
600	13,77	31,43
700	7,28	12,83

21-jadvaldan ko'rinib turibdiki muvozanatni NH_3 hosil bo'lishi tomon siljitish uchun Yuqori bosim va past harorat kerak bo'ladi. Xatto 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. Eng aktivi uran va osmiydir, ammo qimmatligi va zaharlarga chidamsizligi uchun ular qo'llanilmaydi. Sanoatda temir katalizator keng qo'llaniladi. Bu ham arzon ham ancha aktiv, Yuqori haroratga va zaharlarga chidamli, H_2S va boshqa S li birikmalar Fe ni qaytmas qilib zaharlaydi. Agar 0,1 % S li birikma bo'lsa (azot vodorodli gazlar aralashmasida) katalizator aktivligini 50 % ga 1 % S- li birikma bo'lsa 100% ga pasaytiradi. H_2O , CO , CO_2 lar esa katalizatorni juda kuchli zaharlaydi, ammo qaytar zaharlanadi, (ya'ni, yana katalizatorni aktivlash mumkin bo'ladi).

Katalizatorni tayyorlash uchun magnit temirtosh (Fe_3O_4) kislorod ishtirokida va promotorlar: Al_2O_3 , K_2O , CaO , SiO_2 (promotorlar aktiv yuzali strukturaga ega bo'lgan, katalizator massasining hosil bo'lishini ta'minlovchi, ta'sirga ega bo'lgan birikmalardir) va boshqa birikmalar bilan aralashtirib suyuqlantirish yo'li bilan tayyorlanadi, so'ngra katalizator vodorodli aralashma bilan toza metal holdagi temirgacha qaytariladi.

Ammiak sintezi bu tipik geterogen katalitik jarayon bo'lib bir necha bosqichda boradi:

1. Gazlar aralashmasidan azot va vodorodning katalizator sirtiga va ichki g'ovaklariga adsorbsiyasi;
2. Katalizatorga gazlarning kimyoviy adsorbsiyalanishi;
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:



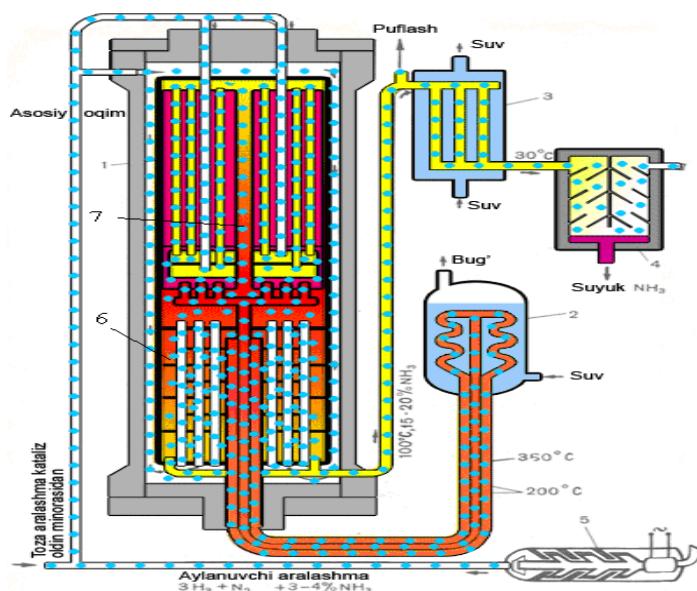
Ammiak sintezi qurilmasining yuqori va barqaror mahsuldorligini ta'minlashning asosiy shartlari quyidagilardir:

kompressor 5 da surib olinadi. Ammiak hosil bo'lishiga sarflangan gaz miqdoriga teng miqdordagi toza azot vodorodli gazlar aralashmasi bilan qo'shilib ammiakli gazlar aralashmasidan to'liqroq ajratish uchun kondensasiya kolonasiga 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°C gacha sovutish orqali CO_2 va CO lardan yanada qo'shimcha ravishda tozalash hamda ammiakni to'liqroq ajratish imkonini beradi. Gaz kondensasiya kolonasi 6 dagi issiq almashtirgichning tashqi tomonidan – quvurlar aro 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 kondensasiya kolonna 5 ga kiradi va suyuq ammiakdan ajralib nasadka orqali issiq almashtirgichning ichidan o'tadi, o'z issiqligini bir qismini kirayotgan gazga berib sintez kolonasining yuqori qismidan kiradi. Sirkulyasiya gazlari tarkibida asta – sekinlik bilan inert qo'shimchalar (CH_4 , Ar) to'planib miqdori ko'payib boradi. Bu holat reaksiya unumdorligiga salbiy ta'sir etadi. Shuning uchun vaqt – vaqti bilan sirkulyasiya gazlari tashqariga chiqarib

yuboriladi va tarkibidagi qo'shimchalarni shunday yo'l bilan kamaytirib turiladi. Ammiak sintezlash qurilmasining asosiy qismi sintez kolonnasidir (65-rasmga qarang).

65-rasm. O'rta bosimda ammiak sintezi kolonnasi.

- 1-kolonna korpusi;**
- 2-katalizator oralig'idagi aylana bo'shliq;**
- 3-katalizator qutisi; 4- issiq almashtirgich;**
- 5- foydalanish qozoni;**



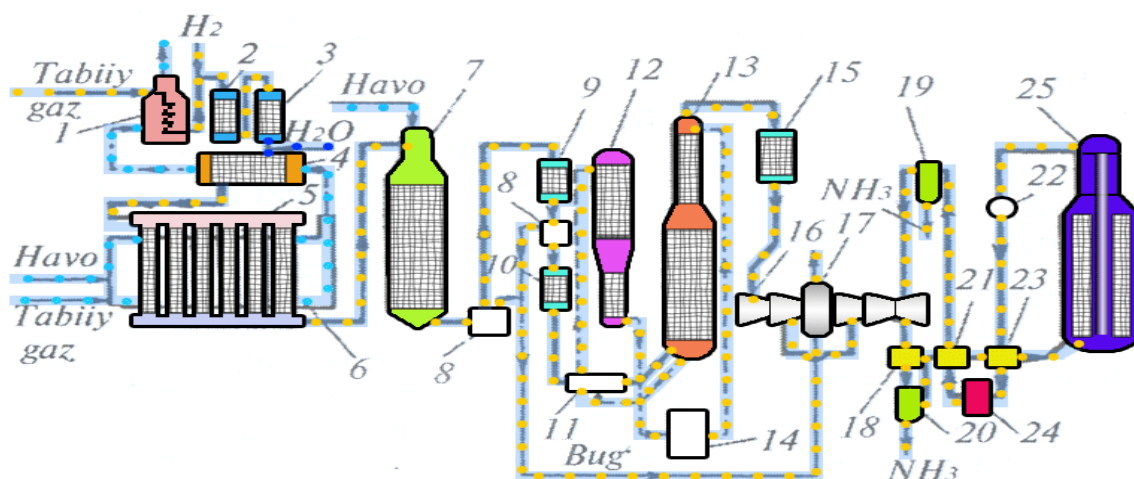
6-boshoqsimon panjara;

7-markaziy quvur;

Kolonna korpusining ichida nasadka (ichki qurilma) bo'lib u katalizator quttisi va issiq almashtirgichdan iborat bo'ladi. Katalizator quttisi kolonaning yuqori qismiga joylashgan bo'lib katalizator oralariga va kolonaning ostki qismiga quvursimon issiq almashtirgich o'rnatilgan. Bular jarayonning avtotermikligini (o'zini –o'zi issiqlik bilan ta'minlash) ta'minlaydi. Katalizator, quvursimon holda joylashtirilgan reaktorlar, qaytar izotermik jarayonda optimal harorat sharoitini ta'minlay oladi. Hozirgi zamon yirik ammiak sintezi qurilmalarida tokchali sintez kolonnalari qo'llanilmoqda. Bunda katalizator quttisiga o'rnatilgan tokchalarga katalizator qo'yiladi. Katalizatorning miqdori (qavatning qalinligi) gaz tezligining kamayishi va gazning ammiakga aylanish darajasining kamayishi bilan ortib boradi. Tokchali sintez kolonasida harorat sharoiti optimalga yaqin. Shuning uchun mahsulдорlik ham quvursimon kolonnalarga nisbatan tokchali kolonnalarda anchagina yuqori bo'ladi. Harorat sharoitini optimalga juda yaqinlashtirish uchun tokchali sintez kolonnasida katalizatorni muallaq turuvchi holda joylashtirib va oralig'iga sovutgichlar o'rnatish lozim.

Ammiak ishlab chiqarishning hozirgi zamon sxemasi. Yangi qudratli yirik ishlab chiqarish qurilmalarini loyihalashda fan va texnikaning so'nggi yutuqlariga asoslanib, eng kam energiya, kapital mablag' sarflangan holda, yuqori unumdorlik bilan eng arzon tayyor mahsulot ishlab chiqarish maqsad qilib qo'yiladi.

Ammiak ishlab chiqarishda bu maqsadga, reaksiya issiqligidan to'liqroq foydalanish imkoniyatini beruvchi yirik agregatlarni barpo etish orqali erishiladi. Shunda eng so'nggi fan yutuqlari asosida ishlovchi metan konversiyasi bilan birga ammiak sintezini qo'shib amalga oshiruvchi ammiak sintezi qurilmasining sxemasi 66-rasmda berilgan. Bunda havo bilan sovutuvchi uskunalar keng qo'llanilgan, bu suv sarfini ham ancha kamaytiradi.



66-rasm. Metan konversiyasi bilan birga ammiak sintezini qo'shib amalga oshiruvchi qurilmaning sxemasi. 1-tabiiy gaz qizdirgichi; 2-organik oltingugurtli gidrogenlash reaktori; 3-vodorod sulfid adsorberi; 4-issiqlik almashtirgich; 5-quvursimon pech metan konvertori; 6-yoqish pechi; 7-konvertorli metan shaxtasi; 8-bug' qozoni; 9-CO gazining birinchi darajali konvertori; 10-CO gazining ikkinchi darajali konvertori; 11-issiq almashtirgich; 12-SO₂ reaktori; 13-SO adsorberi; 14,24-havo sovitgichi; 15-metanator; 16-gaz trubinali trubokompressor; 17- bug' turbinasi; 18-ammiak sovutgichi; 19-birlamchi separator; 20-ikkilamchi separator; 21-sovuq issiq almashgich; 22-bug' qozonlarini qizdirgichi; 23-issiq almashgich; 25-ammiak sintezi kolonnasi.

Bu esa hukumatimizning texnik maqsadlarda suv sarfini kamaytirish haqidagi qarorlariga amaliy javobdir. Bu zavodning quvvati 1500t/sutkaga teng bo'lib: bunda ikki bosqichli bug' havoli metan konversiyasi, CO ning yuqori va past haroratli konversiyasi, monoetalomin bilan CO₂ dan tozalash, CO va CO₂ dan katalitik gidrogenlash yo'li bilan batamom tozalash usullari qo'llaniladi.

Tabiiy gaz (CH₄) 4MPa bosim ostida oltingugurtli birikmalardan tozalangach 3,7:1 nisbatda suv bug'i bilan qo'shib chiqib ketuvchi gazlar issiqligi bilan issiq almashtirgichda (4) qizib, tabiiy gaz yoqiluvchi quvursimon metan konvertoriga (5) keladi. Metanning suv 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 nisbati 0,8:1) konversiyaga uchraydi. Shaxta konvertoridan gaz, bug' hosil qilish qozoniga yuboriladi. Bu qozonda yuqori parametrli bug' (10MPa, 480°C) hosil bo'lib, u

markazdan qochma kompressorlarning turbinasini harakatga keltirish uchun foydalaniladi. Gaz, bug' hosil qilish qozonidan uglerod (II) oksidi ikki bosqichli konversiyasiga boradi. CO ning konversiyasi avval birinchi bosqichli konvertorda (9) o'rtacha haroratli temir xromli katalizator ishtirokida $430-470^{\circ}\text{C}$ da, keyin esa ikkinchi bosqichli CO konvertorida (10) ruxrom-misli katalizator ishtirokida $200-260^{\circ}\text{C}$ da boradi. Ikkinchi bosqichli CO konvertordan chiqqan gazlar issiqligi gazni CO_2 dan tozalovchi absorbentdan chiqqan monoetanolamin eritmasini regenerasiyalash uchun sarflanadi. So'ngra gaz CO_2 dan tozalanishi uchun sovuq monoetanolamin bilan sug'orilib turuvchi absorberga boradi. U yerda $30-40^{\circ}\text{C}$ da, gaz CO, CO_2 va O_2 dan tozalanadi. Absorbyerdan chiqqan gaz tarkibida 0,3% gacha CO, $30-40\text{ m}^3$ CO_2 saqlaydi va u $280-350^{\circ}\text{C}$ da nikel' katalizatori ishtirokida metanatorda (15) gidrogenlanadi. Metanatordan chiqqan tozalangan gazlarning issiqligi avval zavodda ishlatiladigan suvlarni qizdirish uchun sarflanadi. Keyin esa gazlar havo sovutgichlarda 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 MPa gacha siqish uchun va sintez agregatda gazlarning sirkulyasiyalanishi uchun markazdan qochma kompressorlar ishlatiladi. Toza azot vodorodli aralashma gaz ammiakli sovutgich 18 va seperatordan iborat bo'lgan ikkilamchi kondensasiya sistemasi 19-20 oldida sirkulyasiya gazi bilan qo'shiladi. So'ngra ikkita issiq almashtirgichlardan (21,22) o'tib tokchali sintez kolonnasiga (25) kiradi. Reaksiyaga kirishgan gazlar sintez kollonasidan $320-380^{\circ}\text{C}$ haroratda chiqib avval ta'minot suvini qizdiruvchi uskunadan (22) keyin "issiq" issiq almashtirgichdan o'tib (23) havo sovutgichlaridan (24) "sovuq" issiq almashtirgichdan (21) va suyuq ammiakni ajratuvchi seperatordan (19-20) o'tib keyin sirkulyasiya kompressoriga (16) boradi. Suyuq ammiak esa seperatordan suyuq ammiak omboriga boradi.

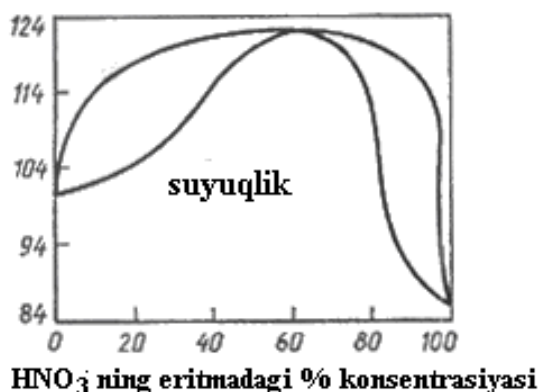
Azot sanoatini rivojlantirishning asosiy vazifasi, bu yirik qudratli (to 3000 t/sutkagacha NH_3 ishlab chiqaruvchi agregatlar yaratishdan, yangi ancha aktiv zaharlanishga, kuyishga chidamli bo'lgan, past haroratda aktivlik ko'rsatuvchi katalizatorlar yaratishdan iboratdir.

Respublikamizda "Navoiyazot" ishlab chiqarish birlashmasi, Olmaliq ammotfos va Farg'ona azotli o'g'itlar zavodlari har yili 1,5 mln. t. ammiak ishlab chiqarilmoqda.

7. 5-Nitrat kislota ishlab chiqarish

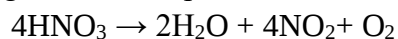
Xossalari, ishlatilishi va olinishi

Xossalari. Kimyoviy toza, suvsiz 100 %li nitrat kislota,- rangsiz suyuqlik, o'tkir hidli, zichligi $1,52\text{ g/sm}^3$, $+82,6^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi, $41,6^{\circ}\text{C}$ da muzlaydi. Suv bilan har qanday nisbatlarda aralasha oladi. Suyultirilganda issiqlik chiqishi gidratlar hosil bo'lishidan dalolat beradi ($\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{HNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). 68,4 %li nitrat kislota esa azeotrop aralashma bo'lib $121,9^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi (67-rasm),



67-rasm. Atmosfera bosimida nitrat kislota suvli eritmasi uchun temperatura tarkibi qaynash diagrammasi

bunda u suv bilan birga qo'shib haydaladi. Nitrat kislota issiqlik va yorug'lik ta'sirida parchalanadi.



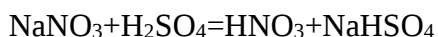
Ajralib chiqqan azot (IV) – oksidi kislota erib, uni qo'ng'ir yoki qizil

(erigan NO_2 ning miqdoriga qarab) rangga bo'yaydi. Shuningdek nitrat kislota kuchli oksidlovchidir. U oltin, platina, tantal, radiy, iridiydan boshqa barcha metallarni eritib tegishli nitratlar yoki oksidlarga aylantira oladi. Konsentrlangan nitrat kislota ayrim metallarni passivlashtiradi. (U sovuq holda temirni passivlashtirishini buni Lomonov aniqlagan edi) masalan, temir, xrom, alyuminiylar o'z yuzasini yupqa oksid parda hosil qilib, metalni nitrat kislotasining takror ta'siridan himoya qiladi. Shu xossasidan foydalanib, konsentrlangan nitrat kislotasi po'lat va alyuminiy bochkalarda yoki rezervuarlarda tashiladi va shu xildagi idishlarda saqlanadi.

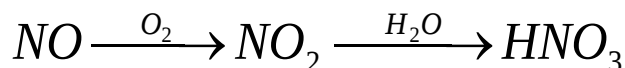
Ko'pgina organik moddalar, shu jumladan odam va hayvon to'qimalari ham nitrat kislota ta'sirida yemiriladi (masalan, biokimyo kursida oqsillarning ksantoprotein reaksiyasi) ba'zi birlari esa konsentrlangan nitrat kislotasi ta'sirida yonib ketishi mumkin. Nitrat kislota va uning oksidlari (NO va NO_2) o'ta zaharli bo'lib, atmosferada uning chegaraviy havfli konsentratsiyasi $0,1 \text{ mg/m}^3$ ga tengdir.

Ishlatilishi. Nitrat kislotasi ahamiyati va ishlatish sohasining kengligi bo'yicha boshqa anorganik kislotalar orsida faqat sul'fat 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 sul'fat 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 asirning oxirlarida XX asirning 20-yillarigacha nitrat kislota faqat tabiiy selitradan kons. sul'fat kislota ta'sir ettirib olingan.



Nitrat kislotaning azot oksidlaridan olish mumkinligi ilgari vaqtlardan buyon ma'lum.



Ammo azot oksidini sanoatda olishning tuzukroq usuli uzoq yillar davomida topilmadi. Azot oksidi olishning birinchi plazma (elektr yoy) usuli iqtisodiy samaradorligi darajasi pastligi uchun xalq xo'jaligi sohasida keng tarqalmadi. Ammo bu usulda tabiatda havodagi elektr razryadi paytida azot va kislaroddan azot oksidlari hosil bo'lib turadi. Masalan chaqmoq chaqqanda 1500kg gacha azot birikma holga o'tadi va u qor va yomg'ir suvlarida erib azot birikmalari shaklida yerga tushadi va yerni azotga boyitadi.

Ikkinchi usul ammiakni oksidlash usulidir. Bu usul 1839 yilda Kyul'man NH_3 platina ishtirokida azot oksidiga aylantirish mumkin ekanligini aniqlagan paytdan boshlab ma'lum. Ammo bu jarayonni sanoatda ishlab chiqarishga tatbiq etish maqsadida XX asirning boshlaridagina V. Ostvol'd chuqur o'rgandi. Natijada 1909 yilda Germaniyada Ostvol'd usuli bo'yicha birinchi tajriba zavodi qurildi. Keyinchalik Evropaning ko'pgina mamlakatlarida (Bel'giya, Angliya) ham Yuqori dagidek zavodlar ko'rila boshlandi. Ammo bu zavodlarning mahsuldorligi past edi (masalan, Germaniyadagi zavod yiliga 1800t kuchsiz nitrat kislota ishlab chiqarardi xolos). 1914-16 yillarda injener I. I. Andreev ammiakning oksidlanishga turli faktorlarining ta'sirini o'rganib bu jarayonni ancha takkomillashtirdi.

I. Andreev loyixasi asosida Rossiyada birinchi nitrat ishlab chiqarish zavodi, 1917 yilda Yuzovka hozirgi Doneskiy shahrida qurildi. Unda ko'mirni kokslashda olinadigan ammiakni ajratib olish va tozalashning yangi usuli qo'llaniladi. Kontakt uskunaning keng yuzali konsturaksiyasi va platina – iridiyli katalizatoridan foydalanish yuttirish minoralari qurilishida kislotaga chidamli granitdan foydalanish kabi ko'pgina ijobiy yangiliklar qo'llanilishi sababli zavod mahsuldorligini ancha oshirishga erishildi. I. I. Andreevning bu sohadagi ishlari sovet va hatto dunyoda nitrat kislotasi ishlab chiqarish taraqqiyotiga katta hissa bo'lib qo'shildi.

Sanoatda nitrat kislotaning quyidagi turlari ishlab chiqariladi.

1. Kuchsiz yoki suyuq holda;

1-nav -56 %li.

2-nav -47 %li.

3-nav -45 %li.

2. Konsentrlangan.

1-nav -98 %li.

2-nav -97 %li.

3. Melanj (fransuzcha so'z bo'lib aralashma ma'nosini anglatadi) 89 % nitrat kislotasi. 7,5 % sul'fat kislotadan iborat.

7. 6 Nitrat kislotasi ishlab chiqarishning

nazariy asoslari

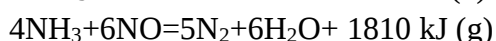
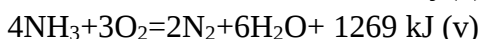
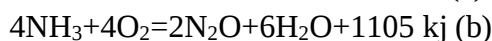
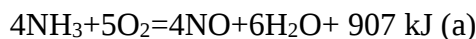
Ammiakdan nitrat kislotasi ishlab chiqarish yo'li uch bosqichdan iborat;

1. Havo kislarodi bilan ammiakni oksidlash;

2. Azot(II)-oksidini azot (IV)-oksidigacha oksidlash va azot (IV)-oksidini dimerlash;

3. Azot (IV)-oksidini va azot qo'sh oksidini suv bilan adsorbsiyalash bosqichlari.

1. Havo kislarodi bilan ammiakni oksidlash. Ammiak katalizator ishtirokida oksidlanganda sharoitga qarab reaksiyalar quyidagicha boradi:



a) reaksiya asosiy, qolganlari qo'shimcha reaksiyalar bo'lib, hammasi ham qaytmas reaksiyadir. 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 (v-reaksiya bo'yicha). Platina katalizatori yuzasida 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 paladiy, rodii bilan qotishmasidir. Ular asosiy reaksiyani (a) tezlashtirib, qo'shimcha reaksiyalarga (b,v,g) ta'sir etmaydi. Shunday katalizator optimal sharoitda ammiakni kislorod bilan NO gacha oksidlanish darajasini amalda 98 %ga etkaziladi. Ammiakning palatinali katalizatorlarda oksidlanish reaksiyasi hozirgacha ma'lum bo'lgan reaksiyalar orasida eng tez reaksiyasidir (0,0001 dan 0,0002 sekund). Agar gaz shundan ko'proq katalizator bilan kontaktda bo'lsa ammiak yonadi yoki qo'shimcha reaksiyalar ketadi, NO ni miqdori keskin kamayadi. Platinali katalizator diametri 0,06-0,09mm gacha bo'lgan ingichka simlardan to'qilgan to'r shaklida (1sm da 1024 ta teshigi bo'ladi) tayyorlanib, ularning bir nechtasi ustma-ust qo'yib setkalarning balandligi 60-150mm qalinlikda paketlar

shaklida tayyorlanadi. Bu holat katalizator yuzasini kengaytirish imkoniyatini beradi. Eng qattiq katalizator qotishmasi 93 % Pt, 4% Pd va 3% Rh dan tayyorlanadi.

Ish jarayonida katalizator simlari sekin asta emirilib, mayda zarrachalar shaklida gaz oqimi bilan olib ketiladi. 800°C harorat va 0,1MPa bosimda ishlovchi qurilmalarda 1t nitrat kislota ishlab chiqarilganda platinali katalizatorlardan 0,04-0,06 ham yo'qotiladi. Harorat va bosimning ortishi bilan katalizatorni yo'qotish ham ortadi. Masalan, 8 MPa bosim va 900°C haroratda ishlovchi qurilmalarda 1t HNO₃ da 0,13-0,16 g platina yo'qotiladi. Platina va palladiy qiymatining balandligi avvalo ularning kamligi va bunday qimmatbaho nodir metallarning emirilishi natijasida doim yo'qotilib turilishi nisbatan arzonroq metallarni qo'llashni taqazo etadi. Hozirgi paytda platina metallari bilan bir qatorda, temir yoki vismut oksidlariga, xrom, marganes, 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 suyuqlanitirilib boshqatdan katalizator qotishmasiga aylantiriladi. Platina- rodiy – palladiyli qotishmadan tayyor bo'lgan katalizator turi 0,1 MPa bosimda ishlovchi qurilmada taxminan bir yilda bir marta almashtiriladi. Oksidlash jarayonining umumiy tezligi, uskuna konstruksiyasi va texnologik sharoitga qarab, platina katalizatorining yuzasiga gaz oqimining ammiakning qanday diffuziyalanganligi bilan aniqlanadi. Bundan tashqari platinaga adsorbsiyalangan ammiak va kislorodning o'zaro ta'siriga ham ozroq bog'liq bo'ladi. Platina yuzasiga adsorbsiyalangan kislorod molekulasi atomlarga ajraladi, atomar kislorod, protonga o'ch bo'lgani uchun ammiak tarkibidagi vodorod va azot bilan birikib NO va suv hosil qilidi. Ammiak oksidlanishining kinetik tenglamasidan

$$U = \frac{dp_{NH_3}}{d\tau} = K \cdot P_{NH_3}$$

ko'rinib turibdiki, ammiak oksidlanishining umumiy tezligi, eng sekin boruvchi bosqich ya'ni ammiakning platina yuzasiga adsorbsiyalanishi bosqichi bilan belgilanadi.

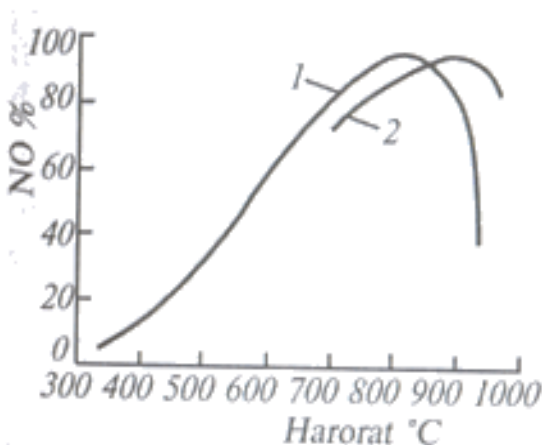
Ammiakning NO ga aylanish darajasi bosim va haroratga ham bog'liq bo'ladi. Bu reaksiya qaytmas bo'lganligi uchun ham bosim qancha ortsa gazlar konsentrasiyasi ham shuncha ortadi, demak, ma'lum bir vaqt oralig'ida NH₃ ning NO ga aylanish miqdori ham ortishi tabiiy. Haroratning NH₃ ni NOga aylanish darajasiga ta'siri 68-rasmda ko'rsatilgan

68-rasm. 1-0,1 MPa; 2-0,8 MPa bosimda NO unumning haroratga bog'liqligi.

0,1MPa platina katalizatorida harorat oshirilib 800°C ga etganda reaksiya tezligi oshishi

natijasida NO ning unumi ortadi. Yuqori bosimda (0,8 mPa) ishlovchi sitemada esa optimal harorat 900°C bo'lishi rasmdan ko'rinib turibdi. Harorat bundan oshirilsa NO ni unumi kamayadi.

Platinali katalizatorlar, zaharli, ammiak-havo aralashmasi tarkibidagi begona aralashmalar ta'siriga juda



sezgir bo'ladi. Ayniqsa kontakt uskunaiga keluvchi gazlar aralashmasi tarkibida vodorod fosfidi- PH_3 bo'lsa, uning 0,00001 %i ham platinali katalizatorni qaytmas qilib zaharlay oladi. Oltingugurt birikmalari ham kuchli zaharlaydi, ammo qaytar holda zaharlanadi. Yana oz miqdordagi surkov moy bug'lari, turli chang zarralari (ayniqsa, temir va uni oksidlari) ham katalizator aktivligini keskin kamaytiradi. Shuning uchun ammiak va havo kontakt uskunaiga kirishdan oldin begona aralashmalaridan yaxshilab tozalanadi. Har qancha tozalanmasin, baribir, oz miqdorda bo'lsa hamki, begona qo'shimchalar kontakt uskunaiga tushadi. Natijada sekin-asta katalizatorning aktivligi kamaya boradi. Uni yangisiga almashtirgunga qadar aktivligini qayta tiklash uchun, xlorid kislotasining kuchsiz eritmasi bilan muntazam yuvilib turadi.

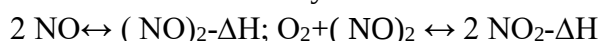
Stixiometrik tenglama bo'yicha ammiakni oksidlash uchun havo-ammiak aralashmasi tarkibida 1 mol' NH_3 ga, 1,25 mol' O_2 to'g'ri kelishi kerak. Amalda esa NO ni unumini oshirish va ammiakni oksidlanish reaksiyasini tezlashtirish uchun kislorod miqdorini 1,3-1,5 marta ko'p olindi, ya'ni 10-12 % NH_3 , 18-19 % O_2 va 70-72 % N_2 (hajmiy nisbatda) olinadi. Oksidlangandan keyin nitroza gazlari, tarkibida 9-10 % NO va 5-6 % O_2 saqlaydi.

Azot (II)-oksidini azot (IV) -oksidigacha oksidlash va azot (IV)-oksidini dimerlash

Azot (II) –oksidining azot (IV)-oksidiga aylanish reaksiyasi, kinetik xududda boruvchi, nokattalik, gomogen reaksiyadir. Nitrat kislota ishlab chiqarishda eng sekin boruvchi bosqich NO ni NO_2 ga oksidlanishi reaksiyasidir. Mana shu reaksiya ishlab chiqarish jarayonining umumiy tezligini belgilaydi. Bu reaksiya nitrat kislota ishlab chiqarishning ikkinchi bosqichi bo'lib, qo'yidagi tenglama bo'yicha boradi.



Bu reaksiya 150°C dan past haroratda, amalda to'liq hosil bo'lishi tomonga yo'naladi. Agar harorat oshirilsa muvozanat chapga, ya'ni NO_2 ni parchalanib NO va O_2 hosil bo'lish tomon siljiydi. 800°C da NO_2 ning hosil bo'lishi umuman to'xtaydi. Barcha bir bosqichli reaksiyalarda haroratning ortishi reaksiya tezligini keskin oshiradi, ammo NO ning 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'rta tashlangan. Bulardan nisbatan to'g'ri deb tan olingani, bu NO ning oksidlanishi orqali mahsulot dimer hosil bo'lish bilan borish reaksiyasidir.

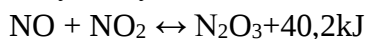


Dimerning hosil bo'lishi issiqlik chiqishi bilan boruvchi qaytar jarayondir. Demak, haroratning oshishi bu reaksiyada muvozanatni chapga NO_2 ni parchalanishi tomonga siljiydi.

Demak, haroratning ortishi bilan NO ni oksidlanish reaksiyasi tezligining kamayishiga sabab, haroratga ortgan sayin konsenrasiyasining kamayishidir. Binobarin, bosimning ortishi va haroratning pasayishi NO ni oksidlash reaksiyasini tezlashtiradi. Azot (IV)-oksidi assosiasiyalanib dimerlanish xossasiga ega.



Haroratning pasayishi bilan dimerlanish darajasi ortadi; atmosfera bosimida 0°C haroratda NO_2 ni assosiasiyalanishi 71 %ga teng, -15°C da esa 92 %ga yaqin, 150°C da N_2O_4 umuman bo'lmaydi, to'liq NO_2 ga parchalanadi. Reaksiya hajmining kamayishi bilan borganligi uchun ham bosimning ortishi N_2O_4 ning ko'payishiga olib keladi. Har qanday haroratda ham bu reaksiyalar amalda juda tez muvozanat holatiga keladi. Azot (IV)-oksidi, NO bilan ham o'zaro quyidagi reaksiya bo'yicha ta'sir etadi.

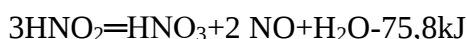


Ammo azot (III)-oksidining amaldagi miqdori kam bo'ladi. Oksidlarning oksidlanish va assosiasiyalanish reaksiyalari tufayli nitroza gazlarining aralashmasi hosil bo'ladi. Qaysikim uning tarkibida azot va kislaroddan (havo bilan kirgan) tashqari NO, NO₂, N₂O₄ va N₂O mavjud bo'ladi. Bu oksidlar konsentrasiyalarning nisbatlari sharoitga qarab keskin o'zgarib turadi, ammo asosiy komponent NO₂ va N₂O₄ larning o'zidir.

Azot (IV)-oksid va azot qo'sh oksidini suv bilan adsorbsiyalash jarayonning uchinchi va oxirgi bosqichi hisoblanadi. Azot (IV)-oksid va N₂O₄ 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 holda NO₂ va N₂O₄ ning adsorbsiya reaksiyasi bunday yoziladi:



N₂O₃ suv bilan birikib faqat nitrit kislotasiga aylanadi. NO va N₂O lar amalda suvda erimaydi, betaraf oksidlardir.

Bu ekzotermik reaksiyalar hajmning kamayishi bilan bog'liq boradi. Demak, bosimni oshirish muvozanatni nitrat kislotasi hosil bo'lish tomonga (o'nga), haroratni oshirish esa uni parchalanishi tomonga (chapga) siljitadi.

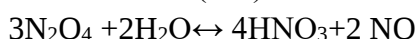
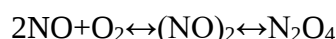
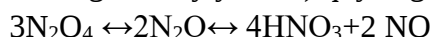
Muvozanat, bu reaksiyada hosil bo'lgan kislotalarning konsentrasiyasiga ham bog'liqdir. Kislotalar konsentrasiyasining ortishi ham o'ng tomonga ketuvchi reaksiya tezligini kamaytiradi. Atmosfera bosimi va oddiy haroratda hosil bo'lgan nitrat kislotasi eritmasining konsentrasiyasi 50 % ga etgach sistemada muvozanat qaror topadi. Shuning uchun ham oddiy sharoitda massa ulushi 47-50 %dan ortiq konsentrasiyalik kislotasi olib bo'lmaydi.

Konsentrlangan (98%li) nitrat kislotasi, suyuq N₂O₄ ni 60-80°C harorat va 2MPa bosimda, toza kislorod ishtirokida suv bilan ta'sir ettirib olish ham mumkin.

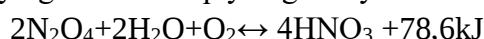
Bunda N₂O₄ ning HNO₃ ga aylanish darajasi 100 %ga etadi. Chunki bu reaksiyada birinchidan, N₂O₄ ning konsentrasiyasi (N₂O₄ reaksiya uchun olingan suv miqdoridan ko'p olinadi) suvga nisbatan Yuqori bo'ladi.

Ikkinchidan reaksiya natijasida hosil bo'lgan NO bosimning Yuqori ligi va havo o'rniga ortiqchasi bilan toza kislorod olinganligi uchun darhol NO₂ ga va NO₂ qisman N₂O₄ ga aylanadi. Uchinchidan haroratning oshirilganligi NO₂ni suv bilan ta'sirini oshiradi.

Bunda boradigan reaksiyalarni (tenglamalarni soddalashtirish maqsadida NO₂ 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 konsentrasiyalik kislotasi hosil bo'ladi. Ortiqcha NO₂ va N₂O₄ lar suv tugagach kislotada erib nitrooleum hosil qiladilar. Bosim qanchalik Yuqori bo'lib harorat past bo'lsa NO₂ va N₂O₄ lar kislotada shunchalik tez eriydi. -10°C da 98 %li nitrat kislotasi 30 %li nitro oleum hosil qilishi mumkin.

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.

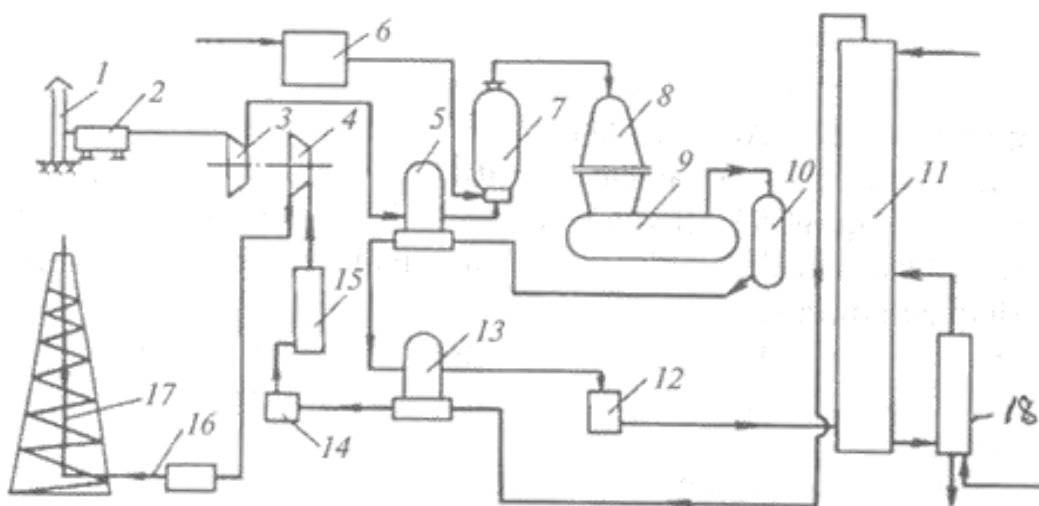
Binobarin bunda, ammiakni oksidlash pastroq bosimda 0,3-0,4 MPa, azot oksidlarini azot kislotasiga aylantirish, Yuqori riq bosimda (0,8-1,2 MPa) olib boriladi.

Atmosfera bosimida ishlovchi qurilmalarda maxsuldorlikning pastligi NO ni oksidlanishi va NO₂ ni adsorbsiyasi intensivligining pastligi, katta hajmdagi adsorbsiya qurilmalari talab qilinishi, atmosferaga chiqib ketuvchi gazlarni azot oksidlaridan tozalash uchun ko'p ishqor sarflanishi kabi kamchiliklari tufayli hozirgi vaqtda ular ishlatilmaydi.

7. 7. Yuqori bosimda ishlovchi qurilmada suyuq nitrat kislota ishlab chiqarish

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, maxsuldorlik Yuqori bo'ladi va boshqa ustunliklarga egalik seziladi. Atmosfera havosi tozalash uskunasi (69-rasm) o'tgach (2) gaz quvuri (4) yordamida harakatga keluvchi kompressorga (3) keladi.

kelgan ammiak bilan aralashadi.



69-rasm. 0,73 MPa bosimda kuchsiz suyuq nitrate kislota ishlab chiqarishning taxminiy sxemasi. 1-havo olish quvuri; 2-havoni tozalovchi apparat; 3-gaz kompressori; 4-gaz trubinasi; 5-havo qizdirgich; 6-ammiakni tayyorlash apparati; 7-filtrli aralashtirgich; 8-kontakt apparati; 9,16-foydalanish qozoni; 10-filtrli oksidlovchi; 11-absorbsiya kolonnasi; 12-kondensatorsovutgich; 13-chiqib ketuvchi gazlarni qizdirgichi; 14-yoqish bo'lmasi; 15-katalitik tozalash reaktori; 17-mo'ri quvuri.

U yerda 0,7-0,8 mPa bosimgacha siqiladi, natijada 135°C gacha qizib, oksidlovchidan (10) chiquvchi nitroza gazlari bilan qizuvchi havo qizdirgichga (5) borib 250°C darajagacha qiziydi va aralashtirgichga (7) kelib, ammiakni tozalash aparatidan (6) (suyuq ammiakni bug'lantirib, filtrlab va isitib beruvchi aparat) kelgan ammiak bilan aralashtiradi. Ammiak havo aralashmasi aralashtirgichdan kontakt aparatiga (8) boradi, u yerda 890⁰-900⁰C haroratda platinali katalizator to'ri yuzasida ammiak oksidlanadi. Hosil bo'lgan tarkibida 9-9,6 % NO saqlovchi nitroza gazlari bug' qozoniga o'tadi. Undan oksidlovchiga (10) borib, uning tepa qismiga katalizatorni ushlab qolish uchun o'rnatilgan filtirdan (shisha paxta) o'tib,

ketma-ket sovutgichlarga borib soviydi. Sovish avval havo qizdirgichga borib 210-230°C darajaga, so'ngra dum gazlarini qizdirgichi (13) orqali o'tib 150-160°C darajaga, nihoyat kondensatordan-sovutgichdan o'tib 45-50°C darajaga soviydi. Sovugan nitroza gazlari adsorbsiya kolonkasining (11) (kolonna-ustunsimon uskuna) ostki qismidan kiradi. Adsorbsiya kolonnasining balandligi 46 m, diametri 2m. Uning ichiga zanglamaydigan ingichka po'lat simlardan to'qilgan simto'r tarelkalar o'rnatilgan. Tarelkalar bir-biriga maxsus quvurchalar orqali tutashgan bo'lib, undan bir tarelkadan ikkinchisiga suyuqlik oqib tushadi. Kolonnaning ichki tuzilishi neftni haydashda ishlatiladigan rektifikasiya kolonnasiga o'xshaydi. Kolonnaning tepa qismidan sovuq suv yuborilib turiladi. Unga qarama-qarshi yo'nalishda pastdan yuqori ga qarab nitroza gazlari ko'tariladi. Gazlar to'r teshiklaridan o'tib, tarelka ustidagi suyuqlikka duch kelib eriydi va nitrat kislotasiga aylanadi.

Erimagani yuqori dagi 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 konsentrasiyasi ortib boradi. Tarelka ustiga suyuqlikdan issiqlikni olib uni sovutib turish uchun sovutgichlar ham o'rnatilgan. Kolonna ustiga tushgan kislota o'z oqimi bilan puflagich (biror aparatni gaz yoki siqilgan havo bilan puflab tozalagich) kolonnasiga oqib keladi, u yerda issiq havo kislota 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 va alyuminiy oksidli katalizatorlar orqali o'tadi. Bunda vodorod saqlovchi gazlar yonadi, azot oksidlari esa erkin N₂ va kislorodgacha qaytariladi va gazlar aralashmasining harorati 700-710°C gacha ko'tarilib fil'tir va gaz turbinasi (4) orqali foydalanish qozonga va so'ngra undan 100 metrli chiqarish quvuri (17) orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bunday zavodni maxsuldorligi 100 %li nitrat kislotasiga hisoblanganda **380-400 t/ yilga teng.**

Yuqori bosimda ishlovchi qurilmaning atmosfera bosimida ishlovchi qurilmadan ustunligi quyidagilardan iborat:

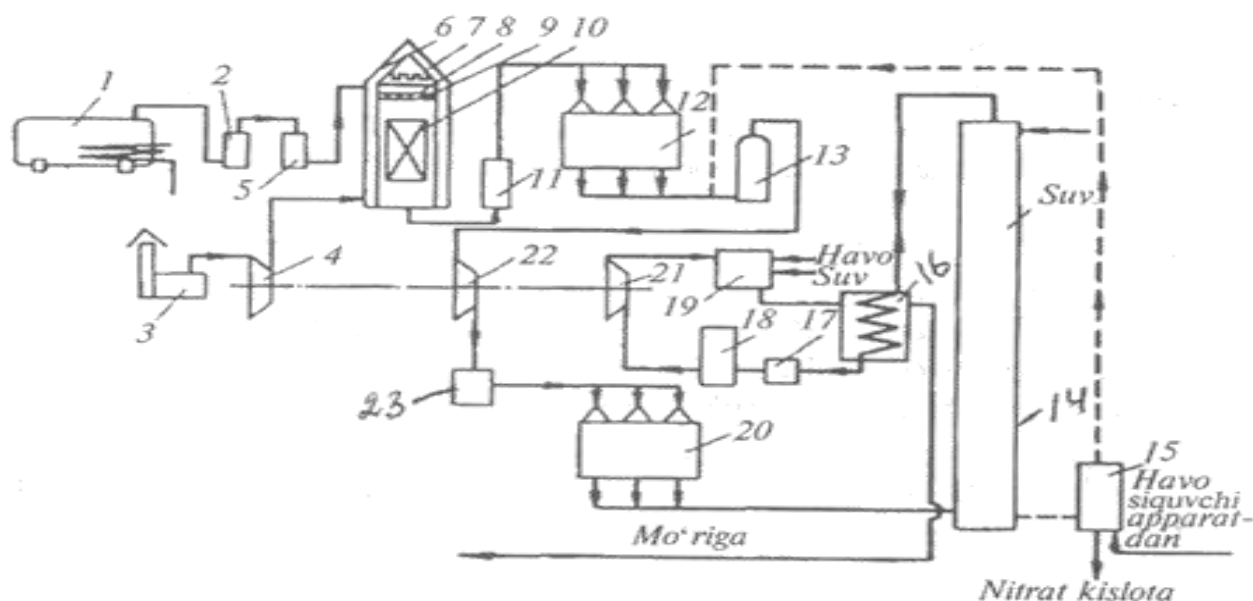
1. Azot oksidlarini nitrat kislota aylantirish 98-99 %gacha ortadi. Olingan kislota konsentrasiyasi 60-62 %ga ko'tariladi ishqoriy adsorbsiyalash jarayoniga ehtiyoj qolmaydi;
2. Adsorbsion kolonnasining hajmi, atmosfera bosimida ishlovchi qurilmada qo'llaniladigan nasadkali minoralar hajmidan o'nlab marotaba kichik
3. Qurilmalarni qurish uchun kam mablag' sarflanadi;
4. Qurilmalarda xizmat qilish, ularni ishlatish ancha soddalashadi.

Ammo, yuqori bosimda katalizatorning yo'qotilishi va energiyani ko'p talab qilishi bu turdagi qurilmalarni keng tarqalishga katta to'siq bo'lmoqda. Shuning uchun ham keyingi yillarda qurama turdagi qurilmalar keng tarqalmoqda.

7.8. Qurama (kombinatsiyalangan) usulda suyuq nitrat kislota ishlab chiqarish

Bu usulda ishlovchi qurilma sxemasi **70-rasmda** berilgan. Kompressorda 0,4 MPa bosimgacha siqilgan va 200°C gacha qizigan havo kontakt uskunaning g'ilofi orqali o'tib qiziydi va aralashtirgichga borib fil'trlangan va qizigan ammiak bilan aralashadi, so'ngra kontakt uskunaning o'ziga o'rnatilgan tozalagichdan o'tgib tozalangan, havo-ammiak

aralashmasi ikki qavat katalizator (platinali to'r qavat va uning ostida platinasiz katalizator kavatlari) orqali o'tadi.



70-rasm. Qurama usulda 0,4 1MPa bosimda suyuq(kuchsiz) nitrate kislota ishlab chiqarish. ammiak bug'lantirgichi; 2-ammiakni tozalash uchun filtr; 3-havoni tozalash uchun filtr; 4-havo kompressori; 5-ammiak qizdirgichi; 67-ammiak havo aralashmasini tozalash uchun filtr; 8-platina turi; 9-platinasiz katalizator; 10-utilizatsiya qozoni; 11,23-suv qizdirgich; 12,20- havo sovutgich; 13-gaz yuvgich; 14-absorbsiya kolonnasi; 15-puflash kolonnasi; 16-chiqarib yuboriladigan gaz qizdirgichi; 17-gazlarni aralashtirgichi; 18-katalitik tozalash apparati; 19-yoqish qurilmasi; 21-gaz trubinasi; 22-nitroza kompressori.

Platinali qavatdan o'tgach fil'tirlanib 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 sovutgichlar orqali o'tib 60°C gacha sovuydi 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 sovutgichi orqali o'tib sovugach adsorbsion kolonnaga kiradi. Hosil bo'lgan 60 %li nitrat kislota, puflash kolonnasiga va undan omborxona havzasiga boradi. Puflash kolonnasidan chiqqan nitroza gazlari yuvgichga kirishdan oldin siklga qo'shiladi. Chiqindi gazlar Yuqori bosimda ishlovchi qurilmadagidek parchalab yuboriladi. Bunday qurilmalarning maxsuldorligi 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.

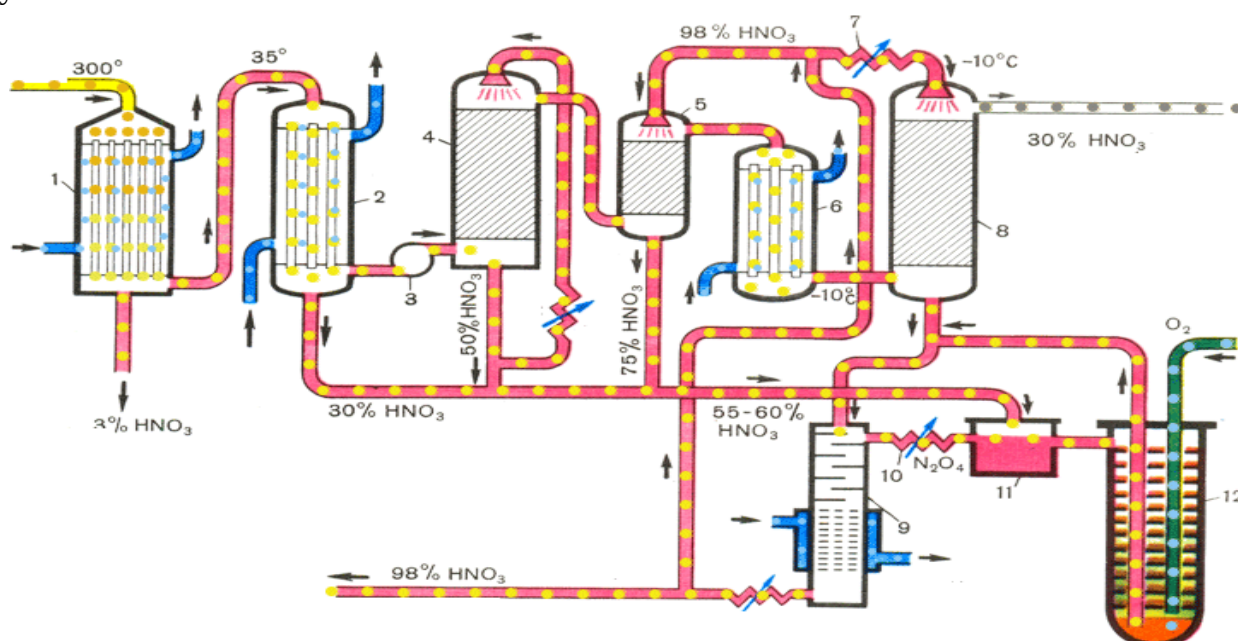
Birinchi usulda nitrat kislotani haydash (distillash) yo'li bilan konsentrasiyasi oshiriladi. Ammo nitrat kislota suv bilan azeotrop aralashma hosil qilganligi sababli bu usulda amalda 65 %dan Yuqori konsentrasiyali kislota olib bo'lmaydi. Shuning uchun ham suvni tortib oluvchi moddalar: konsentrlangan sul'fat kislota yoki magniy nitrat tuzi aralashtirib haydash orqali konsentrlanadi. Ammo bu usulda 1 t. Nitrat kislotani konsentrlash uchun 3-4 t. H_2SO_4 sarflanadi.

Umuman bu usul iqtisodiy jihatdan norentabel bo'lib, keyingi yillarda ancha rentabelli usul, nitrat kislotasini to'g'ri sintezlash keng tarqalmoqda.

7. 9 Konsentrlangan nitrat kislotasining to'g'ri sintezi

Konsentrlangan nitrat kislotasi olishning suyuq kislotalar olishdan asosiy farqi nitroza gazlaridan suyuq N_2O_4 ni ajratib olishdir. Atmosfera bosimida olingan nitroza gazlari, foydalanish qozonidan o'tgach tarkibidagi suvni yo'qotish uchun tez suratda sovutiladi. Buning uchun (71-rasm) nitroza gazlari suvli tez sovutgich (1) orqali o'tadi.

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, shamollatib turuvchi asbob) bilan (ichida keramik halqalardan nasadkasi o'lgan oksidlovchi 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 yuqori da aytilgan), ajralib chiqqan issiqlik minorani sug'orib va aylanib turuvchi 50 %li nitrat kislotasi bilan olinib turiladi.



71-rasm. Konsentratlangan nitrat kislotasi sintezining soddalashtirilgan sxemasi. 1-tez sovutgich; 2-suvli sovutgich; 3-ventilyator; 4-oksidlovchi minora; 5-to'liq oksidlovchi; 6,7,10-shurabali sovutgichlar; 8-yuttiruvchi minora; 9-tokchali oqartiruvchi kolonna va uning bug' uchun kuylagi; 11-aralashtirgich; 12-elaksimon tarelkali avtoklav.

50 %li nitrat kislotasi azot oksidlari bilan o'zaro ta'sirga uchramaydi-birikmaydi. Oksidlanmay qolgan NO qo'shimcha oksidlovchi (5) 98 %li nitrat kislotasi bilan oksidlanadi.



Hosil bo'lgan NO_2 (oksidlanish minorasida va qo'shimcha oksidlovchi hosil bo'lgan NO_2 birgalikda) sho'roba sovutgichlarda (6)-10°C gacha sovutilib ko'p qismi suyuq holga o'tkaziladi. Qolgan ozroq qismi yutirish minorasida -10°C gacha sovutilgan 98 %li nitrat kislotasida eritib olinadi (98 %li nitrat kislotasi NO_2 ni o'ziga yaxshi eritadi va nitrooleumga aylanadi. So'ngra u 75-80°C gacha qizdirilsa yana NO_2 ni ajratib chiqaradi) yutirish minorasidan (8) oqib tushgan nitrooleum, avtoklavda hosil bo'lgan nitrooleum birgalikda oqartiruvchi kolonnaga yuboriladi, binobarinu tashqi tomonda bug' bilan qizdirilib turiladi.

Unda bug'lanib chiqqan azot (IV) va qo'sh oksidlari sovutgichga (10) borib yana azot qo'sh oksidiga aylanadi. Oqargan 98 % li nitrat kislota esa tayyor mahsulot hisoblanadi. Uning bir qismi 5 va 8 minoralarni sug'orish uchun yuboriladi, qolgan qismi omborga olinadi. Azot qo'sh oksidi aralashtirgichga (11) boradi va unga 2,4,5 uskunalaridan oqib tushuvchi 55-60 % li nitrat kislota bilan aralashib avtoklavga (12) keladi. (Avtoklav bu moddalarni Yuqori bosimda qizdirish uchun ishlatiladigan germetik qopqoqli uskunadir). Bu maqsadda ishlatiladigan avtoklav qalin devorli po'latdan yasalgan silindrsimon uskuna bo'lib, balandligi 8,5 m. , ichinning diametri 1m, ichiga korroziyadan mudofaa qilish uchun alyuminiy qoplangan hamda to'r tarelkalar o'rnatilgan va to'r tarelkalarning mayda teshikchalaridan nitrat kislota sekin oqib o'tib pastga tushadi. Avtoklavning tubiga toza kislorod ham yuborilgach, natijada qarama – qarshi oqimda Yuqori ga ko'tariluvchi kislorod ishtirokida azot qo'sh oksididan nitrat kislota hosil bo'ladi. 1tHNO₃ ishlab chiqarish uchun 0,29 t ammiak, 150m³ kislorod, 0,05g. platina, 270 kvt/s elektr energiyasi, 0,6t. bug', 200m³ suv sarflanadi. Chirchiq, Olmaliq, Farg'ona va Navoiydagi nitrat kislota ishlab chiqarish zavodlari respublikamiz ehtiyojini qondirib kelmoqda.