

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

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

**«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» kafedrası**



5320400 – «Kimyoviy texnologiya» (yuqori molekulali birikmalar)  
bakalavriyat ta'lim yo'nalishi uchun

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» fanidan**

**O'QUV USLUBIY  
MAJMUA**

Bilim sohasi: 300 000 – Ishlab chiqarish va texnik soha

Ta'lim sohasi: 320 000 – Ishlab chiqarish texnologiyalari

Ta'lim yo'nalishi: 5320400 - Kimyoviy texnologiya (yuqori  
molekulali birikmalar kimyoviy  
texnologiyasi bo'yicha)

**NAMANGAN – 2022 yil**

O'quv uslubiy majmua NamMTI «Kimyoviy texnologiya» kafedrasining 2022 yil 26-avgust (1– sonli bayonnoma) va NamMTI ilmiy-uslubiy kengashining 2020 yil 28-avgust (1– sonli bayonnoma) majlislarida ko'rib chiqilgan va chop ettirishga tavsiya etilgan.

**Mualliflar:** S.S. Zokirov

**Taqrizchilar:** Shamshidinov I. – NamQI «Kimyoviy texnologiya» kafedrası professori, texnika fanlari doktori.  
Sattarov T. – NamDU “Kimyo” kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi

## **MUNDARIJA**

- I. O'QUV MATERIALLAR**
- II. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI**
- III. GLOSSARIY**
- IV. ILOVALAR**

# I. O'QUV MATERIALLAR

## MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI

1. **Blum savollari.** Kuzatishlar va pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish shu narsani tasdiqlaydiki, talabalarning fikrlash qobiliyatini rivojlantirishning muhim omili – o'qituvchining ularga va talabalarning birbiriga beradigan savollaridir. Yana ta'kidlanishicha, o'qituvchi tomonidan o'quvchilarga beriladigan savollarning 80 – 85 foizi, faqat daliliy bilimlarni talab qilib, ularga javob berishda xotirada qolganlarini takroran so'zlash (bajarish) berish bilangina cheklaniladi. Bunday sharoitda talabalar o'zlashtirgan bilimlar ko'p holda kitobiy bo'lib, ularni amalda qo'llashda jiddiy qiyinchiliklarga duch kelinadi.

Qanday savolni fikrlash qobiliyatini rivojlantiruvchi savollar qatoriga qo'shish mumkin? Fikrimizcha, to'g'ri javobi o'quv adabiyotlarda (darslik, qo'llanma, maruzalar matni va h.k.) yaqqol bayon etilmagan savollargina talabani fikrlashga majbur qiladi.

Bunday savollarga jahon pedagogikasida «Blum savollari» nomi bilan mashhur bo'lgan, o'zlashtirishning oltita: bilish, tushunish, qo'llash, tahlil, sintez va baholash darajalariga muvofiq bo'lgan savollar misol bo'lishi mumkin. Masalan: «Nima uchun?», «Taqqoslang?», «Tarkibiy qismlarga ajrating?», «Eng muhim xususiyatlari nima?», «Buni siz qanday hal qilgan bo'lardingiz?», «Bunga munosabatingiz qanday?» kabi savollar talabalarni yuqori intellektual amallar (tahlil, sintez, baholash) darajasida fikrlashga undaydi. Yoki, matndan parcha o'qib bo'lgandan so'ng, talabalarni fikrlashga undovchi quyidagi savollarni berish ham maqsadga muvofiqdir: «Bu parchaga qanday sarlavha qo'yish mumkin?», «Parchadan uning mazmunini to'lato'kis anglatuvchi beshta tayanch so'z toping?», «Siz muallifga qanday savol bergan bo'lardingiz?». O'qituvchining talabalarga beradigan savoli to'g'risida fikr yuritilar ekan, uning aniq, lo'nda, tushunarli va ixcham bo'lishi hamda bir savol bilan faqat bitta o'quv elementi (tushuncha, qonun, qoida va h.k.) so'ralishi zarurligini alohida ta'kidlash lozim. Berilgan savollar mazmunida mavzuga yoki matnga oid tayanch so'z va iboralardan foydalanish ham muhimdir.

2. **Mikroguruhlarda ishlash.** Uning mohiyati shundaki, guruh talabalari 4 – 8 kishidan iborat mikroguruhga bo'linadi. Mikroguruh darsning tashkiliy qismida raqamli yoki harfli kartochkalar yordamida shakllantiriladi va alohida ish o'rinlariga o'tiradilar. Barcha mikroguruhga bir xil yoki har biriga alohida topshiriq beriladi. Mikro guruh a'zolari o'zaro fikr almashib, topshiriqni mustaqil echishlari zarur. O'qituvchi mikroguruhni oralab, ularga (har bir talabaga ham) topshiriqni bajarish uchun yo'llanma va maslahatlar berib boradi. Mikroguruh tarkibi va sardorlari har bir topshiriq hal qilingandan so'ng yoki navbatdagi mashg'ulotda almashtirilishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Mikroguruhlarda ishlash strategiyasining ahamiyati shundaki, unda topshiriqni bajarishda barcha talabalar ishtirok etadi va ularning har biri sardor bo'lish imkoniyatiga ega bo'ladi. O'qituvchi esa, har bir talaba bilan yakka tartibda ishlash uchun ko'proq imkoniyatga ega bo'ladi.

3. Insert (Interactive Nothing Sustem for Effective Reading and Thinking) usuli – asosan o'quv materiali (matn) ni mustaqil o'qib, o'zlashtirishda qo'llaniladi.

Uning mazmuni, o'qish jarayonida matnning har bir satr boshi (yoki qismi)ni avval o'zlashtirilgan bilim va tajribalar bilan taqqoslash va uning natijasini varaqning chap qirg'og'iga quyidagi maxsus belgilarni qo'yish bilan aks ettirishdan iborat:

« v » – belgi, agar o'qiyotganingiz, sizni u haqda bilganingiz yoki bilishingiz to'g'risidagi fikringizga mos, ya'ni o'qiyotganingiz sizga tanish bo'lsa qo'yiladi;

« – » – belgi, agar o'qiyotganingiz, siz bilganga yoki bilishingiz to'g'risidagi fikringizga zid bo'lsa qo'yiladi;

« + » – belgi, agar o'qiyotganingiz, siz uchun yangi axborot bo'lsa qo'yiladi;

« ? » – belgi, agar o'qiyotganingiz sizga tushunarli bo'lmasa yoki siz bu haqda batafsilroq ma'lumot olishni hohlasangiz qo'yiladi.

Matnni o'qish jarayonida uning chap qirg'og'iga o'zingizning tushunishingiz va bilishingizga mos keladigan to'rt xil belgi qo'yib chiqasiz. Bunda har bir qator yoki taklif etilayotgan g'oyaga belgi qo'yish shart emas. Bu belgilarda siz o'qiyotgan axborot to'g'risidagi o'zingizning yaxlit tasavvuringizni aks ettirishingiz kerak. SHuning uchun ham, har bir satr boshiga bir yoki ikkita, ba'zan esa, bundan ko'p yoki oz belgilar qo'yilgan bo'lishi mumkin. Demak, «insert» usuli bo'yicha belgilar qo'yish, matnning har bir satr boshini anglashni talab qiladi hamda matnni tushunib borilishida o'zinio'zi kuzatib borilishini ta'minlaydi. Shunday qilib, o'quvchilar axborotni ongli ravishda o'zlashtirishlari uchun ular matnni tushunishlarini o'zlari kuzatib borishlari zarur. Bunda, ular mulohaza yuritadilar, ya'ni yangi axborotni o'z tajribalari bilan, o'qiyotganini oldindan unga ma'lum bo'lgan bilimlar bilan o'zaro bog'liqligini aniqlaydilar. Matn mazmunini ongda qayta tasavvur etish va uni «ixchamlash» sodir bo'ladi. Bu esa, tushunishning uzoq muddatli xarakterga ega bo'lishini ta'minlaydi.

4. Sinkveyn (axborotni yig'ish) usuli – RWCT loyihasida o'rganilayotgan materialni yaxshiroq anglash uchun qo'llaniladigan usullaridan biri bo'lib hisoblanadi. Sinkveyn (frantsuzcha) besh qatorli o'ziga xos, qofiyasiz she'r bo'lib, unda o'rganilayotgan tushuncha (hodisa, voqea, mavzu) to'g'risidagi axborot yig'ilgan holda, o'quvchi so'zi bilan, turli variantlarda va turli nuqtai nazar orqali ifodalanadi. Sinkveyn tuzish – murakkab g'oya, sezgi va hissiyotlarni bir nechtagina so'z bilan ifodalash uchun muhim bo'lgan malakadir. Sinkveyn tuzish jarayoni mavzuni yaxshiroq anglashga yordam beradi.

Sinkveyn tuzish qoidasi:

1. Birinchi qatorda mavzu (topshiriq) bir so'z (ot) bilan ifodalanadi.
2. Ikkinchi qatorda mavzuga oid ikkita sifat bilan ifodalanadi.
3. Uchinchi qatorda mavzu doirasidagi xatti harakatni uchta so'z bilan ifodalanadi.
4. To'rtinchi qatorda mavzuga nisbatan (assotsiatsiya) munosabatni anglatuvchi va to'rtta so'zdan iborat bo'lgan fikr (sezgi) yoziladi.
5. Oxirgi qatarga mavzu mohiyatini takrorlaydigan, ma'nosi unga yaqin bo'lgan bitta so'z yoziladi.

Misol uchun, « bug'latgich» tushunchasiga oid axborotni yoyish va umumlashtirishni sinkveyn tuzish qoidasi asosida ko'rib chiqamiz.

1.                        bug'latgich
2.                        davriy, uzluksiz
3.                        maxsulot erituvchisini bug'latadi
4.                        suyuq, qattiq, bo'tqa, pasta
5.                        Suvsizlantirish

Tuzilgan cinkveyanni baholar ekanmiz, tuzuvchi bu jarayonda ikkinchi qatorga o'quvchi vazifasining eng muhim xossalarini anglatuvchi bir juft sifatni o'ylab turish zarur, degan mulohaza qilish mumkin. Buni javobini bir necha xil variantlarini o'ylab topib, so'ngra ulardan eng muvofiq'ini ajratib olish bilangina uddalash mumkin. Xuddi shuningdek, boshqa qatorlarga yoziladigan so'zlar ham jadallik bilan fikrlash natijasida izlab topiladi. Bu esa, «seyalka» tushunchasining ma'nosini puxtaroq anglashga olib keladi.

**5. “Aqliy hujum”** – (Brain Storming) usuli universal qo'llanish xarakteriga ega. Bu usul birinchi bo'lib 1933 yilda Obara (AQSH) tomonidan qo'llanilgan. «Miyaviy hujum» ning vazifasi mikroguruh yordamida yangiyangi g'oyalarni yaratishdir (mikroguruhning yaxlitligidagi kuchi uning alohida a'zolarining kuchlari yig'indisidan ko'p bo'ladi). “Miyaviy hujum” muammoni hal qilayotgan kishilarning ko'proq, shu jumladan aql bovar qilmaydigan va hatto fantastik g'oyalarni yaratishga undaydi. G'oyalar qancha ko'p bo'lsa, ularning hech bo'lmaganda bittasi ayni muddao bo'lishi mumkin. Bu “miyaviy hujum” ning negizidagi tamoyildir.

«Miyaviy hujum» quyidagi qoidalar bo'yicha o'tkaziladi:

- fikr hech qanday cheklanmagan holda, iloji boricha balandroq ovozda aytilishi lozim;

- har qanday fikrni aytish mumkin, u qabul qilinadi.
- g'oyalarga tushuntirish berilmaydi, ular vazifaga bevosita bog'liq holda aytiladi;
- takliflar berish to'xtatilmaguncha, aytilgan g'oyalarni tanqid yoki muhokama qilishga yo'l qo'yilmaydi;

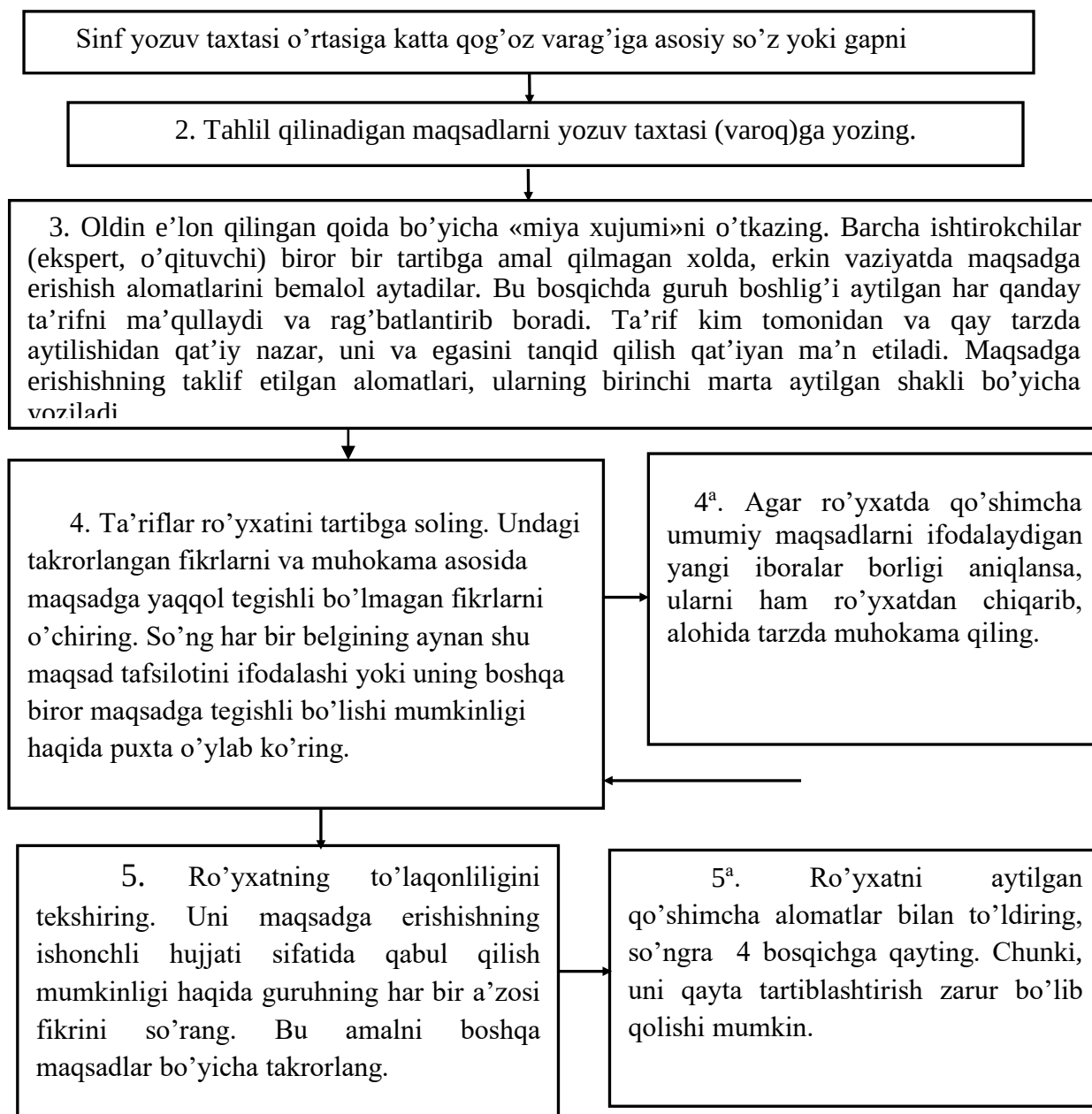
- ekspert guruhi barcha aytilgan takliflarni yozib boradi.

“Miyaviy hujum” to'xtatilgandan so'ng, ekspertlar guruhi aytilgan barcha g'oya (fikr) larni muhokama qilib, eng maqbulini tanlaydi.

“Miyaviy hujum” ni ma'ruzalarda yakka tartibda yoki juftlik (uchlik) da, amaliy va seminar mashg'ulotlarda esa, 4 – 8 kishidan iborat mikroguruhlarda, shuningdek, guruh bo'yicha ham o'tkazish mumkin. Miyaviy hujum mashg'ulotlarda talabalar faolligini oshirishga, charchoqni yo'qotishga, barchani mavzuning eng maqbul echimini izlashga sharoit yaratadi. Pedagogik texnologiya asosida mashg'ulotning maqsad va vazifalarini belgilashda «miyaviy hujum» o'tkazish algoritmi 5rasmda ifodalangan.

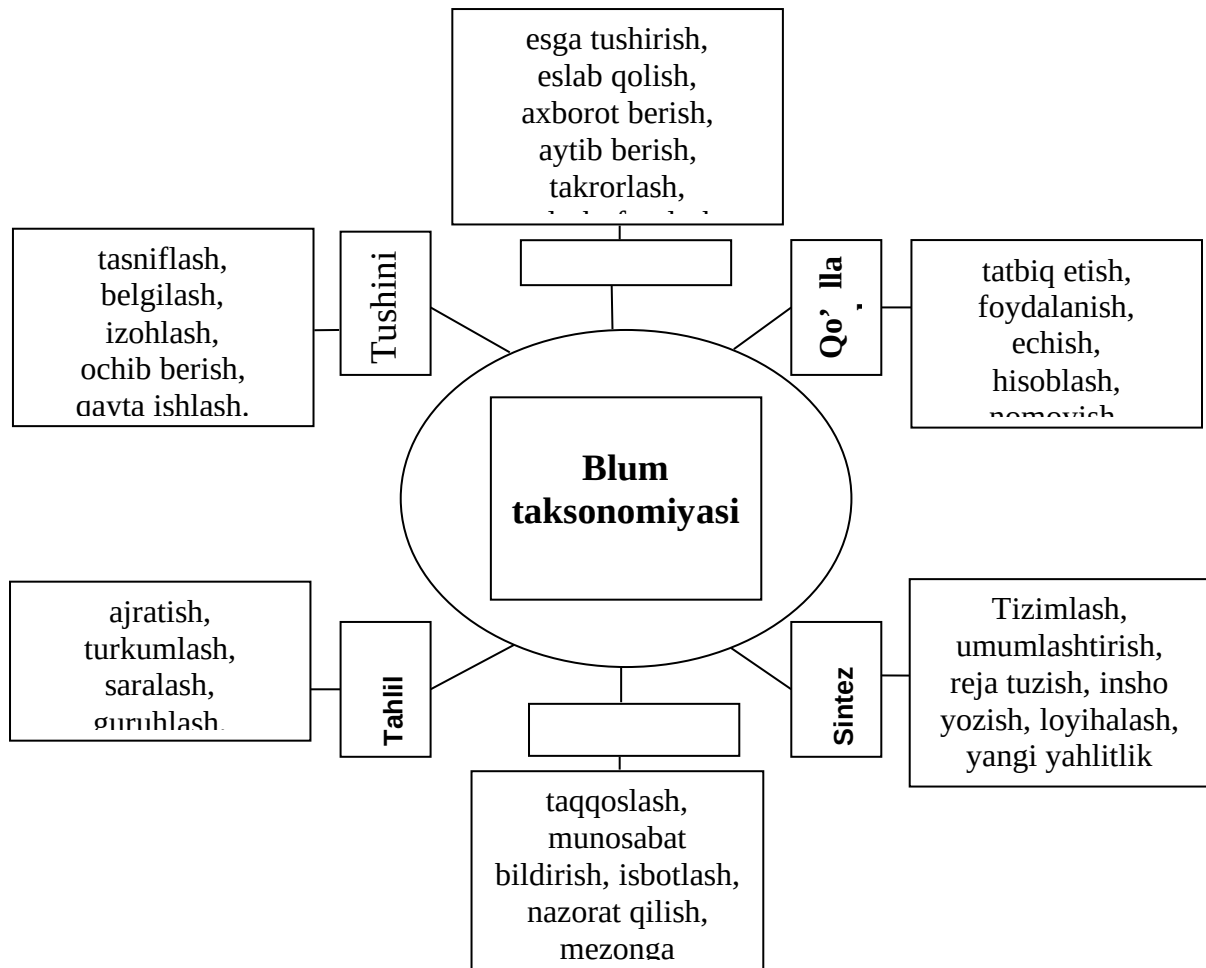
**6. Klaster «axborotni yoyish» usuli.** «Klaster» so'zi g'uncha, bog'lam ma'nosini anglatadi. Klasterlarga ajratish interfaol ta'lim strategiyasi usuli bo'lib, u ko'p variantli fikrlashni, o'rganilayotgan tushuncha (hodisa, voqea) lar o'rtasida aloqa o'rnatish malakalarini rivojlantiradi, biror mavzu bo'yicha talabalarni erkin va ochiqdanochiq fikrlashiga yordam beradi. Klasterlarga ajratishni da'vat, anglash va mulohaza qilish bosqichlaridagi fikrlashni rag'batlantirish uchun qo'llash mumkin. Asosan, u yangi fikrlarni uyg'otish va muayyan mavzu bo'yicha yangicha fikr yuritishga chorlaydi.

## Klasterlar tuzish ketma-ketligi quyidagicha:



**1- rasm.** Identifikatsiyalanuvchi o'quv maqsadlarini guruhda ishlab chiqish (Klarin M.V. 1997).

- Sizni fikringizcha bu mavzuga tegishli bo'lgan so'zlar yoki gaplarni yozing (miya hujumi) ni o'tkazing.
- Tushuncha va g'oyalar to'g'risidagi o'zaro bog'lanishini o'rnatish.
- Eslagan variantlaringizning hammasini yozing.



2-rasm. Blum taksonomiyasi toifalariga oid fellar tanlash bo'yicha namunaviy klaster

Klaster tuzishda guruhdagi barcha talabalarning ishtirok etishi, bu guruhda paydo bo'lgan g'oyalarning o'zagini aniqlashni ta'minlaydi. «Blum taksonomiyasi toifalariga oid fe'llar tanlash» mavzusi bo'yicha klaster tuzishni misol keltiramiz.

I. «Miyaviy hujum» natijasida olingan fe'llar ro'yxati: esga tushirish, tatbiq etish, tizimlash, tashhishtirish, ajratish, tasniflash, eslab qolish, foydalanish, umumlashtirish, munosabat bildirish, turkumlash, belgilash, axborot berish, echish, reja tuzish, isbotlash, saralash, izohlash, tanlash, aytib berish, hisoblash, namoyish etish, insho yozish, loyihalash, nazorat qilish, mezonga solishtirish, guruhlash, ochib berish, qayta ishlash, izohlash, takrorlash, amalga oshirish, yaxlitlik hosil qilish, ochib berish, qayta ishlash.

II. Fe'llarni Blum taksonomiyasi toifalariga muvofiqlarini turkumlab, quyidagi klasterni tuzish mumkin (6 rasm).

Klaster tuzishni mashg'ulotni **anglash fazasida** qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Chunki, bu fazada o'quvchi o'quv materialini nafaqat mustaqil va faol o'zlashtirishi, balki o'z tushunishlarini ham kuzatib borishlari hamda klaster tarkibidagi asosiy tushuncha va munosabatlar o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlashi zarur bo'ladi.

**7. Grafik tashkilotchilar.** Bu – biror o'quv materialini o'zlashtirishda, undagi fikrlash jarayonini ko'rgazmali tasvirlash usullari bo'lib hisoblanadi. Yuqorida bayon qilingan «klaster» dan tashqari, grafik tashkilotchilarning yana uchta, juda samarali usullari mavjud. Bular – kontseptual jadval, Tsxema va Venn diagrammasidir.

a) **Kontseptual jadval.** Bu usul uch yoki undan ko'p jihat yoki ko'rsatkichlarni taqqoslashda juda yaxshi samara beradi. Jadval quyidagicha tuziladi: gorizontal bo'yicha taqqoslanadigan tushunchalar, vertikal bo'yicha esa, ularning taqqoslanadigan turli jihat va xossalari joylashtiriladi.



Kasblarning psixologik turkumlanishi mavzusiga oid kontseptual jadvalni 7-rasmdagidek tasvirlash mumkin.

| <div>Kasbiy muhit</div> <div>SHaxs Tipi</div> | R   | I  | S  | K  | T  | B | <div>SHartli belgilar:</div> <div>(+ +) – shaxs tipi atrofmuhitga juda yaxshi moslashadi.</div> <div>(+) – shaxs tipi atrofmuhitga yaxshi moslashadi.</div> <div>( ) – shaxs tipi atrofmuhitga umuman moslasha olmaydi.</div> <div>() – shaxs tipi atrofmuhitga etarli darajada moslanmaydi.</div> <div><i>Konventsiya</i> – biror maxsus masala bo'yicha bitim, kelishuv, shartnoma).</div> |
|-----------------------------------------------|-----|----|----|----|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Realistik (R)                                 | + + | +  | -- | +  | -  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Intellektul (I)                               | +   | ++ | -  | +  | -- | + |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sotsial (S)                                   | --  | -  | ++ | -  | +  | + |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Konveksion (K)                                | +   | -  | -  | ++ | +  | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tadbirkor (T)                                 | -   | -- | +  | -  | ++ | - |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Badiiy (B)                                    | -   | +  | +  | +  | -  | + |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

3-rasm. Shaxs tipi va kasb faoliyatidagi muhit o'rtasidagi bog'lanish.

Kontseptual jadvalda o'zlashtirilayotgan o'quv materialining ancha qismi ixcham tarzda ifodalanadi. Bunday jadval mashg'ulotning metodik ta'minotini yanada boyitadi. Muayyan matn bo'yicha kontseptual jadvallarni mikroguruhlarda miyaviy hujumdan foydalanib tuzish va ularni guruh bo'yicha muxokama qilib, eng maqbul variantini qabul qilish amaliy mashg'ulotlarning **anglash fazasida** yaxshi natija berishi mumkin.

Kontseptual jadval yordamida bir necha kasb yoki mutaxassisliklarni taqqoslash ham mumkin. Dars davomida o'tkazilayotgan munozara davomida o'quvchilarga kontseptual jadval tuzish topshirig'ini berish tavsiya etiladi. Bunday jadval tuzishni uyga vazifa berish esa talabalarning mustaqil bilish faoliyatini yanada samarali bo'lishini ta'minlaydi.

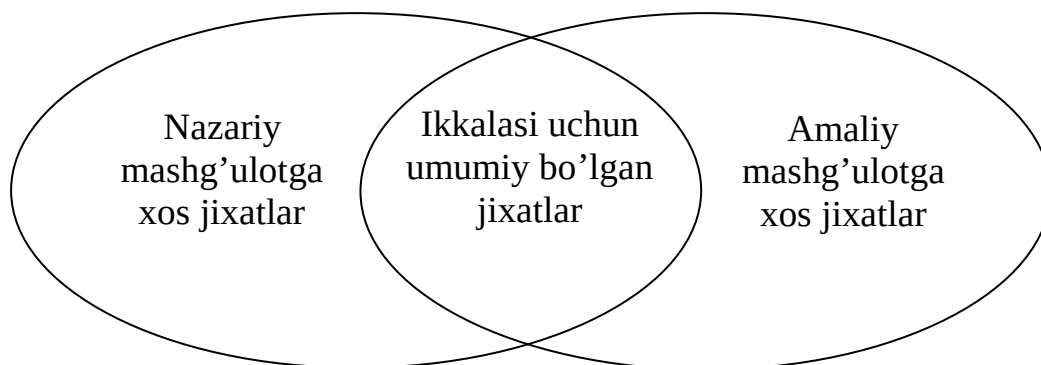
b) **Tsxema.** Interfaol ta'limning bu vositasi qiyosiy kattaliklar («Ha»/«Yo'q», «Roziman»/«Qarshiman») ning universal tashkilotchisi bo'lib, birbiridan keskin farq qiluvchi yoki qaramaqarshi, ba'zan turlicha mezonlar bilan farq qiluvchi fikrlarni ko'rgazmali va ixcham tarzda tasvirlashga qulaylik yaratadi. «Interfaol usullardan foydalanib o'qitishga munosabat» mavzusiga oid Tsxemani 8-rasmdagidek tasvirlash mumkin.

| Roziman («Ha»)                                                                                                                                                                                              | Qarshiman («Yo'q»)                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Talabalarining fikrlash qobiliyati rivojlanadi;</li> <li>• Axborot munozaralar orqali o'zlashtiriladi;</li> <li>• Talabalar faollashadi;</li> <li>.....</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O'qituvchining mavqei pasayadi;</li> <li>• O'qituvchilar va talabalar bunga tayyor emas;</li> <li>• Xalq pedagogikasi e'tiborga olinmagan;</li> <li>.....</li> </ul> |

4-rasm. "Interfaol usullarda o'qitishga munosabatim" mavzusi

**bo'yicha tuzilgan Tsxema.**

s) **Venn diagrammasi.** Bu vosita ikki yoki undan ortiq tushunchalarning o'ziga xos va umumiy jihatlarini tahlil qilish va umumlashtirishda qo'llaniladi. Bunda o'ng va chap aylanalarga tushunchalarning o'ziga xos jihatlar, doiralarning kesishgan sohasiga esa, ular uchun umumiy bo'lgan jihatlar yoziladi. Masalan, «nazariy mashg'ulot» va «amaliy mashg'ulot» tushunchalari uchun Venn diagrammasi 9-rasmdagi ko'rinishga ega bo'ladi:



5-rasm. Venn diagrammasi namunasi.

Bunday Venn diagrammasini jadval ko'rinishida ham ifodalash mumkin (9-rasm):

| Nazariy mashg'ulotga xos jihatlar                                                                                             | Ikkalasi uchun umumiy bo'lgan jihatlar                                                                    | Amaliy mashg'ulotga xos jihatlar                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Nazariy (kognitiv) bilimlar beriladi.<br>2. Asosan o'qituvchi olib boradi.<br>3. Fan uchun jihozlangan xonada o'tkaziladi. | 1. Aniq maqsadga yo'naltirilgan.<br>2. Vaqti chegaralangan.<br>3. Dars jadvali asosida o'tiladi.<br>..... | 1. Psixomotorik xarakterdagi ko'nikmalar shakllantiriladi.<br>2. Nazariy mashg'ulotdan keyin o'tiladi.<br>3. Trenajyorlardan foydalaniladi.<br>..... |

6-rasm. Jadval ko'rinishida tasirlangan Venn diagrammasi.

8. **Kubik usuli.** Bu usul ko'rilayotgan masalani turli tomondan, qadambaqadam, osondan qiyinga tomon yo'nalishda tasavvur etish imkonini beradi. Kubikning har bir tomoni muayyan topshiriqni ifodalaydi:

- Bu nima? Ko'rayotgan narsaning rangi, o'lchamlari, shaklini tasavvur eting, eslang va yozma ravishda ta'riflang?
- Taqqoslang: U nimaga o'xshaydi, nimadan farq qiladi?

• Assotsiatsiya. Taasurotingizni izohlang. U sizni nimalar ha qisida o'ylashga majbur qildi? Xayolingizga nima keldi?

• Tahlil qiling. Bu nimadan va qanday yasalgan? Nimalardan tashkil topgan? Nimaga o'xshaydi yoki nimadan farq qiladi?

• Qo'llang: Bu nimaga yaraydi? Uni qaerda qo'llash mumkin?

• «Ha» va «Yo'q» larni asoslang. Bunda ishonchli dalillar va asoslovchi fikrlarni ayting.

«Kubik» usulini qo'llash bosqichlari.

• Mavzu (tushuncha) e'lon qilinadi.

• Talabalar) yakka tartibda ishlaydilar. Kubikning har bir tomoni bo'yicha topshiriq berilib, ularning javobi uchun 40 – 60 sekund vaqt ajratiladi.

• Yakka tartibda ishlash tugagandan so'ng javoblar guruhlarda muhokama qilinadi.

• «Kubik» savollariga javoblarni har bir mikrogruhdan bir vakil (sardor) taqdimot qiladi.

9. **Zigzag1.** Bu – o'zaro hamkorlikda (birgalikda) o'qish usuli bo'lib hisoblanadi. Uni o'tkazish metodikasi quyidagicha:

• Matn uning hajmiga bog'liq holda qismlarga bo'linadi. Talabalar matn qismlariga bog'liq bo'lgan holda 4 – 6 kishidan iborat mikrogruhlarga bo'linadi.

• Tinglovchilar o'z raqamlariga mos bo'lgan yangi (korporatsion) guruhlariga jamlanadilar. Har bir guruh a'zosi matnning o'z raqamiga tegishli qismini (1raqamlilar birinchi qismini, 2raqamlilar ikkinchi qismini va h.k.) o'qib chiqadilar va o'qilgan qismni bayon etishning umumiy strategiyasini ishlab chiqadilar.

• Talabalar o'zlarining dastlabki guruhlariga qaytadilar va ularning har biri o'zi o'qigan matn qismini shunday bayon qilishi kerakki, guruh a'zolarida matnning to'la mazmuni bo'yicha yaxlit tasavvur hosil bo'lsin.

• Ayrim guruh a'zolari o'z fikrlarini bayon qilishlari mumkin.

10. **Zigzag2 usuli.** Bu – “Zigzag1” usulining o'zi, lekin undan farqi – tinglovchilarga taqdim etilgan matnning har bir qismi bo'yicha aniq topshiriq (savol) beriladi. Ular o'z guruhlariga qaytganlaridan so'ng, berilgan topshiriqlar bo'yicha fikrlarini so'zlab beradilar. Ayrim guruh a'zolari o'z fikrlarini bayon qiladilar.

11. **Yozuv malakalarini rivojlantiruvchi interfaol usullar.** Bunday usullar ham inson fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. Ular norasmiy fikr va qiyofalarni qayd qilish, har tomonlama ko'rib chiqulmaguncha saqlab turish va ularni yanada aniqroq ifodalashga imkon beradi. YOzma nutqni rivojlantirishning quyidagi usullariga to'xtalamiz:

a) **Esse.** Esse (frantsuzcha: tajriba, dastlabki loyiha) shaxsning biror mavzu bo'yicha yozma ravishda ifodalagan dastlabki mustaqil erkin fikri. Bunda tinglovchi o'zining mavzu bo'yicha taasurotlari, g'oyasi va qarashlarini erkin bayon qiladi. Esse yozishda xayolga kelgan dastlabki fikrlarini zudlik bilan qog'ozga tushirish, iloji boricha ruchka (qalam) ni qog'ozdan uzmasdan – to'xtamasdan yozish, so'ngra matnni qayta tahlil qilib, takomillashtirish tavsiya etiladi. Mana shundagina yozilgan essening haqqoniy bo'lishi e'tirof etilgan. Esseni muayyan mavzu, tayanch tushuncha yoki erkin mavzuga bag'ishlab yozish tavsiya etiladi.

v) **Asoslovchi esse** – bu shunday esseki, unda muallif biror mavzu bo'yicha muayyan nuqtai nazarga ega bo'lib, esse mazmunida uni himoya qiladi, buning uchun bir qator asoslovchi dalillar keltiriladi.

s) **Texnik diktant** – texnikaga oid matndagi gaplar ulardagi ayrim so'zlar, formula yoki biror fikrni tushirib qoldirilgan holda diktovka qilinadi (yoki magnitofonda eshittiriladi). O'quvchilar har bir bo'sh qolgan joyga oid javoblarni o'zlari ochib yozib boradilar. Texnik diktantni barcha fanlarda qo'llash tavsiya etiladi.

d) **Taqriz** – bu o'qilgan matnni ijobiy yoki salbiy nuqtai nazardan baholashdir. Taqriz yozishda quyidagilarga e'tibor berish zarur:

❖ taqrizda matnni o'qigan kishining bu haqdagi shaxsiy fikri bayon etilishi lozim, matndan ko'chirib yozish yoki uni qayta ta'riflash qabul qilinmagan;

❖ taqriz matnni o'qigan kishi shaxsiy tajribasining qaysi jihatlarida namoyon bo'lganligini ko'rsatishi, u xolisona bo'lishi lozim;

❖ taqriz muallif bilan muloqotga kirishning boshlang'ich bosqichi bo'lib hisoblanadi;

❖ taqrizda bir necha baholovchi fikrlar, masalan, «Bu maqola foydali, chunki menga

..... », «Bu maqola (kitob) menga yoqdi, chunki..... », «Muallif bilan mening fikrim bir xil (bir xil emas), chunki .....»;

❖ taqriz yozishda quyidagi ketmaketlikka amal qilinadi: maqola (kitob) muallifi nomi, mavzusi, tuzilishi va bayon etilish uslubi, ijtimoiy ahamiyati, beg'araz tanqidiy fikrlar va yakunlovchi xulosa.

e) **Portfolio** – inglizcha so'z bo'lib, portfel yoki portfellar to'plami degan ma'noni anglatadi. Portfolio har bir talaba tomonidan muayyan kurs, semestr davomida yuritiladi. Unda talabani baholash shakllari – joriy, oraliq va mustaqil ish bo'yicha bajargan topshiriqlari va ularga o'z vaqtida qo'yilgan ballari jamlab boriladi. Portfolio talabani semestr kurs va o'quv muddati davomidagi o'zlashtirishlarini va mustaqil ish topshiriqlarini muntazam ravishda bajarib borganligi to'g'risidagi daliliy hujjat bo'lib hisoblanadi. Portfolio pedagogik jarayonda o'qituvchiga talabalar erishayotgan o'quv yutuqlari monitoringini yurgizish imkoniyatini yaratadi hamda o'zlashtirish ballarining xaqqoniyligi va ishonchliligini ta'minlaydi; talabaga esa, o'z bilim saviyasi ortayotganligini hamda shaxsining rivojlanayotganligini o'zi kuzatib borishga imkoniyat yaratadi [8, 9 – 20bb.].

### “CASE STUDY” USLUBI

“**Casestudy**” inglizcha ibora bo'lib, tarjimada “o'qitishning muayyan vaziyatlar” uslubi yoki o'qitishning “vaziyatlar tahlili” uslubi kabi ma'nolarni anglatadi. Ingliz tilida “Case method” shaklida ham qo'llaniladi. O'qitish amaliyotida undan *iqtisodiy, ijtimoiy va tadbirkorlikka oid vaziyatlarni tavsiflash* vositasi sifatida foydalaniladi. “**Casestudy**” bilan ishlash jarayonida ta'lim oluvchilar:

- vaziyatni tahlil qiladilar;
- muammolar mohiyatini aniqlaydilar;
- muammolarga echimlar taklif qiladilar;
- taklif qilingan echimlar orasidan eng yaxshilarini tanlaydilar.

Keyslar, ayni shu kunda hukm surib turgan vaziyat tavsifi sifatida amaldagi yoki ularga juda yaqin turgan daliliy materiallarni ifodab turadi.

“**Casestudy**” uslubi ilk marta Garvard universitetining huquq maktabida 1870 yilda qo'llanilgan. 1924 yilda Garvard biznes maktabi (HBS) o'qituvchilari yuristlarni o'qitish tajribasiga tayanib, iqtisodiyotga oid aniq vaziyatlarni tahlil etish va muhokama qilishni asosiy ta'lim uslubi qilib tanlashganidan va mazkur uslubning ta'lim amaliyotida juda yaxshi natijalar berayotganiga to'la ishonch hosil qilinganidan so'ng, u tezda boshqa ta'lim muassalari orasida ham keng tatbiq etila boshladi [2], [10].

1950yillardan boshlab “**sasestudy**” uslubi G'arbiy Ovrupo ta'lim muassasalarida ham qo'llanila boshladi. 2000yillardan boshlab, ushbu uslub ko'plab xorijiy davlatlarda tabiiy va texnik fanlarni o'qitish jarayonida qo'llab kelinmoqda. Ayrim joylarda “**sasestudy**” uslubi texnologiyaga, turizmga va tibbiyotga oid fanlarni o'qitish jarayoniga ham tatbiq etib ko'rilmogda.

### *Keyslar tasnifi*

O'qitish ningmaqsad va vazifalariga ko'ra:

- keng tarqalgan muammolarga echim topishni o'rgatish;
- alohida muammolarga echim topish;
- vaziyatni tahlil qilish va unga baho berish tamoyillarini o'rgatish;
- muayyan misol asosida muayyan uslubiyot yoki yondashuvni amaliyotga qo'llashni namoyish qilish.

Tarkibiy tuzilishiga ko'ra:

- tarkibiy qismlardan iborat keyslar – aniq raqam va dalillar asosida vaziyatning qisqa va aniq bayoni. Bunday turdagi keyslar uchun aniq miqdordagi to'g'ri javoblar mavjud bo'ladi. Bu javoblar ta'lim oluvchining u yoki bu aniq bilimlar sohasiga oid formulalar, ko'nikmalar yoki uslublardan faqat bittasini tanlab olish ko'nikmasini baholash uchun mo'ljallangan bo'ladi;
- tarkibiy qismlarga ega bo'lmagan yirik keyslar – bunday keyslar juda ko'p miqdordagi ma'lumotlarga ega bo'ladi va ular ta'lim oluvchilarning fikr yuritish stillarini va tezligini, ma'lum bir

sohada asosiy narsani ikkinchi darajadagi narsalardan ajrata olish qobiliyatini baholashga mo'ljallanadi.

- Kashfiyotchlik keyslari – bunday keyslar qisqa va uzun ko'rinishda ham bo'lishi mumkin. Ta'lim oluvchilar tomonidan kashfiyotchilik keyslarining echilishi jarayonini kuzatish ularning nostandart fikrlash qobiliyatlarini, berilgan aniq vaqt mobaynida nechta kreativ g'oya bera olishlarini baholash imkonini beradi. Keysni echish jarayoni jamoaviy shaklda amalga oshirilayotgan hol larda bunday keyslar vositasida alohida talabani boshqalar fikrini ilg'ab olishi, uni rivojlantirishi va amalda qo'llashi qobiliyatlarini ham baholab borish mumkin bo'ladi.

- Ixcham qoramalar – asosiy tushunchalar bilan tanishtiradi, o'rganilayotgan o'quv fani bo'limiga yoki tor sohaga oid bilimlarni amaliyotga tadbiq etishni talab qiladi.

Taqdimot shakliga ko'ra:

- Videokeyslar.

Hajmiga ko'ra:

- To'liq keyslar (o'rtacha 20 – 25 sahifa), bunday keyslar bir necha kun mobaynida jamoa bo'lib ishlash uchun mo'ljallangan bo'ladi va tayyorlangan echimni odatda ham jamoaviy tartibda taqdim etilishini nazarda tutadi;

- Qisqa keyslar (3 – 5 sahifa) – o'quv mashg'uloti paytida barcha talabalar ishtirokida muhokama qilish uchun mo'ljallangan bo'ladi;

- Minikeyslar (1 – 2 sahifa) – qisqa keyslardek o'quv mashg'uloti paytida barcha talabalar ishtirokida muhokama qilish uchun mo'ljallangan bo'ladi, lekin ko'proq ma'ruza mashg'ulotlarida bayon etilayotgan nazariyaning ko'rgazma vositasi sifatida qo'llaniladi.

***Murakkablik darajasiga ko'ra:***

- bakalavriatlarga mo'ljallab tayyorlangan keyslar;
- magistrantlar uchun tayyorlangan keyslar;
- tahsildagi mustaqil tadqiqotchilar yoki malaka oshirish tizimi tinglovchilari uchun tayyorlangan keyslar.

**Keysning mohiyati.** *An'analarga ko'ra, masalan, bizneskeys aniq biznesvaziyatni aks ettirib turadi va kompaniya menejmentidan boshqaruvga oid aynan qanday masalalarni qay tartibda hal qilinishi lozimligini talab etib turadi. Ta'lim jarayonida o'qituvchi keys vositasida ta'lim oluvchilardan xuddi shunga o'xshash echimlarni talab etadi. Niderlandiyaning strategik menejment bo'yicha professori Jeym Anderson bizneskeys yutug'ining quyidagi uchta kriteriysini sanab o'tadi:*

- 1) dastlabki va statistik ma'lumotlarning etarliligi;
- 2) keysni yozish jarayonida topmenejerning albatta ishtirok etishi;
- 3) echimni izlash paytida tahlil qilishning turlituman uslublarini qo'llash imkonini beruvchi e'tiborga molik biznesvaziyatning mavjudligi.

## 1–MA’RUZA

### Reja:

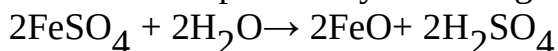
1. Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi fanining predmeti.
2. Sulfat kislota ishlab chiqarish ko’lami va O’zbekiston respublikasidagi korxonalar

Mustaqil O’zbekiston Respublikamiz xalq xo’jaligini ayniqsa uning qishloq xo’jaligini rivojlanishida kimyo sanoati shu vaqtga qadar yetakchi o’rinlardan birini egallab kelmoqda.

Respublikamiz kimyo sanoatida noorganik moddalar- mineral o’g’itlar, tuzlar, kislotalar, bog’langan azot birikmlari va sulfat kislota ishlab chiqarish shu davrgacha salmoqli o’rinlarni egallab keldi va kelajakda ham shunday bo’lib qolishiga shubha yo’qdir, chunki qishloq xo’jaligini uning asosiy oзуqasi mineral o’g’itlarsiz, kimyo sanoatining rivojini esa butun dunyoda bo’lgani kabi sulfat kislota rivojisiz va bog’langan azot birikmalarisiz tasavvur etib bo’lmaydi.

Shuni mamnuniyat bilan ta’kidlash mumkinki, hozirgi vaqtda kishi boshiga to’g’ri keladigan ishlab chiqarilayotgan sulfat kislota miqdori bo’yicha bizning Respublikamiz nafaqat MDH davlatlari orasida, balki butun dunyo bo’yicha bir necha yillardan beri yetakchi o’rinlardan birini egallab turibdi va bundan buyon ham shunday bo’lib qolishi uchun Respublikamizda sulfat kislota ishlab chiqarish usuli bilan ishlab chiqarish sanoati rivojiga alohida ahamiyat berilmoqda.

Ishlab chiqarish usullari. Sulfat kislota X asrdan boshlab olinib kelinmoqda. U temir kuporosini yoki achchiqtoshni qattiq qizdirish natijasida olingan. Hosil bo’lgan og’ir moysimon suyuqlik sulfat kislota kuporos moyi deb atalgan.



XV asrda kimyogarlar oltingugurt va selitra aralashmasini yoqib, sulfat kislota olish mumkinligini aniqlaganlar. Shu usulda 300 yildan ko’proq vaqt mobaynida sulfat kislota oz miqdorda shisha qolbalar va retortalarda faqat

laboratoriyalardagina olingan. XVIII asr o’rtalarida sulfat kislota chidamli material - qo’rg’oshin topilgach sulfat kislota qo’rg’oshin idishlar - kameralarda sanoat miqyosida olinib boshlangan.

Bunday usul kamerali usul deb ataldi. Bu kameralarda oltingugurt va selitra aralashmasi yoqilgan. Bunda hosil bo’lgan sulfat angidrid kamera qo’yilgan suv yoki kislota eritmasida yutiladi. Keyinchalik selitra o’rniga nitrat kislota, kameralar o’rniga esa minoralardan (XX asrning boshlarida) foydalanilmoqda.

Shuning uchun ham kamerali usulni nitrozali yoki minorali usul deb ataladi.

Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarish. Sulfat kislota ishlab chiqarish beshta bo’limni o’z ichiga oladi:

— Pech bo’limi (bunda quruq  $\text{SO}_2$  hosil bo’ladi).

Yuvish bo’limi (bunda  $\text{SO}_2$  gazini ho’l usul bilan tarkibidagi qo’shimchalardan, ya’ni  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning tomchilaridan, suv bug’laridan va kontakt zaharlaridan to’liq tozalanadi).

yuboriladi).

— Kontakt bo’limi (bunda  $\text{SO}_2$ , gazini katalizator bilan ta’sirlashib — to’qnashib

SO<sub>3</sub>, ga aylanadi).

— Absorbsiya bo'limi (bunda SO<sub>2</sub> suvga yutqirilib va H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ga aylantiriladi).

Nitrozali usulda katalizator rolini azot oksidlari o'ynaydi. Suv fazada nasadkali minorallarda oksidlanadi.

XIX asrning boshlarida SO<sub>2</sub> ni platina katalizatori ishtirokida SO<sub>3</sub> ga oksidlash mumkinligi aniqlandi. XIX asrning oxirlari XX asrning boshlarida bu usul kontakt (gazning katalizator bilan to'qnashuviga asoslanganligi uchun) usuli deb atalib, sanoatda qo'llanila boshlandi.

Nitrozali usulda olinadigan sulfat kislotaning sifati pastligi, 75% dan yuqori konsentratsiyali kislota olib bo'lmasligi, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> kabi gazlarning atmosferaga chaqirib yuborilishi tufayli atmosferaning zaharlanishi kabi kamchiliklarni bu usulni kontakt usuli tomonidan siqib chiqarishiga sabab bo'ldi. Sobiq ittifoqda 1975-yillardan boshlab faqat kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarish bo'lmalari qurilmoqda. Hozirgi paytda ishlab chiqarayotgan sulfat kislotaning 95 % ga yaqini kontakt usulida ishlab chiqarilmoqda.

Sulfat kislota qanday usulda ishlab chiqarilishidan qat'i nazar birinchi bosqich oltingugurtli ashyolarni kuydirib SO<sub>2</sub> olishdir, so'ngra uni tozalab SO<sub>3</sub> gacha oksidlantiriladi va suvga yutqirib kislotaga aylantiriladi.

Sulfat kislota olishda ishlatiladigan asosiy qurilmalar. Hozirgi zamon kontakt apparatlari asosan qaynovchi qatlamda ishlovchi apparatlar bo'lib, unda SO<sub>2</sub> ni oksidlanish darajasi 99% ga tengdir. Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarishning oxirgi bosqichi bu oltingugurt (VI) oksidining absorbsiyalanib konsentrlangan sulfat kislota va oleum hosil qilishidir.

Eski 5 tokchali kontakt apparatlarida SO<sub>2</sub> ning SO<sub>3</sub> ga aylanishi 98 % ni tashkil qilardi. Qolgan 2 % zaharli gaz- SO<sub>2</sub> atmosferaga chiqarib tashlanar edi. Bu esa atrof- muhitni zaharlar edi. Yirik zavodlarda esa bu juda xavfli (juda ko'p gaz atmosferaga chiqib ketadi) va bunga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Shuning uchun ham keyingi yillarda IK/IA sistemasiga o'tildi. Bu 2 marta kontaktlash va 2 marta absorbsiyalash degan ma'noni anglatadi. 61- rasmdagi sxemada ko'rinib turibdiki, gaz (SO<sub>2</sub>) kontakt apparatining uch qavat katalizatoridan o'tgach, oleum olish uchun birinchi absorbsiyaga oleumli adsorberga yuboriladi.

Bunda SO<sub>3</sub> ning absorbsiyalanishi tufayli SO<sub>2</sub> = SO<sub>3</sub> ni muvozanati buziladi va SO<sub>2</sub> ni oksidlanishini kuchaytiradi. Natijada keyingi ikki qavatdan o'tgach, SO<sub>3</sub> ga to'liq oksidlanadi (99,5— 99,8 % gacha). Hozirgi paytda qo'llaniladigan vanadiyli katalizatorlar 400°C haroratda aktivlik ko'rsatadi. 600°C dan yuqoriroq haroratda aktivligini yo'qotadi, chunki qayta kristallanadi.

SO<sub>3</sub> ning absorbsiyalanishi uchun esa past harorat kerak bo'ladi. Shuning uchun ham gaz oxirgi qavat katalizatoridan o'tgach kontakt apparatidan chiqadi va awal issiq almashtirgichlardan, so'ngra havo sovitgichlardan o'tib adsorbentga borib kiradi.

Absorberlar nasadkali minora bo'lib, ichi keramik halqalar bilan to'lg'azilgan

bo'ladi. Bu minoralar tepasidan kislota sachratib sug'oriladi, pastdan yuqoriga qarab esa, qarama-qarshi oqim prinsipida  $\text{SO}_3$  gazi ko'tariladi. Absorberdan absorbsiyalanmay qolgan chiqindi gaz (0,03 %  $\text{SO}_2$  saqlaydi) atmosferaga chiqarib tashlanadi.

Hozirgi zamon kontakt apparatlarining quvati — mahsuldorligi sutkasida 15001.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ga tengdir. Bunday qudratli zavod juda yirik, to'xtovsiz ishlovchi, mexanizatsiyalashtirilgan, ko'p qismi avtomat-lashtirilgan ishlab chiqarish korxonasidir. Ishlab chiqarishni jadallashning eng muhim yo'llari quyidagilar: % miqdori yuqori bo'lgan konsentrlangan  $\text{SO}_2$  olish, buning uchun kolchedan kuydirishjarayonidanboshlab toza kislorodni qo'llash. Yuqori bosim va aktiv katalizatoridan foydalanish, qaynovchi qavatli katalizatorli kontakt apparatiga to'liq o'tish va boshqalar. Intensivlashning barcha ko'rsatilgan bu usullari kelajakda qurilishi kerakbo'lgan yoki rekonstruksiyalanadigagan barcha korxonalarda qo'llaniladi.

Harorat yana ham oshirib borilsa, sulfa! kislota bug'lari  $\text{SO}$  va  $\text{H}_2\text{S}$  ga, so'ngra esa  $\text{SO}_3$  to  $\text{SO}_2$  va  $\text{O}_2$  gacha dissotsiiallanadi. 400<sup>0</sup> C dan yuqori haroratda bug' tarkibida  $\text{SO}_2$  ning miqdori ko'p bo'ladi. 700<sup>0</sup> C va esa  $\text{SO}_2$  ning miqdori ko'payadi.

## **2–MA'RUZA**

### **AMMIAKLI SELITRA ISHLAB CHIQARISH**

#### **Reja:**

1. Azotli o'g'itlar.



2. Ammiakli selitra.
3. Ammiakli selitra ishlab chiqarish.

Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilguncha davr ichida faqatgina Chili selitrasi –  $\text{NaNO}_3$  qishloq xo'jaligida o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatib kelingan.

Hozirgi paytda kimyo sanoati korxonalarida turli xildagi azotli o'g'itlar ishlab chiqarilmoqda.

Azotli o'g'itlarning asosiy turlari: ammiakli (ammiak), ammoniyli (ammoniy tuzlari – fosfat, sul'fat, xlorid va boshqalar), ammoniy nitratli ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), nitratli (nitrat kislotaning kaltsiyli, kaliyli, natriyli selitralari) va amidli (karbamid –  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , kaltsiy tsianamid –  $\text{CaCN}_2$  va boshqalar) o'g'itlar hisoblanadi.

Bundan tashqari bu tuzlar asosida aralash va murakkab o'g'itlar, suyuq azotli o'g'itlar – ammiak va ammiakli suv, aminlar va boshqa tuzlarning suvli eritmaları ishlatiladi.

Ushbu bobda ozuqa sifatida faqatgina bir komponentli – azotli o'g'itlar haqida so'z yuritiladi.

Ammoniyli va nitratli tuzlarning ko'pchiligi hamda karbamid suvda yaxshi eriydi. Ulardagi azot o'simliklarga yaxshi o'zlashadi (ayniqsa,  $\text{NO}_3^-$  ning tuproqda harakatchanligi yuqori bo'ladi).

Ammoniyli o'g'itlar uchun xom ashyo sifatida ammiak, nitratli o'g'itlar uchun esa nitrat kislotasidan foydalaniladi. Ular esa atmosferadagi behisob miqdordagi azotdan olinadi.

**Ammiakli selitra.** Ammoniy nitrat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ni ammiakli selitra deb ham yuritiladi. Ma'lumki, ammoniy nitrat – ammiak va nitrat kislotasining o'zaro ta'sirlashuv jarayonida hosil bo'ladi.

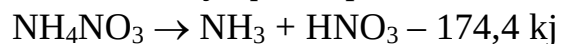
Ammiakli selitra ishlab chiqarish texnologiyasini bayon etishdan avval bu modda haqida batafsil ma'lumotga ega bo'lish zarur. Ammiakli selitra ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) asosan o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatiladi. U atmosfera bosimida va  $-50^\circ\text{C}$  dan  $169,6^\circ\text{C}$  gacha harorat oralig'ida besh xil kristallik shaklida bo'ladi.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  politermik diagrammasida ammoniy nitratning I-IV tuproq kristall shakli uchun harorat oraliqlari ko'rsatilgan. U  $169,6^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi va V-shakli esa  $-16,9^\circ\text{C}$  dan quyi haroratdagina tuproq bo'ladi. Kristall shakllarining o'zgarish chegarasi hamda harorati ammiakli selitraning namligi va tarkibidagi qo'shimchalar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ammoniy nitrat suvda yaxshi eriydi. Uning  $100^\circ\text{C}$  haroratdagi eruvchanlik koeffitsenti 1000 ga tengdir. Ammoniy nitratning suvli eritmasini kristallanish haroratidan yuqoriroqda bug'latilsa, tamoman suvsiz suyulgan tuzga aylanadi. U o'ta gigroskopik modda hisoblanadi.  $30^\circ\text{C}$  haroratda to'yingan eritmasi (70,2% li) ning yuzasidagi bug' bosimi 2,46 kPa (yoki 18,5 mm.sim.ust.) atrofida, gigroskopik nuqtasi esa 60% atrofida bo'ladi. Bunda havoning nisbiy namligi 60% dan yuqori bo'lganda u namlanib qoladi. Ammoniy nitrat gigroskopikligi va uni havodan nam tortish tezligi unga eruvchan noorganik tuzlar qo'shilganda ortib boradi. Masalan, 1,2% magniy nitrat qo'shilsa, ammoniy nitratning gigroskopik nuqtasi 8-12% gacha pasayadi, nam tortish tezligi esa oshadi.

Suvda yaxshi eruvchanligi, eruvchanlik koeffitsenti yuqoriligi, gigroskopikligi va polimorf o'zgaruvchanligi sababli ammoniy nitrat kristallari o'zaro yopishib, qattiqlashib qoladi. Seziluvchanligi yo'qolib, uni ishlatish qiyinlashadi.

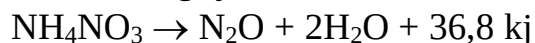
Ammoniy nitratning yopishqoqligini kamaytirish uchun:

1. Mahsulot tarkibida juda oz miqdorda (0,2%) suv qolguncha bug'latiladi, donadorlanadi va sovutiladi. Bunda 32,3°C dan quyi haroratda turg'oq (stabil) bo'lgan uning IV-shakli hosil bo'ladi.
2. Maxsulot kristallanguncha turli qo'shimchalar qo'shiladi. Bunday qo'shimchalar sifatida magnezit yoki dolomitni nitrat kislotada parchalash yo'li bilan olingan magniy nitrat, kaltsiy va magniy nitratlari, fosforit yoki apatitni nitrat kislotada parchalash orqali hosil qilingan mahsulotlar, diammoniyfosfat, ammoniy sulfat, shuningdek tuproq, talk diatomit, vermikulit va boshqalardan foydalaniladi. Bunda magniy nitrat  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  kristallogidratini hosil qilib, ammoniy nitratning II-shaklini III-ga o'tishini sekinlashtiradi va II-shaklini IV-ga metastabil o'tishini ta'minlaydi. Qotmagan mahsulotga erimaydigan moddalarni qo'shish esa donalarning mayda kristall struktura holida qotishiga, zichligi oshishi va mustahkam bo'lishiga yordam beradi.
3. Mahsulot donalariga sirtaktiv moddalar bilan ishlov berilib, gidrofob qatlam hosil qilinadi. Buning uchun naftalin-formaldegid (NF) ning 40% li eritmasi ishlatiladi. Maxsulot polietilen yoki qog'oz qoplarga solinib, og'zi mahkam tikiladi.

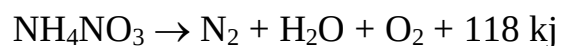
Ammoniy nitrat 110°C haroratdan yuqorida parchalana boshlaydi:



Bu reaksiya sekin sodir bo'ladi. Masalan, 165°C haroratda bir sutka davomida massa jihatdan 6% miqdori parchalanadi. Namlik ortishi bilan parchalanish tezligi ham ortadi. Xarorat 200-270°C da parchalanish tezligi yanada ortadi:



Xarorat 400-500°C gacha tez ko'tarilsa, parchalanish reaksiyasi portlash bilan sodir bo'ladi:



Amalda 300°C harorat portlashga sabab bo'ladi.

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  ning mineral kislotalar va yengil oksidlanuvchi (moylovchi va boshqa organik moddalar kabi) qo'shimchalar ishtirokida portlashi tezlashadi. Toza holatda esa zarbaga chidamli, lekin yopiq muhitda qizdirish natijasida portlashi mumkin. Portlash xususiyatini kamaytirish maqsadida unga karbamid (0,05-0,1%), kaltsiy karbonat, magniy karbonat va boshqa qo'shimchalar qo'shilishi mumkin.

Ammoniy nitratdan portlovchi moddalar ishlab chiqarish xom ashyosi sifatida ham foydalaniladi. Bunda yog'och kukuni va organik materiallar, ammonallar (alyuminiy kukunli aralashmalari) va boshqalar qo'shiladi. Bunday aralashmalar detonator ishtirokida portlatiladi.

Davlat standarti bo'yicha donadorlangan ammiakli selitranning yuqori sifatli A va B kategoriyali (oliy nav) va 1-kategoriyali (1-nav) turlari mavjud. Qishloq xo'jaligida va sanoatda qo'llaniladigan ammiakli selitra tarkibida  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ning miqdori 98% dan kam emas. B markali ammiakli selitranning oliy navida 34,4% N, 1-navida esa 34,0% N bo'ladi. Suv (namlik) esa sulfat va sulfat-fosfat qo'shimchali ammiakli selitrada 0,2% dan ko'p emas (B markali 1-navda esa 0,3% dan ko'p emas). Suv tutuvchi qo'shimcha 0,3% bo'lsa, bu miqdor 0,6% ga etishi mumkin. Yuqori sifat kategoriyali A va B markali ammiakli selitra tarkibidagi qo'shimchalar miqdori: kaltsiy va magniy nitrat

CaO (MgO) hisobida 0,2-0,5%, fosfatlar  $P_2O_5$  hisobida 0,5-1,2%, ammoniy sulfat 0,3-0,7%, ammoniy sulfati va fosfatlari 0,4-0,6% bo'ladi. B markali 1-navda esa qo'shimchalar miqdori me'yorlanmaydi. Ammiakli selitra 10% li suvli eritmasining pH muhiti barcha navlarda: sul'fat-fosfat qo'shimchasi bo'lsa 4,0 va boshqa qo'shimchasi bo'lsa 5,0 ga teng bo'ladi.

Ammiakli selitraning donadorlik tarkibi: A markada 1-3 mm li donachalar 93% dan kam emas; B markada 1-4 mm li donachalar 95% dan kam emas (shuningdek barcha yuqori navlarda 2-3 mm li donachalar 50% dan kam emas). Barcha navlarda 1 mm dan kichik donachalar 4% dan ortiq emas.

Ammoniy nitrat donachalarining statik mustaxkamligi: A marka uchun 5 n, B marka uchun 7 n va 1-nav uchun 5 n bo'ladi. Sepiluvchanligi har ikkala marka uchun ham 100% bo'ladi. Buning uchun 5 qo' ammiakli selitra 1 m balandlikdan yerga tashlanadi, teshiklari 5 mm bo'lgan elakdan 1 minutda to'la o'tishi kerak.

Ammiakli selitra yong'in havfli bo'lib, isitgichlardan holi bo'lgan xonalarda saqlanadi. Boshqa moddalar bilan birgalikda saqlanmaydi va bir joydan boshqa joyga tashilmaydi.

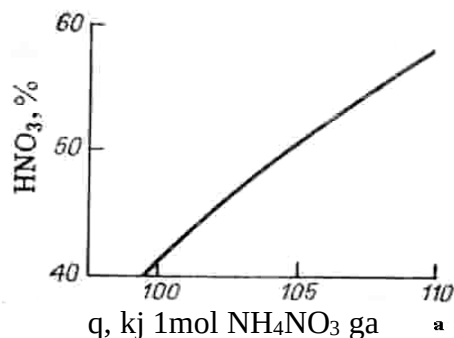
**Ammiakli selitra ishlab chiqarish.** Nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallash natijasida ammoniy nitrat, ya'ni ammiakli selitra hosil qilinadi:



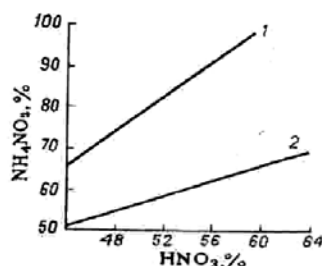
Bu geterogen sistema ekzotermik jarayon bo'lib, katta tezlik bilan boradi va ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Sanoatda bu issiqlikdan reaksiya natijasida hosil qilingan eritmaning konsentratsiyasini oshirishda unumli foydalaniladi.

47-60% li nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallash natijasida ammoniy nitrat eritmasi hosil bo'ladi. Bu eritmani bug'latishda neytrallanish issiqligidan foydalaniladi. Bunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori nitrat kislotasining konsentratsiyasiga to'g'ri proportsional ravishda bog'liq bo'ladi (1.1 – rasm). Olinadigan eritmadagi ammoniy nitrat miqdori reaksiya uchun olingan nitrat kislotasi konsentratsiyasiga proportsional o'zgaradi hamda neytrallanish issiqligidan foydalanilganda uning eritmadagi miqdori oshib boradi (1.2 – rasm).

Reaksiya muhitidan issiqlikni chiqarib turish faqatgina undan unumli foydalanishgina emas, balki reaksiyadan unumli foydalanish uchun ham zarurdir. Chunki, issiqlik oshib borgan sayin nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanish jarayonlari sodir bo'lib, azotning yo'qotilishiga sabab bo'ladi. Bu esa issiqlikdan neytrallash jarayonida foydalanishni murakkablashtiradi. Natijada yangi texnologik sharoit va jihozlarni yaratish majburiyatini tug'diradi. Ilk bora ma'lum bo'lgan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanilmas va ammoniy nitrat eritmasi suvli sovutgich orqali o'tib, neytrallash jihozi (reaktor) va ammiak yutgich (absorber) oralig'ida aylanar edi. Keyinchalik bu usul o'rnini boshqasi egalladi, ya'ni eritma neytrallash jihozi (apparati) dan bug'latgichga beriladigan bo'ldi. Bu usulda neytrallash 180-200°C xarorat va 0,35-0,6 mPa bosimda olib boriladi. Bug'latish esa atmosfera bosimida yoki undan pastroq bosimda o'tkaziladi. Bunda bug'latiladigan ammoniy nitrat eritmasining konsentratsiyasini 75-80% dan 95-99% gacha vakuum-jihozida bug'latish uchun ishlatiladi. Bu usullarning barchasi eritmani reaksiya muhitida qaynab ketishdan saqlaydi.



2.1. – rasm. Nitrat kislotasini gaz holdidagi ammiak bilan neytrallash issiqligi – q (atmosfera bosimi va 18°C da)



2.2 – rasm. Eritmadagi  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  miqdorining reaksiya uchun olingan  $\text{HNO}_3$  konsentratsiyasiga bog'liqligi (xarorat 70°C):

1 – reaksiya issiqligidan foydalanilganda (issiqlik yo'qolishi 3% atrofida); 2 – issiqlikdan foydalanilmagan holda.

Bizda qo'llaniladigan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihozining o'zi ishlatiladi. Bunda neytrallanish bilan bir paytda eritma qaynaydi va bug'lanadi. Bunday jihozni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (1.3 – rasm).

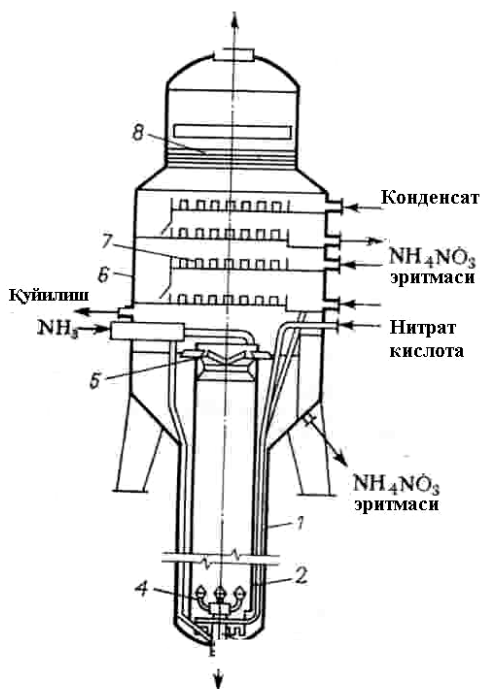
Ilgarilari sanoatda 47-57% li nitrat kislotasi ishlab chiqarilar edi. NIF da neytrallash natijasida 62-83%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi olinar va undan 98,7% li ammoniy nitrat suyuqlanmasini hosil qilish uchun uch bosqichli vakuum-bug'latgichdan foydalanilgan. Bu jarayonda NIF da hosil bo'lgan bug' va qo'shimcha bug'dan samarali foydalanilgan.

Suyuqlanmani donadorlash jarayoni esa diametri 12-16 m va balandligi 30-35 m bo'lgan kislotabardosh g'isht bilan qoplangan, sovuq havoning qarama-qarshi oqimidan foydalanuvchi temir-betonli minorada amalga oshiriladi.

Ishlab chiqarish quvvati sutkasiga 450-600 tonna ammiakli selitra bo'lgan, eskirgan bunday qurilmalar hozirda ham ayrim korxonalarda ishlatilmoqda.

XX asrning oltmishinchi yillaridan boshlab 58-60% li nitrat kislotasi ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Sutkasiga 1360-1575 tonna mahsulot ishlab chiqariladigan ammiakli selitra (AS) qurilmalari ishlab kelmoqda. Bunday qurilmalar AS-67, AS-72 va AS-72M (takomillashgan) yuqori texnik darajada ishlangan, avtomatlashgan, samarali usul va sharoitlar barpo qilingan bo'lib, yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular jihozlarining joylashishi, tuzilishi, texnologik tartibi bilan o'zaro farqlanadi. AS-67 qurilmasida sul'fat qo'shimcha (eritmaga sul'fat

kislota) qo'shish, AS-72 da – sul'fat-fosfat qo'shimcha qo'shish va AS-72M da esa magnezial (magniy nitrat) qo'shish bilan amalga oshiriladi.



2.3 – rasm. NIF jihozi:

1 – reaktor – neytrallagich qismi qobig'i; 2 – reaksiya stakani; 3 – ammiak purkagich; 4 – nitrat kislotasi purkagich; 5 – gidroblagich; 6 – separator qobig'i; 7 – qalpoqli tarelka; 8 – turli tomchi qaytargich.

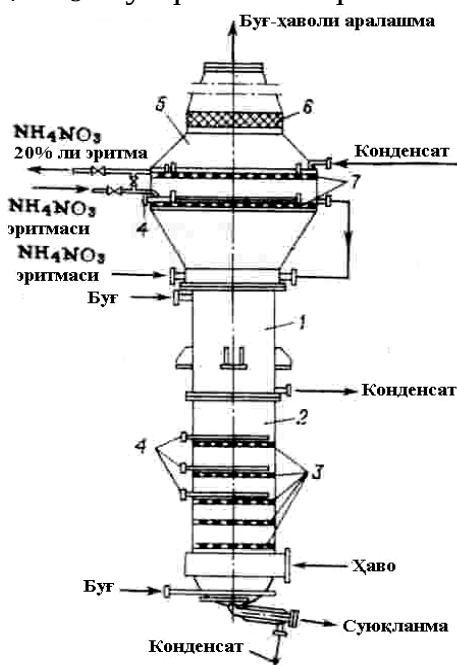
Texnologiyada asosiy jihoz NIF hisoblanadi (2.3 – rasm). NIF 03X18N11 va 12XN10T markali zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan bo'lib, ikkita silindrik qismdan: ostki reaktor qismi ( $d = 1,6$  m) va ustki seperatsiya qismi  $d = 3,8$  m) dan iborat. Umumiy balandligi 10 m ni tashkil etadi.

Reaktor qismida qobiq 1 ning ichida reaksiya stakani 2 ( $d = 1,2$  m,  $N = 4,3$  m) bo'lib, ostida teshiklari bo'ladi. Reaktor ostiga titan purkagich 3 va 4 orqali ammiak va nitrat kislotasi purkaladi. purkagich teshigida ammiak oqimining tezligi 30-50 m/sek bo'ladi (3 mm diametli 6650 ta teshik bor). Nitrat kislotasining oqim tezligi esa 2-3 m/sek ga etadi (putkagichda 1,5 mm diametrli 2160 ta teshik bor). Hosil bo'lgan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasidagi ma'lum miqdor suv reaksiya issiqligi ta'sirida bug'lanadi. Natijada ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi va bug'-suyuq emulgatsiya gidroblagich 5 orqali reaksiya stakani yuqorisiga sochiladi. Buning natijasida bug'-suyuq aralashma o'zaro ajraladi. Ajralgan suyuqlik jihoz qobig'i va reaksiya stakani orasidagi tirqish orqali reaktor tubiga tushadi. Stakanga uning ostki teshigidan kiradi (tirqishda ham bug'lanish davom etadi). Reaksiya muhitida reagentlar juda qisqa muddat (0,5-1 sek) bo'lishi sababli nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanishi hamda ularning erkin azot holatida yo'qolishi juda oz bo'ladi.

Jihozning yuqori qismida separator 6 bo'lib, tomchili bug' 0,6 m/sek tezlikda ko'tarilib, to'rtta barbotaj qalpoqli tarelkali 7 da yuviladi. Ostidagi 2 ta tarelkada nitrat kislotasi 20-25 % li hosil bo'lgan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi yordamida bug' ammiakdan yuviladi. Yuqoridagi ikkita tarelkada esa tomchili bug' kondensati yordamida hosil bo'lgan  $\text{HNO}_3$  bug'i va  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi tomchilaridan yuviladi. Tomchilardan

tamomila holi bo'lishni qaytargich 8 da amalga oshiriladi. Yuvindilar NIF ga qaytariladi.

NIF da olingan ammoniy nitratning kontsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (1.4 – rasm). Bu jihoz 08X22N6T markali holatdan tayyorlangan bo'lib, uning umumiy balandligi 16 m tashkil etadi va asosiy qobiq-quvurli ( $d = 2,8$  m,  $H = 6,4$  m) qismi  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasini bug'latishga xizmat qiladi. Eritma unga quvurlarning ichki devoridan oqib tushadi. Issiqlik manbai sifatida foydalaniladigan 1,3-1,5 MPa bosimli bug'ni quvurlararo bo'shliqqa beriladi va issiq ( $180^\circ\text{C}$ ) havo quvurlar ichida tomayotgan eritmaga qarshi yuboriladi. Havo esa jihozning kontsentratsiyalovchi qismi 2 ( $d = 2,8$  m,  $H = 6$  m) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar 3 dan o'tib boradi. Kontsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo'shimcha issiqlik beruvchi ilonizi quvurlar bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 g/kg dan oshmasligi lozim. Kontsentrlash qismidan xarorati 175- $185^\circ\text{C}$  bo'lgan 99,7% li  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  suyuqlanmasi oqib tushadi.



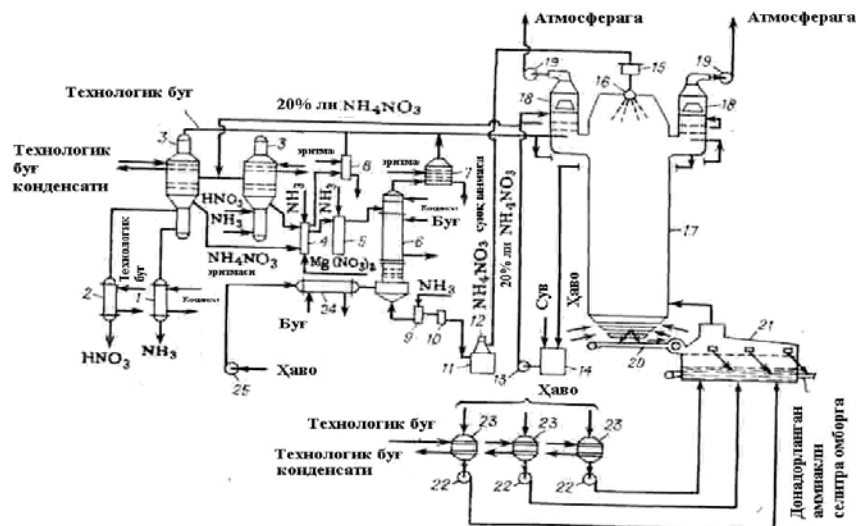
2.4 – rasm. Kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi:

1 – qobiq-quvurli qism; 2 – kontsentratsiyalash qismi; 3 – teshikli tarelkalar; 4 – issiqlik kiritish quvurlari; 5 – tozalov qismi; 6 – turli tomchi qaytargich; 7 – teshikli tarelkalar.

Jihozning yuqori tozalovchi qismi 5 da ( $d = 3,8$  m) ikkita teshikli (elakli) tarelka 7 lar bo'lib, yuqorisidagi tarelka kondensat bilan, ostki tarelka esa ammoniy nitrat eritmasi bilan yuvilib turadi. Ular kirayotgan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasini qisman bug'latish va bug'-havo aralashmasini yuvishga xizmat qiladi.

Ammiakli selitra ishlab chiqaradigan qurilma AS-72M ning texnologik sxemasi 6 – rasmda ko'rsatilgan.

Gaz holatidagi ammiak isitgich 1 dan o'tib,  $120-160^\circ\text{C}$  gacha qiziydi. Nitrat kislota (58-60% li) esa isitgich 2 dan o'tib, xarorati  $80-90^\circ\text{C}$  gacha ko'tariladi. Ular ikkita parallel ishlaydigan NIF jihoziga tushadi.

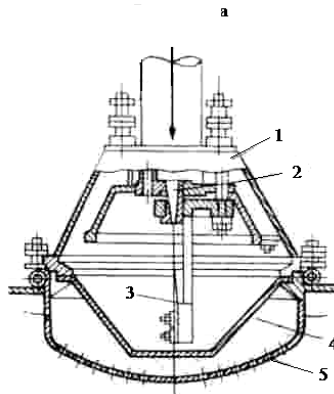


2.5 – rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi:

1 – ammiak gazini isitgich; 2 – nitrat kislotasini isitgich; 3 – NIF jihozi; 4,5 - qo'shimcha neytrallagichlar; 6 – kombinatsiyalangan bug'latish jihozi; 7 – bug'-havo aralashmasini yuvgich; 8,18 – skrubberlar; 9 – gidroto'sqich; 10 – suyuqlanma filtr; 11 – suyuqlanma baki; 12 – nasos; 13 – markazdan qochma nasos; 14 – ammoniy nitrat eritmasi uchun bak; 15 – bak.

Azotni bug'-tomchi bilan ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  holida) yo'qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislota me'yorida ortiqroq bo'ladi. Chunki ammoniy nitrat eritmasi yuzasida  $\text{HNO}_3$  bug' bosimi ammiaknikiga nisbatan kamroq bo'ladi. Jihozdan chiqayotgan  $\text{HNO}_3$  konsentratsiyasi (2-5 g/l) avtomatik boshqarib turiladi. Bu eritmaning xarorati  $150-170^\circ\text{C}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  miqdori esa 89-92% bo'ladi. Bu eritma asosiy 4 va nazoratchi 5 neytrallagichlarda ammiak bilan neytrallanadi. Bularga 30-40% li  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  eritmasi beriladi. Konsentratsiyasi 0,1-0,5 g/l ammiakli  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  eritmasi kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi 6 ga tushadi. Undan suyuqlanma gidroto'sqich – neytrallagich 9 va filtr 10 orqali yeg'uvchi bak 11 ga tushadi. Bakdan nasos 12 yordamida bak 15 ga yuboriladi. Bu bak esa donadorlovchi minora 17 ustida joylashgan bo'ladi. Yuqoridagi bak 15 dan suyuqlanma uchta vibroakustik (tebranma akuistik) donadorlagich 16 orqali minoraga sochiladi (bundan tashqari yana uchta donadorlagich zaxirada – navbatda turadi). Donadorlovchi minora 17 kesimi to'g'ri burchakli 11x8 m, qalinligi 2 mm li 08x17T markadagi po'latdan yasalgan va uning balandligi 63,5 m ga teng. Minoraning tashqi tomoni uglerodli po'lat bog'lamlar bilan mahkamlangan.

Hosil qilingan suyuqlanma tebranma akuistik donadorlagich (2.6 – rasm) da plastika 3 ga o'rnatilgan so'lodan tushadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akuistik tebranishni singdirib sochiladi.



2.6 – rasm. Akuistik donadorlagich:

1 – korpusi; 2 – soplo; 3 – ‘lastinka; 4 – to‘rli filtr; 5 – teshikli tebranuvchi taglik.

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 167<sup>0</sup>C atrofidagi xaroratda kristallana boshlaydi, 140<sup>0</sup>C haroratda esa to‘la qotadi. Minora ostidan berilayotgan havo miqdori yoz oylarida 500 ming m<sup>3</sup>/soat, qish faslida esa 300-400 ming m<sup>3</sup>/soat bo‘ladi. Minoraning ostki konussimon qismidan donador mahsulot lentali transportyor 20 ga tushadi. Undan uch sektsiyali sovutgich 21 ga tushadi va havo yordamida «qaynovchi qatlam»da sovutiladi. Sovutgichdan o‘tgan mahsulotning harorati yoz faslida 40-50<sup>0</sup>C, qish faslida esa 20-30<sup>0</sup>C bo‘ladi. Donadorlash va sovutish jarayonlarida selitraning namligi yana 0,1-0,15% ga kamayadi. Tayyor mahsulotda 99,8% NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> bo‘ladi. Agar atmosfera havosining namligi 60% dan yuqori bo‘lsa, uni isitgichlar 23 orqali yuboriladi. Mahsulot polietilen yoki 3-4 qavatli qog‘oz qo‘larga joylashtirilib tikiladi va omborga yuboriladi.

Minoraning yuqori qismidan havo oltita skrubber 18 ga tushadi. Unda NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> changlari va ammiak 20% li ammoniy nitrat eritmasi bilan yuviladi va ventilyator 19 yordamida atmosferaga chiqariladi. Bundan tashqari bu skrubberlar orqali bug‘latgich jihozidan yuvgich 7 orqali o‘tgan gazlar va neytralizator skrubberi 8 dan o‘tgan gazlar ham o‘tadi.

### 3 – MA‘RUZA

#### AMMONIY SUL‘FAT ISHLAB CHIQARISH

##### Reja:

1. Ammoniy sul‘fat.
2. Ammoniy sul‘fat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.
3. Koks gazi ammiakidan ammoniy sul‘fat ishlab chiqarish.
4. Gipsdan ammoniy sul‘fat olish.
5. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sul‘fat olish.

**Ammoniy sul‘fat.** Ammoniy sul‘fat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - rangsiz kristall modda (zichligi 1769 kg/m<sup>3</sup>) bo‘lib, uning tarkibida 21,21% azot bo‘ladi. 350<sup>0</sup>C dan yuqori xaroratda



qizlirilganda ammiak va sul'fat kislotaga parchalanadi. 100°C da nordon tuz hosil qilish bilan dissotsiyanlash boshlanadi; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ustidagi NH<sub>3</sub> ning bosimi 205°C xaroratda 0,067 kPa ni, 300°C da 6,772 kPa ni tashkil etadi. Ammoniy sul'fat suvda yaxshi eriydi. U kristallogidratlar hosil qilmaydi va uning eruvchanligi xarorat ortishi bilan sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniy sul'fat gigrosko'ikligi va yo'ishqoqligi kam bo'lgan o'g'it hisoblanib, uni ishlatishda qiyinchilik tug'dirmaydi. Kamchiligi – o'g'itning tarkibida azot miqdorining ozligi va fiziologik kislotaliligining yuqoriligidadir. Uning qo'llanilishi natijasida tuproqda sul'fat kislotasining to'planishi tufayli uni neytrallash uchun davriy ravishda ohaklash zarurati kelib chiqadi.

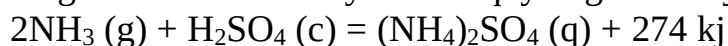
Sanoatda ammoniy sul'fat ishlab chiqarish usulining asosini sul'fat kislotasini ammiak bilan neytrallash tashkil etadi. Bu maqsadda toshko'mirni kokslash jarayonida hosil bo'ladigan gazlar aralashmasidan ajratib olingan ammiak gazi ishlatiladi. Koks gazini ammiak (va shu bilan bir vaqtda piridin asoslari) dan tozalash jarayoni ammoniy sul'fat ishlab chiqarish bilan bog'langan. Sintetik ammiakdan esa boshqa turdagi yuqori kontsentratsiyali azotli o'g'itlar: ammiakli selitra, karbamid ishlab chiqarishda foydalaniladi. Chet ellarda, qisman ammoniy sul'fat, gipsni ammoniy karbonat eritmasi bilan qayta ishlash natijasida konversiyalab ishlab chiqariladi. Bundan tashqari kaprolaktam ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan oqava suvlardan ham ammoniy sul'fat ishlab chiqarish usullari ham mavjuddir.

Ammoniy sul'fat donadorlangan yoki kristall holatda ishlab chikariladi va belgilangan Davlat standartlari talablariga javob berishi lozim (3.1–jadval). Ammoniy sul'fat qogoz yoki polietilen qo'llarda yoki vagonlarda tashiladi.

3.1 – jadval

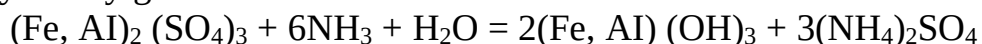
| Ko'rsatkichlari                       | Oliy nav | 1-nav         |
|---------------------------------------|----------|---------------|
| Azot (quruq modda hisobida), kam emas | 21       | 21            |
| Suv, ko'p emas:                       |          |               |
| -donadorlangan mahsulotda             | 0,6      | -             |
| -kristall mahsulotda                  | 0,2      | 0,3           |
| Sul'fat kislota, ko'p emas            |          |               |
| -donadorlangan mahsulotda             | 0,5      | -             |
| -kristall mahsulotda                  | 0,03     | 0,05          |
| Dispersligi, ko'p emas                |          |               |
| -donadorlangan (1-4 mm)               | 90       | -             |
| -kristall (+ 0,5 mm)                  | 60       | belgilanmagan |

**Ammoniy sul'fat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Sul'fat kislotasini gaz xolatidagi ammiak bilan neytrallash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Bunda ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Hosil bo'lgan issiqlik (saturator jarayonidagi) va tashqaridan gazlar bilan kiradigan issiqlik (saturatirsiz jarayonidagi) birgalikda sistemadagi suvni bug'lanishiga sarf bo'ladi va eritmaning to'yinishi hisobiga kristall holatdagi mahsulot hosil bo'ladi. Qaynoq holdagi reaksiyada o'rta tuz eritmasidan mahsulotni kristallantirishni ta'minlashi muhim ahamiyatga ega. Sul'fat kislotasidagi qo'shimchalar, ayniqsa, temir va alyuminiy sul'fatlari ammoniy

sul'fatning kristallanishin qiyinlashtiradi. Kislotani neytrallashtirish paytida kolloid holatda temir va alyuminiy gidroksidlari cho'kadi:



Bunda ammoniy sul'fat kristallarining o'sishi qiyinlashadi. Shu maqsadda neytrallashtirish jarayonini davriy reaktorlarda bosqichli o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

**Koks gazi ammiakidan ammoniy sul'fat ishlab chiqarish.** Koks gazi tarkibida 6-14 g/m<sup>3</sup> gacha ammiak bo'ladi. Uni uch xil: bilvosita, bevosita va yarimbevosita usullar bilan ammoniy sul'fatga aylantirilishi mumkin.

*Bilvosita usulda* koks gazi sovutiladi, bunda undan smola kondensatlanadi va ammiak bilan to'yingan smola ustki suvi hosil bo'ladi. Koks gazi tarkibida qolgan ammiak esa ammiakli skrubberlarda suvga yuttiriladi. Hosil qilingan ammiakli suv va smola uski suvidan distillyatsiya kolonnalarida ammiak ajratib olinadi va uni sul'fat kislotasiga yuttiriladi. Bu usulda katta hajmdagi jihozlar va ko'p miqdordagi energiya talab etiladi.

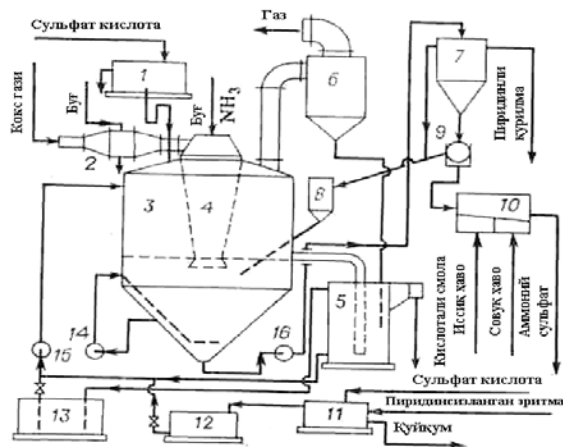
*Bevosita usul* bo'yicha ammiak gazining sul'fat kislotasi eritmasida yutilishi hisobiga ammoniy sul'fat hosil qilish bilan oldindan 68°C gacha sovutilgan va elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazini doimiy yuborish orqali amalga oshiriladi.

Iqtisodiy jihatdan maqbul va keng tarqalgan usul bu *yarim bevosita usuldir*. Bunda koks gazidagi smolani kondensatlash uchun 25-30°C gacha sovutiladi. Kondensat 2 qatlamga ajratiladi: quyi qatlamda smola va yuqori qatlamda smola ustki suvi bo'lib, unda gaz tarkibidagi bir qism ammiak erigan bo'ladi. Smola ustki suvini distillyatsiya kolonnasida ohakli suv bilan ishlanadi va hosil qilingan ammiak gazi elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazi bilan birgalikda sul'fat kislotasiga yuttirish uchun yuboriladi.

Koks gazidagi ammiakni yuttirish barbotaj turidagi saturatorlarda (saturatorli usulda) yoki skrubberlarda (saturatorsiz usulda) amalga oshirilishi mumkin. Saturatorli usulda koks gazidagi ammiakning yuttirilishi va ammoniy sul'fatning kristallantirishlari birgina jihoz – saturatorda amalga oshiriladi. Bu texnologik rejimni tanlash imkoniyatini chegaralaydi, ya'ni bir vaqtda ikkala jarayon (yuttirish va kristallantirish) uchun bir xil optimal sharoit: ammiakning maksimal yutilishi va ammoniy sul'fat kristallarini ajratib olish uchun yirik kristallar hosil bo'lishini ta'minlovchi parametrlarni belgilashni ko'rsatadi.

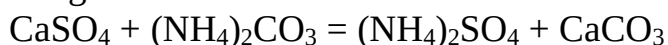
Ko'pgina zavodlarda qo'llanilayotgan saturatorsiz usul bo'yicha yuqoridagi jarayonlar alohida-alohida: ammiakni yuttirish saturatorlarda, ammoniy sul'fatni kristallantirish esa kristalizatorlarda amalga oshiriladi.

3.1 – rasmda ammoniy sul'fat ishlab chiqarishning saturatorli usuliga asoslangan tasvir keltirilgan.



3.1 – rasm. Ammoniy sul’fat ishlab chiqarishning saturatorli usuli tasviri: 1-sul’fat kislotasi uchun bak; 2-koks gazi uchun qizdirgich; 3-saturator; 4-barbotyor; 5-aylanuvchi eritma uchun bak; 6-kislota tutgich; 7-kristall yig’gich; 8-eritma yig’gich; 9-tsentrifuga; 10-«qaynovchi qatlam» li quritgich; 11-piridinsizlantirilgan eritma uchun rezrvuar; 12-kislotali eritma uchun yig’gich; 13-eritma uchun rezervuar; 14,15-markazdan qochma nasoslar.

**Gipsdan ammoniy sul’fat olish.** Sul’fat kislota sarflamasdan, tabiiy gips yoki ekstraksion fosfat kislotasi ishlab chiqarish chiqindisi - fosfogipsdan ammoniy sul’fat olish ham mumkin. Gipsni ammoniy sul’fatga konvertsiyasi 50-55°C xaroratda 32-33% li ammoniy karbonat eritmasi bilan suyuqlik usuli deb ataladigan quyidagi reaksiya yordamida amalga oshirilishi mumkin:

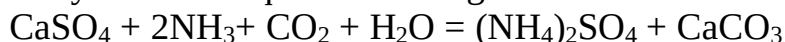


Bu reaksiya kaltsiy karbonatning eruvchanligi kaltsiy sul’fatning eruvchanligidan kamligi hisobiga amalga oshadi.

$\text{CaCO}_3$  cho’kmasi ajratilgandan so’ng [1 t  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  hisobiga ~760 kg] 40% li ammoniy sul’fat eritmasini bug’latish va kristallantirish orqali qattiq mahsulotga aylantiriladi.

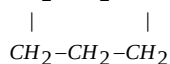
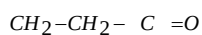
1 tonna ammoniy sul’fat olish uchun: 1,13 t gips, 0,74 ammoniy karbonat, 1,4 t bug’, 225 m<sup>3</sup> suv, 65 kvт/soat elektroenergiya, 71,5 kg shartli yoqilg’i sarf bo’ladi.

Gipsdan ammoniy sul’fat olishni ammoniy karbonat o’rniga ammiak va karbonat angidrid gazlaridan foydalanish orqali ham amalga oshirilishi mumkin (gazli usul):

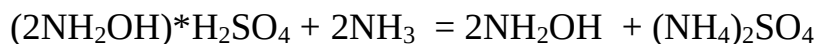


Lekin bu usulda hosil bo’ladigan  $\text{CaSO}_3$  kristallari mayda, ignasimon bo’lib, uni filtrlashda qiyinchiliklar kelib chiqadi. Shuning uchun konversiya jarayonini uzoq vaqt o’tkazish talab etiladi. Bundan tashqari reaksiya issiqligini yo’qotish maqsadida reaktor ichiga sovutgich o’rnatish va yutilmagan gazni sul’fat kislotasi eritmasidan o’tkazish talab qilinadi.

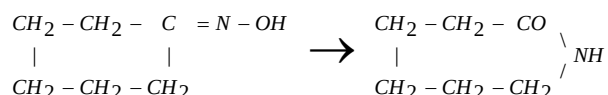
**Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sul’fat olish.** poliamid – kapron tayyorlash uchun ishlab chiqariladigan kaprolaktam olishdagi tugallanuvchi bosqich benzol va fenoldan olinadigan oraliq mahsulot – tsiklogeksanon



ni gidrooksidaminosul’fat –  $(2\text{NH}_2\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$  bilan oksimirlashdan iborat. Gidroksiaminosul’fatning ortiqcha miqdori ammiak ta’sirida parchalanadi:



Hosil bo'lgan tsiklogeksanoksim suvli eritmadan ajratib olinib, kontsentrangan sul'fat kislotasi (oleum) da ishlav beriladi. Natijada kaprolaktamga izomerlanadi:



Izomerlanish jarayoni tugagach, sul'fat kislotani ammiak bilan neytrallanadi. Laktam moyi va sul'fatli aralashma ajratiladi. Oksimirlash va neytrallash natijasida 25-43%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 1-3%  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  va 0,1-0,5% organik moddalar eritmasi olinadi. Bu eritmalar esa ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi. Uni bug'latish va kristallantirish orqali ammoniy sul'fat olinadi. Toza kristall holatidagi mahsulot (organik moddalar qo'shilmalari rangsiz) to'yinmagan holda sekin kristallantirish orqali olinadi. 34% li bunday eritmadan 1 t  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  olish uchun: 2,3-2,5 MJ bug', 24-30 kvt/soat elektroenergiya va 56 m<sup>3</sup> suv sarflanadi.

#### 4 – MA'RUZA

##### Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish

##### Reja:

1. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish
2. Silvinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari
3. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish

**Kaliyli o'g'itlar.** Sanoat korxonalarida ishlab chiqariladigan va yer ostidan qazib olinadigan kaliy birikmalarining deyarli barchasi (95% dan ortiq qismi) mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Ular xlorli, sul'fatli va boshqa holatda bo'ladi.

Xlorli kaliyli o'g'itlarga: silvinit, kainit, tabiiy rudalarni qayta ishlash kontsentrangan mahsulotlari – kaliy xlorid va ularning kontsentrangan kaliyli mahsulotlar bilan aralashmasi kiradi. Xlorsiz kaliyli o'g'itlarga esa: kaliy sul'fat, kaliy va magniy sul'fatlarining qo'shaloq tuzi – kaliymagneziya (unda oz miqdordagi kaliy va natriy xloridlari qo'shimchasi bo'ladi); kainit-langbeynit rudalarini flotatsion boyitish yo'li bilan olinadigan kaliy-magniyli kontsentrat kiradi.

Kaliyli mahsulotlar va xom ashyolarning sifati ulardagi kaliy ( $\text{K}_2\text{O}$  hisobida) miqdori orqali aniqlanadi.

Kaliyli mahsulotlar sanoatining asosiy mahsuloti kaliy xlorid bo'lib, ularning 95% qismi mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Qolgan 5% qismi kaliyning – KOH,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ , KCN va boshqa birikmalariga aylantiriladi. Ular qora va rangli metallurgiyada, qurilishda, shisha ishlab chiqarishda, qog'oz, lak-bo'yoq, charm oshlash sanoatlarida, farmatsevtikada va boshqa sohalarda ishlatiladi.

O'g'it sifatida yanchilgan silvinit, aralash o'g'it (kaliy xlorid va yanchilgan silvinit aralashmasi) va kaliy xlorid ishlatiladi. Yanchilgan silvinit tarkibida 22% KCl (14%  $\text{K}_2\text{O}$ ) bo'lib, o'lchami 4 mm dan yirik bo'lgan zarrachalar 20% dan ortmasligi kerak. Aralash o'g'it tarkibidagi  $\text{K}_2\text{O}$  miqdori 40% dan kam bo'lmaydi va  $\text{N}_2\text{O}$  2% dan

oshmasligi lozim. Tarkibida 52,4% KCl (63,1%  $K_2O$ ) bo'ladigan kaliy xlorid – rangsiz kubsimon kristallardan iborat bo'ladi. Uning zichligi  $1990 \text{ kg/m}^3$  bo'lib,  $776^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Kaliy xloridning tabiiy minerali – silvin va rudalari tarkibida qo'shimchalar bo'lganligi sababli rangli bo'ladi. Kaliy xloridning  $20^\circ\text{C}$  dagi to'yingan eritmasida – 25,6% va  $100^\circ\text{C}$  dagi to'yingan eritmasida esa – 35,9% KCl bo'ladi.

Texnik kaliy xloridning sifati GOST 4568-83 bo'yicha belgilanadi. Texnik shartlar bo'yicha u mayda kristall, donador va yirik kristalli holatida 1-, 2- va 3-navlarda ishlab chiqariladi. Ularda navlariga muvofiq ravishda 95, 92 va 90% KCl bo'ladi. Mayda kristall holatida ishlab chiqariladigan mahsulotda namlik 1% dan oshmasligi lozim, donador mahsulot namligi esa 0,5% atrofida bo'lishi mumkin. Donador mahsulotda 1-4 mm li donachalarning miqdori 80% (quruq o'g'it ishlab chiqarish uchun esa 90%) bo'lishi, 7 mm dan yirik donachalar bo'lmasligi va 1 mm dan mayda donachalarning ulushi 5% dan oshmasligi kerak. Qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida donador, murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda esa kukun holatidagi kaliy xlorid ishlatiladi.

Kaliy sul'fat  $K_2SO_4$  – rangsiz kristall modda bo'lib, rombik ( $\alpha$ ) va geksagonal ( $\beta$ ) shakllarda bo'ladi. Kaliy sul'fat  $\alpha$ -shaklining  $\beta$ -shaklga o'tish xarorati  $584^\circ\text{C}$  ni tashkil etadi. U  $1069^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Kaliy sul'fatning  $20^\circ\text{C}$  dagi to'yingan eritmasida 10,0% va  $100^\circ\text{C}$  dagi to'yingan eritmasida 19,49%  $K_2SO_4$  bo'ladi. Toza kaliy sul'fatda 54,06%  $K_2O$  bo'ladi.

**Xlorsiz kaliyli o'g'itlar:** KCl ni sul'fat kislotali qayta ishlashdan olinadigan  $K_2SO_4$  tarkibida 1- va 2-navlariga muvofiq holda 50 va 48% dan kam bo'lmagan  $K_2O$ , 2-3% dan ko'p bo'lmagan Cl va 0,1%  $N_2O$  bo'ladi; polimineral rudalarni qayta ishlanishidan olinadigan  $K_2SO_4$  tarkibida 46% dan kam bo'lmagan  $K_2O$ , 4% dan ortiq bo'lmagan natriy birikmalari ( $Na_2CO_3$  hisobida) va 0,5%  $N_2O$  bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kalimagneziya – shyonit tarkibida 28%  $K_2O$ , 8% MgO, 15% dan ortiq bo'lmagan Cl, donadorlik turiga muvofiq holda 7 va 10%  $N_2O$  bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kaliy-magniyli konsentrat – kainit-langbiynit rudalarini flotatsiyali boyitish yo'li bilan olinadi va unda 17,5%  $K_2O$ , 9% dan kam bo'lmagan MgO, 20% dan ko'p bo'lmagan Cl va 4%  $N_2O$  bo'ladi; kainit rudasi tarkibida  $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$  bo'lib, unda 9,5%  $K_2O$  va 5% dan ko'p bo'lmagan  $N_2O$  bor.

**Kaliyli tuzlar xom ashyosi.** Kaliyli tuzlar olishda kaliyning xloridli va sul'fatli tuzlariga boy bo'lgan cho'kindi minerallar va tabiiy tuz eritmalari asosiy xom ashyolar hisoblanadi. Kaliy xloridni asosan silvinit rudasidan olinadi. U silvin KCl va galit NaCl aralashmasidan iboratdir. Yana bir turdagi xom ashyo – karnallit  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  hisoblanadi. Uning tarkibida qo'shimcha sifatida NaCl ham bo'ladi.

Kaliy sul'fat ishlab chiqarish xom ashyosi sifatida: langbeynit  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ , kainit  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ , shenit  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$  va boshqalar ishlatiladi.

Tarkibida kaliy tutgan va suvda erimaydigan yoki qiyin eriydigan minerallari: poligalit  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , leytsit  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ , alunit  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$ , nefelin  $[(K,Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2] \cdot nSiO_2$  va boshqalar kaliyli xom ashyo sifatida bevosita ishlatilmasada, ulardan (alunit va nefelin) glenozem olishda  $K_2SO_4$  va  $K_2CO_3$  qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Sinnirit –  $KAlSi_3O_8$  va  $KAlSiO_4$  lar kelajakda ishlatish uchun muhim xom ashyolar hisoblanadi.

Kaliyli tuz konlari O'rta Osiyoda (Gaurdak, Karlyuk, Jilan va Tyubegatanda), Uralda (Verxnekamsk va Verxne'echorskda), Belorussiyada (Starobinsk, Kapetkivichsk va petrikovskda), G'arbiy Ukrainada (Prikrpateda) va boshqa joylarda uchraydi. Bu konlardagi zaxiralarning 88% ulushi Verxnekamskga to'g'ri keladi. Chet mamlakatlardagi kaliyli tuz konlari Kanadada, Germaniyada, Isroilda, AQSH da, Ispaniyada va Frantsiyada mavjuddir. 1980 yilda Rossiyaning Sibir O'lkasida Nepscoe (silvinit va karnallit) koni ochilgan. Kaliyli tuz konlari zaxirasiga ko'ra, dunyoda MDH mamlakatlari 1-o'rinda, Kanada esa 2-o'rinda turadi.

Verxnekamsk konidagi kaliy-magniyli tuzlar xloridlar shaklida bo'lib, qadimgi perm dengizining bug'lanishidan hosil bo'lgan. Bu konning maydoni 3500 km<sup>2</sup> bo'lib, qatlamning qalinligi 1000 metrgacha yetadi. Karnallit va silvinit qatlamlari 90-220 metr chuqurlikda, quyi silvinit maydonining qalinligi 7-8 m dan 40 metrgacha bo'lib, bir-biridan KCl qatlami bilan ajralib turadigan oltita 6-8 metr qalinlikdagi sil'vinit qatlamlaridan iborat. Ruda tarkibida 17-40% KCl, 0,2-0,3% MgCl<sub>2</sub>, 1-4,5% erimaydigan qoldiq bo'ladi. Yuqori yuza qalinligi 20-115 metr bo'lib, 9 ta qatlamni tashkil qiladi. Bu qatlamlar karnallit, silvinit va kulrang, havorang hamda ko'k gallit aralashmalaridan iboratdir. Silvinit rudasi tarkibida 21-39% KCl, 0,2-1,2% MgCl<sub>2</sub>, 0,9-6,3% erimaydigan qoldiq, karnallit rudasi tarkibida esa 13,5-20,5% KCl, 14,5-19% MgCl<sub>2</sub>, 1,4-4,5% erimaydigan qoldiq bo'ladi.

Karpate konidagi kaliy tuzlari sul'fat-xloridlar shaklida bo'lib, xloridli qatlamlar sil'vinit (8-19% K<sub>2</sub>O) va boshqa rudalardan iborat. Sul'fat-xloridli qatlamlarning 35-36% qismi kainitdan (10-12% K<sub>2</sub>O), 20-40% qismi gallitdan, 3-7% qismi poligalitdan va 6-15% qismi tuproq materiallaridan iborat. Kainit-langbeynit qatlamlarining 20-30% ini kainit, 10-20% ini langbeynit, 30-40% ini galit, 5-10% ini kazerit MgSO<sub>4</sub>\*H<sub>2</sub>O va ~20% ini tu'roq materiallari tashkil etadi.

Tabiatda kaliy sul'fatli konlar kaliy xloridli konlarga nisbatan kamroq uchraydi. Okean suvlarida 0,05% atrofida kaliy ionlari bo'ladi. Ular quruqlikdagi kaliyli tuzlar zaxirasidan o'n milliondan ziyodroq ko'p hisoblanadi. Suv havzalarida dengiz suvlarini bug'latilib kaliy tuzlari olinishi mumkin. Xuddi shu usul bilan yuqori minerallasgan O'lik dengiz suvidan kaliy xlorid tuzi olinadi. Ayrim turdagi sanoat korxonalarining chiqindilari kaliyli tuzlarning qo'shimcha manbai hisoblanadi. Masalan, tsement ishlab chiqarish zavodlarining elektrofiltirlarida tutib qolingan chang tarkibida 20-30% gacha K<sub>2</sub>O (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> va K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> shaklida) bo'lishi mumkin. Chunki shixta tarkibida 0,2-1% K<sub>2</sub>O bo'ladi. Rangli metallurgiya korxonalari: magniy metali ishlab chiqarishda kaliy xlorid elektrolit tarkibida, alyuminiy metali ishlab chiqarishda nefklin va alunit xom ashyolari tarkibida kaliy bo'ladi. Ularning ikkilamchi mahsuloti sifatida KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> va K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> lar ishlab chiqariladi.

Sil'vinit va karnallit rudalaridan kaliy xlorid quyidagi usullarda olinadi:

- xom ashyoni mexanik usul bilan ishlov berish yoki ko''incha (80% dan ko'proq) flotatsiyalash usuli bilan KCl olinadi;
- rudadagi tuzlarning erish xarorat ko'effitsentlariga asoslangan bo'lib, eritish va kristallantirish yo'li bilan tuzlar ketma-ket ajratib olinadi. Bu usul issiqlik yoki galurgik (lotincha – «tuz ishi») yoxud kimyoviy usul deyiladi;
- yuqoridagi usullarda sul'fatli jinslar ham qayta ishlanadi;
- sho'r suvlardan kaliyli tuzlar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, O'lik dengiz sho'r suvlari bug'latuvchi havzalarda kontsentrlanadi. Bunda karnallit ajratib olinadi va u qayta ishlanib kaliy xlorid olinadi.

**Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish. Sil'vinitni flotatsiyali qayta ishlash.** Kaliyli tuzlar sanoatida ko'pikli flotatsiya usuli keng qo'llaniladi. Bu usul rudadagi suvda eruvchan minerallarni tuz eritmasida flotatsiyalash (yoki flotagravitatsiyalash) yo'li bilan ajratishga asoslangan. Kaliy rudalari yuzasini teruvchi-reagentlar bilan selektiv gidrofoblash natijasida ular havo pufakchalariga yopishib, ko'pikka chiqadi. Sil'vinit rudalari asosiy komponent, qo'shimchalar va tuproq materiallari miqdori va zarrachalar o'lchami turlichaligi bilan farqlanadi. Ularni qayta ishlash texnologik sxemalari va qurilmalari ham turlicha bo'ladi.

Ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil to'adi:

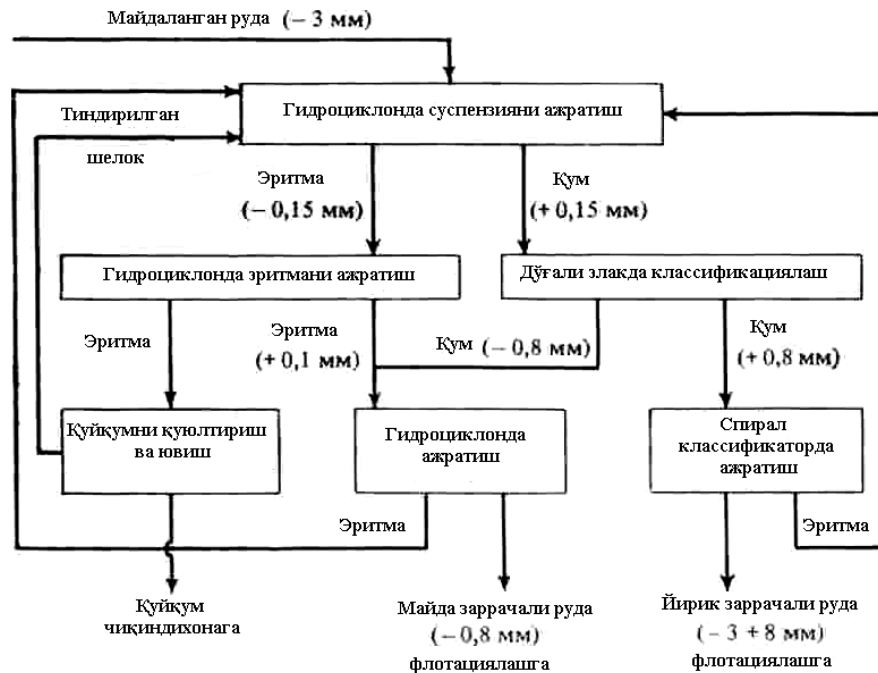
1. *Rudani maydalash.* Boshlang'ich ruda ruda tarkibiga kiruvchi minerallarning mexanik aralashmasi hosil bo'lishini tahminlovchi zarrachalar o'lchamigacha maydalanadi. Flotatsiyalanadigan sil'vinit uchun rudani iloji boricha 1-3 mm li o'lchamda maydalash lozim, yanada maydalanish esa flotatsiyalashda mahsulot bir qismining quyqum bilan yo'qotilishiga va mahsulot sifatini yomonlashishiga olib keladi. Lekin bunda silg'vin nahmunasini yuzaga chiqish darajasi iloji boricha 90% dan ortishi kerak. Agar flotatsiyalashga beriladigan donachalar o'lchami 0,8-1,0 mm dan kichik bo'lsa, uni mayda donachali va 2 mm dan kattadan yirik bo'lsa, yirik donachali deyiladi. Silvinitni flotatsiyalashga tayyorlash (4.1 – rasm) – quruq holatida amalga oshiriladigan rotorli (valkali, qaytargichli, bolg'ali va b.) tegirmonlarda (zarracha o'lchami 15 mm gacha), quruq yoki ho'l holatda (ruda komponentlarining to'yingan tuzlari eritmalarida) amalga oshiriladigan sterjenli yoki sharli maydalagichlarda maydalashni o'z ichiga oladi. Har bosqichdagi zarrachalarni saralash uchun tebranuvchi elaklar, do'g'ali elaklar, gidrotsiklon va boshqalar ishlatiladi.



4.1 – rasm. Flotatsiyalashga tayyorlanadigan kaliyli rudani boyitish sxemasi.

2. *Maydalangan rudani quyqumdan – flotatsiya jarayoniga va suspenziyani ajratishga halaqit beradigan mayda dispers tuproq-karbonatli qo'shimchalardan ajratish.* Uni flotatsiyalash (asosiy flotatsiya jarayonidan oldingi), gidravlik (tuproq-karbonatli va tuzli minerallarning cho'kish tezligi farqi asosida maydalangan ruda sus'enziyasini ajratish), flotatsiyali-gidravlik,

gravitatsiyali va boshqa usullarda amalga oshiriladi. Rudadagi quyqum miqdori oz bo'lsa, ularning salbiy ta'sirini, ya'ni flotoreagentlarni quyqum sirtiga absorbttsiyalanishini yo'qotish uchun flotatsiyalash jarayonida reagent-depressorlar ishlatiladi.



4.2 – rasm. Sil’vinit rudasini quyqumsizlantirish sxemasi.

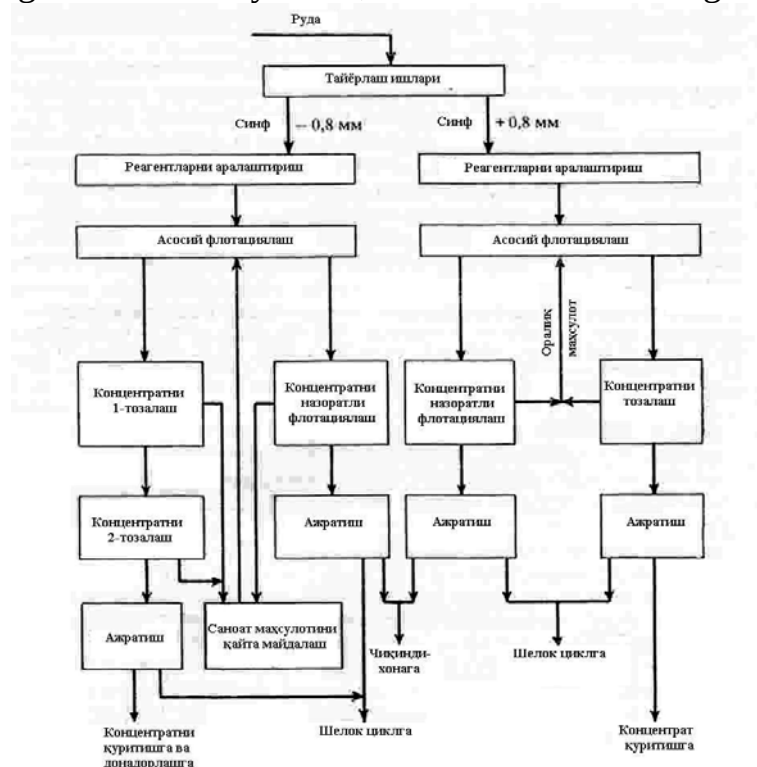
Namli maydalangan sil’vinit suspenziyasini quyqumdan ajratish gidrotsiklon va gidrosaralagichlarda amalga oshiriladi. Rudadagi zarrachalar o'lchami 3 mm dan kichik bo'lishini ta'minlash uchun suspenziya ( $S:Q = 6 \div 10:1$ ) avvalo diametri 750 mm bo'lgan gidrotsiklonda ajratiladi. Suspenziyadan 75-80% quyqum ajratiladi. U gidroseparator ( $d = 18 \text{ m}$ ) ga yuboriladi (4.2 – rasm). Suspenziya fraktsiyaga ajratilgandan so'ng, 0,8 mm dan kichik zarrachali qumlar qaytadan gidrotsiklonga yuboriladi. Suspenziya spiral saralagichga yuboriladi. Quyqumni quyiltirish va yuvish esa diametri 30 metrli quyiltirgichlarda amalga oshiriladi. Tindirilgan va yuvindi suvlar texnologik tsiklga qaytariladi. Quyqum chiqarib tashlanadi. Gidrotsiklon (2-bosqich) va spiral saralagichdan chiqqan tozalangan xom ashyo flotatsiyaga yuboriladi, oqava suvlar esa tsiklga qaytariladi.

3. *Ruda minerallarining flotatsiyali ajratilishi.* Silvin zarrachalari yuzasini gidrofoblovchi – teruvchi (kollektorlar) sifatida va havo pufakchalariga ilashishi (yopishishi) ni ta'minlovchi modda sifatida kationaktiv (kationfaol) va noionogen (ionogen bo'lmagan) – apolyar yuqori molekulali ( $S_{10}$ - $S_{22}$ ) organik birikmalar – birlamchi alifatik aminlarning atsetatlari yoki xloridlari va parafinli, naftenli aromatik va geterotsiklik uglevodorodlar ishlatiladi. Kationaktiv (oktadetsilamin, fettamin va b.) va noionogen (neftni haydashda olinadi) tergichlar qo'shilganda silg'vinning yirik (3 mm gacha) fraktsiyalarini ham flotatsiyalash imkonini beradi.



Flokulyant sifatida noorganik (ishqoriy metallarning poli- va metafosfatlari va silikat kislotasining kolloid eritmaları) va organik moddalar (poliakrilamid, karboksimetiltseilyuloza, lignosulfonatlar, mochevina formaldegid smolasi va b.) ishlatiladi.

Silvinitni flotatsiyalash mahsus reagentlarsiz – ko'pik hosil qiluvchilarsiz ham amalga oshirilishi mumkin. KCl va NaCl ning to'yingan eritmalaridan havo o'tkazilsa (barbotaj usuli) o'zi ham ko'piklanish xossasiga ega. Lekin qo'shimcha ko'pikatgichlar (qayrag'och moyi, dioksan va piran qatori sirtlari va boshqalar) havo pufakchalarining dispersililigini oshiradi, tuproq ko'pik hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bu reagentlar fazalar (suyuq faza – havo vauyuq faza – mineral) chegarasida sorbtsiyalanib, mineral zarrachalarining sirtini gidrofoblaydi.

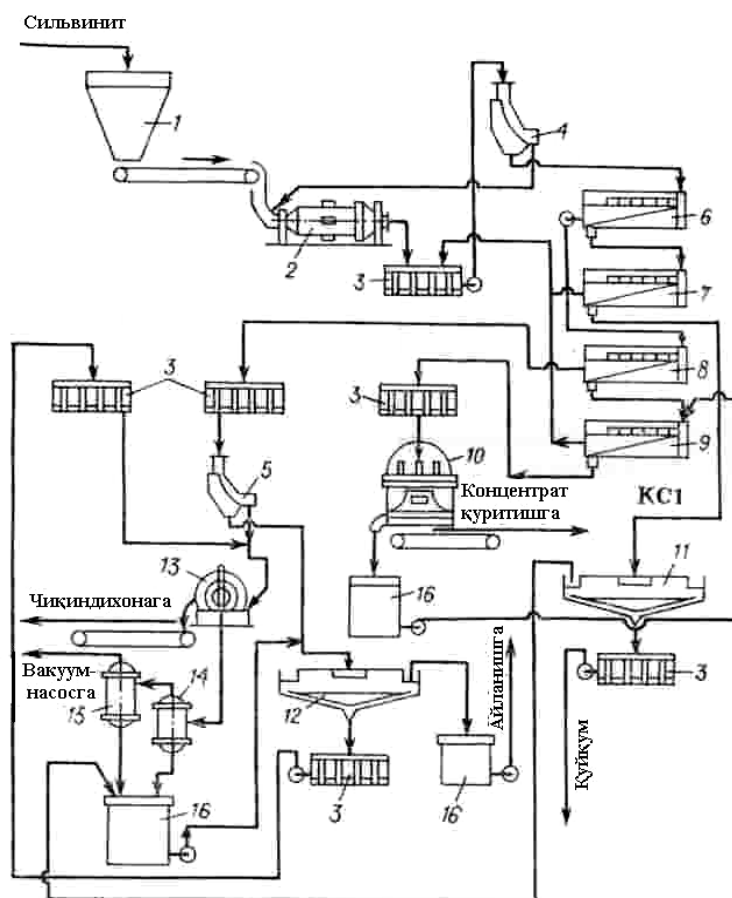


Kaliyli rudalar flotatsiyasining aniq texnologik sxemasi xom ashyoning mineralogik va donadorlik tarkibiga bog'liq holda bir-biridan keskin farq qiladi. Yirik donachali (3-4 mm gacha) mahsulot olinishini ta'minlovchi sxemalarning bir qator afzalliklari bor. Bu sxemalarda maydalash va donadorlash, yuvish va quyqumni saqlash xarajatlarini kamaytirish, quyqum miqdori va mahsulot namligini kamayishi hisobiga KCl ning ajratib olish darajasini oshirish, o'g'itning agrokimyoviy xossasini oshirish imkoniyatlari yaratiladi. Bunday jarayonlarda yirik (+0,8 mm) va mayda (-0,8 mm) fraktsiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiyalanishi amalga oshiriladi.

Yirik fraktsiyali flotatsiyalashda esa kontsentratsiya bir marta qayta tozalanadi va chiqindini nazoratli flotatsiyalash amalga oshiriladi. Kontsentratsiya vakuum-filtrda ajratib olinib, quritgichga yuboriladi.

4. *Suspenziyani quyultirish va filtrlash yo'li bilan ajratish (suvsizlantirish), nam kontsentratsiya tayyor mahsulotga qayta ishlash (quritish va mayda fraktsiyani donadorlash).*

Tarkibida quyqum ko'p bo'lmagan (3% gacha) rudalar uchun asosiy va qayta tozalash – flotatsiyalash texnologiyasi qo'llaniladi (4.4 – rasm). Bunda reagentlar sifatida FR-2 (uayt-spirtning oksidlanish mahsuloti) teruvchisi va poliakrilamid flokulyanti ishlatiladi. Quyqumning ko'piklanish mahsulotiga o'tish darajasi 80-90% ni tashkil etadi.



4.4 – rasm. Oldindan tuproqli quyqum flotatsiyalangan silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning flotatsiyali usuli sxemasi.

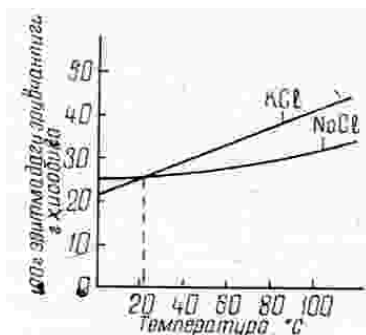
1 – bunker; 2 – tayoqchali tegirmon; 3 – aralashtirgich; 4,5 – do'g'ali elaklar; 6,7,8,9 – quyqumni flotatsiyalash va qayta tozalash, sil'vinni asosiy flotatsiyalash, KCl kontsentratsiya qayta tozalashga muvofiq keluvchi flotatsiya mashinalari; 10 – tsentrifuga; 11 – quyqumni quyuqlashtirgich; 12 – galit chiqindilarini quyultirgich; 13 – galit chiqindisi uchun vakuum-filtr; 14 – vakuum-yig'gich; 15 – resiver; 16 – aylanma eritma yig'gichi.

Kamerali mahsulot (silvin va galit zarrachalari) silvin flotatsiyasi tsikliga yuboriladi. Qayta tozalash flotatsiyasidan o'tgandan so'ng tuproqli quyqum quyultiriladi va yuviladi. Biroq flotatsiyalanishda hosil bo'ladigan ko'pik parchalanib bu jarayonga xalaqit beradi va ma'lum miqdordagi kaliy xloridning suyuq faza bilan chiqib ketib qolishiga (yo'qotilishiga) sabab bo'ladi. Bunda kaliy xloridning yo'qotilishini kamaytirish uchun tashlanadigan galit suspenziyasini 60-70°C xaroratgacha qizdirilsa, KCl eriydi. So'ngra chiqindi ajratilib, chiqarib tashlanadi. Eritma esa vakuum-kristallizatorida sovutilib, KCl kristallari ajratib olinadi.

Bu usul yuqori sifatli rudalarni qayta ishlashga mo'ljallangandir. Agar rudada quyqum miqdori ko'p bo'lsa, suspenziya qovushqoqligi ortadi, natijada esa flotoreagent miqdori ko'p sarf bo'ladi, quyqumni yuvilish darajasi pasayadi va KCl ajratib olish darajasi ham kamayadi. Bunday holda flotatsiyali boyitish KCl ning galurgik ajratilishi bilan birga kombinatsiyalanadi. Bulardan tashqari gravitatsiyali boyitish usullari ham mavjuddir.

**Eritish va alohida kristallantirish usuli bilan kaliy xlorid olish. Silvinitni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari.** Silvinit tarkibidagi kaliy xlorid bilan natriy xloridni ajratish, ularni har xil xaroratdagi eruvchanligiga asoslangan. 0°C a 100°C intervalda natriy xloridning amaliy eruvchanligi xaroratga deyarli bog'liq emas. Kaliy xloridning eruvchanligi esa xarorat ortishi bilan sezilarli darajada ortadi. 26°C da KCl bilan NaCl ning eruvchanlik egri chizig'i o'zaro to'qnashadi (4.5 - rasm), ya'ni bu xaroratda ikkala tuz ham bir xil eruvchanlikka ega bo'ladi. 26°C dan pastda KCl ning eruvchanligi NaCl ning eruvchanligidan kam, 26°C dan yuqori xaroratda esa aksincha bo'ladi. Shunday qilib, kaliy xlorid va natriy xlorid tuzlarining aralashmasi 100°C atrofida eritilganda, eritmadagi kaliy xloridning miqdori NaCl miqdoriga qaraganda deyarli ikki barobar ortiq bo'ladi. Bunday to'yingan eritma (100°C da to'yingan) sovutilganda faqat kaliy xlorid kristallarigina cho'kmaga tushadi.

Sovutilgan eritmada kaliy xlorid kristallari ajratib olingandan so'ng eritma yana 100°C gacha kizdirilganda, eritma KCl ga to'yinmagan, NaCl ga esa to'yingan bo'ladi. Bunday eritmaga yana sil'vinit qo'shib ishlov berilsa, faqat KCl eritmaga o'tadi. Sil'vinitga shunday yo'l bilan ishlov berilib, KCl ni ajratib olish – ishqorlash usuli deb ataladi.



4.5 – rasm. KCl va NaCl ning suvda eruvchanligining xaroratga bog'liqligi.

Sil'vinit rudasini qayta ishlash printsipl sxemasida quyidagi asosiy bosqichlar amalga oshiriladi:

- 1) maydalangan sil'vinitni KCl ning kristallanishidan qolgan eritma bilan ishlanadi; bunda sil'vinitdan eritmaga KCl o'tadi, NaCl esa deyarli to'la chiqindida qoladi;

- 2) issiq shelokni cho'kindidan ajratish va qattiq moddalar (tuzli quyqum va b.) dan tindirish; chiqindini va tuproqli quyqumni yuvish;
- 3) shelokni vakuumli sovutish – KCl ni kristallantirish;
- 4) KCl kristallarini eritmadan ajratib olish va quritish;
- 5) Eritmani qizdirish va tsiklga qaytarish.

Amalda asosan ushbu texnologiya qo'llaniladi. Bu usul murakkab tarkibli (ko'p miqdordagi tuproq va magniyli minerallar bo'lganida ham) rudalardan kaliy xloridni ajratib olishda ham qo'l keladi.

Ko'rsatib o'tilgan jarayon amalda biroz o'zgacharoq kechadi. Issiq shelok tarkibi evtonikadan biroz farqlanadi. Uning kaliy xlorid bilan to'yinish darajasi usullarning xususiyatlariga bog'liq ravishda 90-96% ni tashkil etadi. Bunda 96% gacha to'yingan shelokdan 99,3% KCl li tuz, 90,6% gacha to'yingan shelokdan esa 94,3% li KCl olinadi. U biroz NaCl qo'shimchasi bilan ifloslanadi.

Shelokni 100°C dan 20°C gacha tsirkulyatsiyali vakuumli-sovutilishi natijasida nazariy jihatdan 12% suv bug'lanadi va sifatli KCl ajratib olinadi. Bunda kristallar o'lchami 0,15 mm dan 2-3 mm gacha bo'ladi.

Tsentrifugadan chiqqan eritma esa trubkali isitgichlar (6) da 107-112°C xaroratga qadar kizdirilib, yana apparat (1) ga – yangi solingan silvinitni ishqorlashga beriladi. Bu usul bilan silvinit tarkibidagi kaliy xloridning 90% qismi ajratib olinadi. Filtr (2) da qolgan cho'kmaning 91% qismi NaCl dan va 1,7% qismi esa KCl dan iborat bo'lib, bu ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi; ba'zida u tuz eritmalari, sodali mahsulotlar va shu kabilar olishda ishlatiladi.

1 tonna kaliy xlorid (95% KCl) olish uchun 5 t atrofida silvinit (22% KCl), 1,6 Mj bug', 90 Mj elektroenergiya, 9 m<sup>3</sup> suv, 15 kg shartli yoqilg'i (barabanli quritgichda), 180 g birlamchi aminlar, 12 g poliakrilamid sarf bo'ladi.

1 tonna mahsulot bilan birgalikda, tarkibida: 91-95% NaCl, 1,2-3,5% KCl, 0,2% gacha MgCl<sub>2</sub> 0,6-2% CaSO<sub>4</sub> va 4% gacha erimaydigan qoldiq bo'lgan 2,5-3,5 tonna chiqindi (galit), 0,5 t tuproq va tuzli quyqum hosil bo'ladi.

## KALIY SUL'FAT ISHLAB CHIQARISH

### Reja:

1. Polimineral rudalarni qayta ishlash
2. Rudalarni qayta ishlashning boshqa usullari
3. Konversiya usulida kaliy sul'fat olish

**Kaliy sul'fat.** Kaliy sul'fat olish usullarini ikki guruhga bo'lish mumkin:

1 – usul. Bu usul polimineral kaliy sul'fatli rudalarni galurgik, flotatsiyali yoki kombinatsiyalangan sxemalarda qayta ishlashga asoslangan.

2 – usul. Bu usul natriy, magniy, ammoniy, kaltsiyning sul'fatli tuzlari, sul'fat kislota va boshqalar bilan kaliy xloridning konversiyalanishiga asoslangan.

Bundan tashqari ayrim kimyoviy jarayonlarda (masalan, alunitni qayta ishlashda) qo'shimcha mahsulot sifatida kaliy sul'fat hosil bo'ladi.

**Polimineral rudalarni qayta ishlash.** Dunyoda xlorid-sul'fatli turdagi eng yirik kaliyli ruda (zahirasi 2,5 mlrd.t) koni prikarpatiyada joylashgan.

Rudaning kimyoviy va mineral tarkibi murakkab bo'lganligi uchun uni qayta ishlash anchagina qiyin kechadi. Bunda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ||  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  sistemasida tuzlarning o'zaro eruvchanligi hisobga olinib, qayta ishlashni turlicha sxemalarda olib borilishi mumkin.

Sul'fatli sxema (4.1 – rasm) uch bosqichdan iborat: 1) rudani asosiy mahsulotlar – kaliy sul'fat va kalimagneziyaga qayta ishlash; 2) langbeynitli qoldiqni qayta ishlash va flotatsiyalash; 3) shyonit shelokidan kaliy tuzlarini ajratib olish.

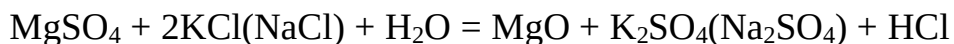
Rudani –5 mm gacha maydalangach (0,1 mm dan kichik zarrachalar 5% dan ko'p emas), oldindan 70-90°C xaroratgacha isitilgan – shyonit kristallantirilishidan so'ng hosil bo'ladigan natriy xloridga to'yingan eritma va quyqumni yuvishdan hosil bo'ladigan oqava bilan qayta ishlanadi. Bunda oson eriydigan (silvinitdan  $\text{KCl}$ , shyonitdan  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , karnallitdan  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , kainitdan  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , leonitdan  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  va b.) tuzlar eritmaga o'tadi. Qisman (10-30% yomon eriydigan (langbeynitdan  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$  va kazeritdan  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) tuzlar ham eritmaga o'tadi. Cho'kindida esa asosan galit  $\text{NaCl}$  va langbeynit, ozroq miqdorda kazerit, 'oligalit  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , angidrit  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar bo'ladi.



Flotatsiya yo'li bilan ajratib olingan langbeynit tarkibida ko'p miqdorda poligalit bo'ladi. Uni quritilgach, kaliy-magniyli o'g'it (17,5-19,5% K<sub>2</sub>O) sifatida ishlatiladi. Kontsentrlangan kaliyli o'g'it olish uchun langbeynit flotokontsentrati 90°C xaroratda suvda eritiladi, shelokni (undagi flotoreagentlarni bog'lash uchun) temir ku'rosi eritmasi bilan qayta ishlanadi, quyqumdan tindiriladi va shyonitni vakuum-kristallantirish uchun yuboriladi. Yana boshqa murakkabroq usulda – langbeynit sheloki 20°C gacha sovutiladi, kristallangan shyonit ajratib olinadi va asosiy shyonit oqimiga qo'shilib, kaliy sul'fat olish uchun suv bilan 'archalanish bosqichiga yuboriladi. 'oligalit esa chiqindi tarzida chiqadi.

**Rudalarni qayta ishlashning boshqa usullari.** Kaliyning polimineral rudalaridan gidrotermik usulda xlorsiz kaliyli o'g'it olinishi mumkin. Bunda ishqoriy metallar xloridlari sul'fatlarga konversiyalanadi.

Havo kislorodi, ayniqsa suv bug'i 800°C xaroratda konversiyalanishni tezlashtiradi. Magniy xlorid kislorod bilan ta'sirlashganda magniy oksid va xlor, suv bug'i bilan tahsirlashganda esa magniy oksid va vodorod xlorid hosil bo'ladi. Kainit yoki kaliy (natriy) xlorid va magniy sul'fat aralashmasi qizdirilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



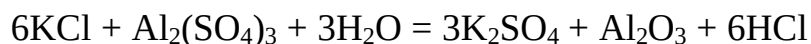
Bunda suv bug'i qanchalik ko'p berilsa, reaksiya shunchalik intensivlashadi. Chiqadigan gaz fazada vodorod xlorid, qoldiqda esa – magniy oksid va kaliy (natriy) sul'fat bo'ladi. Agar reaksiya aralashmasiga 20-25% SiO<sub>2</sub> (trepel), MgO va boshqalar qo'shilsa reaksiyaning kechishi osonlashadi. Bu holda massa sochiluvchan bo'lib, xaroratni 800-900°C gacha ko'tarish imkoniyati yaratiladi (suyuqlanmaydi). Bu esa bug' bilan massaning reaksiyaga kirishishini tezlashtiradi va shixtani tashishni osonlashtiradi. Bu xaroratda kaliy xloridni sul'fatga aylanish darajasi 90-95% ga yetadi. Bundan yuqori xaroratda esa KCl ning uchuvchanligi hisobiga uning yo'qotilishiga olib keladi. Magniy va natriy xloridlarning tre'tel ishtirokida uchuvchanligi sezilarli darajada emas va asosiy reaksiyani kechishi uchun noqulaylik keltirib chiqarmaydi.

Xuddi shunday jarayon, ammo nisbatan yuqori xaroratda magniy sul'fat o'rniga gips ishlatilishi orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu holda shixtaga trepel qo'shish CaO ni CaO\*mSiO<sub>2</sub> tarzida bog'lash uchun zarurdir.

Prikarpatiya rudasini gidrotermik ishlov berishdagi konversiya mahsuloti – tarkibida kaliy va natriy sul'fatlari bo'lgan suvda eriydigan qismdan va tarkibida trepel, magniy oksid va magniy silikat bo'lgan suvda erimaydigan qismdan iboratdir. Kuydirish mahsulotidagi eruvchi tuzlar – 100-106°C xaroratda, yuvuvchi suv bilan suyultirilgan qaytuvchi eritma bilan eritiladi. Hosil qilingan shelok vakuum-kristallizatorda bosqchli sovutiladi; 100-30°C xarorat oralig'ida glazerit 3K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>\*Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kristallanadi. Uni 20°C gacha sovutish natijasida mirabalit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>\*10N<sub>2</sub>O kristallantiriladi; mirabalit kristallanishidan qolgan eritma kuydirilgan rudani eritishga yuboriladi. Bu usul bo'yicha tayyor mahsulot sifatida glazerit va natriy sul'fat olinadi. Tarkibida 40% K<sub>2</sub>O bo'lgan glazerit to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ham yoki kaliy sul'fat olish uchun ham ishlatilishi mumkin.

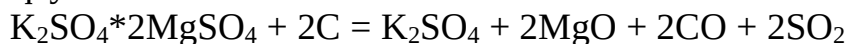
Shunday gidrotermik usulda alunit K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>\*Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>\*4Al(OH)<sub>3</sub> dan kaliy sul'fat olinishi mumkin. Alunitdan alyuminiy oksid olishda kaliy sul'fat qo'shimcha mahsulot hisoblanadi, ammo uning sifati ahlo darajada emas, chunki alunitdagi K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning nazariy miqdori 23% ga teng, alunitli jinsda esa yanada kam bo'ladi. Suv bug'i

ishtirokida 700°C xaroratda alunit va kaliy xlorid o'rtasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



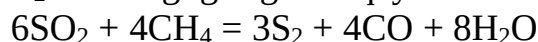
Bunda 1 t K<sub>2</sub>O ga 6,8 t 27% li HCl eritmasi to'g'ri keladigan qo'shimcha mahsulot hosil bo'ladi.

NaCl dan tozalab yuvilgan langbeynit tuzi ko'mir yoki koks bilan barabanli qorishtirgichda aralashtirilib (92% langbeynit va 8% ko'mir), 800-900°C xaroratda shaxtali pechda qayta ishlansa:



reaktsiyasi sodir bo'ladi.

Pechdagi massani tarkibida 95% metan bo'lgan tabiiy gaz bilan amalga oshiriladi. Bunda metan SO<sub>2</sub> ni oltingugurtgacha qaytaradi:

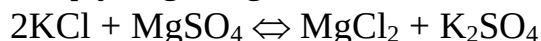


Qattiq fazadagi kaliy sul'fat suv bilan eritilib (100°C da), magniy oksidi filtrlashda ajratiladi. Filtrat tindirgichli-kristallizatorlarda sovutilib kaliy sul'fat kristali olinadi.

1 t langbeynit tuzidan 100 kg K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96%), 75 kg MgO (85%) va 20 kg oltingugurt olinadi.

poligalitni nitrat yoki fosfat kislotalar bilan parchalanib, murakkab o'g'itlar olish usullari ham yaratilgan.

**Konversiya usulida kaliy sul'fat olish.** Kaliy xlorid va magniy sul'fat (epsomit MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) larning o'zaro ta'sirlashuvidan kaliy sul'fat olishni ko'rib chiqamiz. Ularning o'zaro ta'sirlashuvi quyidagi tenglama bilan ifrdalanadi:



K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> || SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, (H<sub>2</sub>O) sistemasining (25°C dagi) izotermasi 4.14 – ramda ko'rsatilgan.

Jarayonni ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda shyonit kristallantiriladi. Shyonitning maksimal unumini ta'minlash uchun boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi S<sub>1</sub> nuqta shR chizig'ida yotishi kerak. Bu chiziq shyonit polyusi sh dan R nuqtaga qarab yuradi. Uning holati ishlangan (qaytarilgan) eritma tarkibiga to'g'ri keladi. U shyonit, silvin va kainit bilan to'yingan. Eritma R – shyonit sheloki – tsikldan chiqariladi, shyonit esa kaliy xlorid bilan suv eritmasi muhitida ishlanadi. Bunda kaliy sul'fat va eritma A hosil bo'ladi. Eritma A kaliy xlorid, kaliy sul'fat va shyonit bilan to'yingan. Bu eritma konversiyaning birinchi bosqichida to'la ishlatiladi va jarayon tutashadi. To'la yopiq tsiklni amalga oshirish uchun bir qism epsomitni 2-bosqichga yoki KCl (~1/3 qismini) birinchi bochqichga berish kerak.

Ion almashinish usuli bilan ham kaliy sul'fat olish mumkin. 90°C xaroratdagi magniy sul'fat eritmasi K<sup>+</sup>-kationitdan o'tkazilsa:



sodir bo'ladi. Eritma 10°C gacha sovutilganda K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kristallanadi.

Kationit regeneratsiyasi KCl ishtirokida amalga oshiriladi:



## 6 – MA'RUZA

### KALIY NITRAT ISHLAB CHIQRARISH

#### Reja:

1. Kaliy nitrat. Xossalari va olinish usullari.
2. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning Konversiyali usuli.
3. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning samarador usullari.

**Kaliy nitrat. Xossalari va olinish usullari.** Kaliy nitrat (Kaliyli selitra)  $\text{KNO}_3$  – Kristall rangsiz Kukun bo'lib,  $337^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi. Texnik mahsulot sarg'ish rangga ega. Suyuqlanish haroratidan yuqorida  $\text{KNO}_2$  va  $\text{O}_2$  ga parchalanadi.  $20^\circ\text{C}$  haroratda 100 g suvda 31,5 g,  $114^\circ\text{C}$  da esa – 312 g  $\text{KNO}_3$  eriydi.

Kaliy nitrat – tutunli (qora) porox ishlab chiqarishda, pirotexnikada, oziq-ovqat va shisha sanoatida ishlatiladi. U tarkibida ikkita ozuqa elementi – azot va Kaliy (nazariy tarkibi – 13,85% N va 46,5%  $\text{K}_2\text{O}$ ) bo'lgan ballastsiz (Keraksiz qo'shimchasi bo'lmagan) bebaho o'g'it hisoblanadi. Bu o'g'itning yana bir muhim xususiyati shundaki, u gigroskopikligi kam va fiziologik ishqoriydir. Ammo uni asosan sanoatda ishlatiladi, chunki Kaliy nitratdagi azot va Kaliyning narhi boshqa o'g'itlardagiga nisbatan qimmatdir.

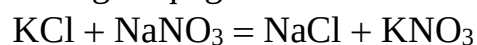
Sanoatda ishlatish uchun bir necha navlardagi Kaliy nitrat ishlab chiqariladi; ular tarkibida 99,9; 99,85 va 99,7% dan Kam bo'lmagan  $\text{KNO}_3$  va shunga muvofiq ravishda 0,08; 0,1 va 0,2% dan Kam bo'lmagan namlik bo'ladi. Shuningdek, ular tarkibidagi xloridli, karbonatli, nitritli va boshqa qo'shimchalar ham me'yorlanadi.

Kaliy nitrat oz bo'lsada turli biokimyoviy jarayonlar natijasida yuzaga keladigan tabiiy mineral tarzida ham uchraydi. Shulardan biri hind selitrasi hisoblanadi. Uning asosiy tarkibi kaliy nitratdan iboratdir.

Kaliy gidroksid yoki karbonatda nitrat kislotasini neytrallash yoki azot oksidlarini absorbtisyalash usuli bo'yicha kaliy nitrat olish ishqoriy reagentlarning etishmasligi va qimmatbaholigi sababli kam qo'llaniladi. Kaliy xlorid va natriy, ammoniy, kaltsiy nitratlardan kaliy nitrat olishning konversiyali usuli sanoatlarda keng tarqalgandir. Masalan,  $\text{KCl}$  va  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ishlatilganda jarayonni kation almashinuv usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda kationit davriy ravishda kaltsiy nitrat eritmasi bilan ( $\text{KNO}_3$  eritmasi olishda) va kaliy xlorid eritmasi bilan (Kationitning regeneratsiyasida) ishlov berib turiladi. So'ngra kaliy nitrat eritmasi bug'latiladi, sovutiladi,  $\text{KNO}_3$  kristallari tsentrifugada ajratiladi va quritiladi.

Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish ham o'ziga xos xususiyatga egadir.

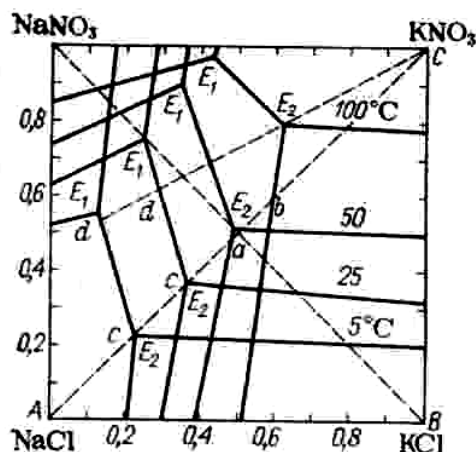
**Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli.** Quyidagi almashinish reaksiyasiga asoslangan usul keng tarqalgandir:



5, 25, 50 va  $100^\circ\text{C}$  haroratdagi  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$  suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 6.1 – rasmda tasvirlangan. Bundan ko'rinadiki, 5- $25^\circ\text{C}$  haroratdagi kaliy tuzlarining eruvchanligi natriy tuzlariga nisbatan kam;  $100^\circ\text{C}$  da, aksincha,  $\text{NaCl}$  ning kristallanlanish sohasi keskin ortadi. Agar  $100^\circ\text{C}$  da  $\text{KCl}$  va

$\text{NaNO}_3$  larning ekvimolyar aralashmasining eritmasi tayyorlansa, kvadrat diognallari kesishishiga to'g'ri keladigan  $a$  nuqta  $\text{NaCl}$  ning kristallanish sohasida yotadi. Bunday eritmada  $100^\circ\text{C}$  haroratda suv bug'latilganda, eritma to'yinishi natijasida  $\text{NaCl}$  kristallana boshlaydi va eritma tuzli massasining tarkibi  $ab$  chiziq bo'yicha o'zgaradi.

$b$  nuqtada eritma  $\text{KCl}$  ga ham to'yinadi. Agar xuddi shu paytda ajraladigan  $\text{NaCl}$  kristallari ajratilsa va so'ngra eritma, masalan  $5^\circ\text{C}$  ga sovutilsa, bunda  $b$  nuqta  $\text{KNO}_3$  ning kristallanish sohasida bo'lib qoladi. Eritma sovutilganda bu tuz ham cho'kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi  $bc$  chiziq bo'yicha o'zgaradi.



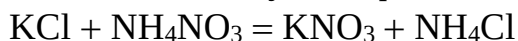
6.1 – rasm. 5, 25, 50 va  $100^\circ\text{C}$  haroratdagi  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$  suvli sistemasida eruvchanlik izotermasi.

Bunda  $a$  va  $b$  nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda ekvimolekulyar miqdordagi  $\text{KCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  tutgan eritmada suvni bug'latishda juda oz miqdordagi  $\text{NaCl}$  cho'kmaga tushadi va eritma tezda  $\text{KCl}$  bilan ham to'yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovutish  $\text{KNO}_3$  unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan  $\text{NaCl}$  miqdorini oshirish va  $\text{KNO}_3$  unumini oshirish uchun, diagrammadan ko'rinadiki, boshlang'ich eritmaga ortiqcha  $\text{NaNO}_3$  qo'shish lozimdir. Agar  $\text{NaCl}$  ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz –  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  va  $\text{KNO}_3$  bilan to'yinsa (yani uning tuzli massasi  $E_2$  nuqta bilan tasvirlangan) eng yuqori unumga erishiladi. Bunda hosil bo'lgan  $\text{NaCl}$  kristallarini ajratib olingandan so'ng, eritmani sovutilishi natijasida  $\text{KNO}_3$  ning kristallanishi eng uzun yo'l  $E_2d$  bo'yicha sodir bo'ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta'minlanadi.

$\text{KCl}$  va  $\text{NaNO}_3$  orasidagi almashinishni ta'minlashning eng samarador va tejamkor usuli bu – o'zgaras bosim va o'zgaruvchan haroratda sistemadan suvni bug'latish paytida  $\text{NaCl}$  ning kristallanishi sodir bo'ladigan tsiklik jarayonda amalga oshirish hisoblanadi. Bunday optimal tsiklning tartibi va hisobi izotermik va izobarik diagrammalar kesishuvi yordamida amalga oshirilishi mumkin.  $\text{KNO}_3$  kristallanishi  $50^\circ\text{C}$  da tugallanadigan optimal tsikl uchun misol 6.2 – rasmda ko'rsatilgan. Izotermik kesishuvda  $a$  nuqta – sovutish jarayonida  $ba$  kesimda  $\text{KNO}_3$  kristallanganidan so'ng qoladigan eritmani tavsiflaydi. Kristallanish boshlanishida eritmaning tuzli tarkibiga  $b$  nuqta muvofiq keladi. Kristallanishdan oldin unga shunday miqdordagi suv qo'shiladiki, u kristallanish oxirida faqat belgilangan haroratdagina ( $50^\circ\text{C}$ ) natriy xlorid bilan to'yinishi kerak.  $b$  eritma qaynayotgan  $c$  eritmada suvning bug'lanishi va

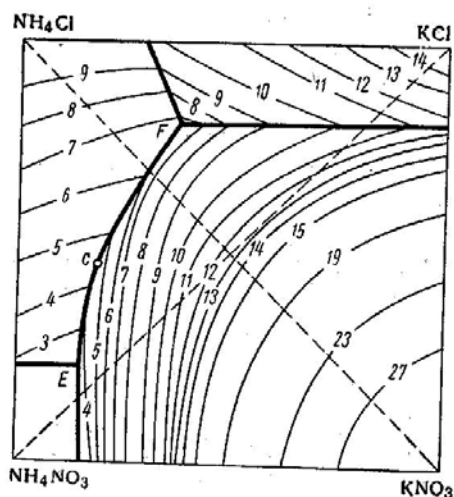
NaCl ning kristallanishi natijasida olinadi. Bug'latish uchun boshlang'ich eritma  $c$  – eritma  $a$  ning KCl va  $\text{NaNO}_3$  lar ekvimolyar aralashmasi bilan aralashtirilishidan olinadi.

**Kaliy nitrat ishlab chiqarishning samarador usullari.** Kaliyli selitra turli xil usullarda, shu jumladan almashinish reaksiyasi orqali olinadi:

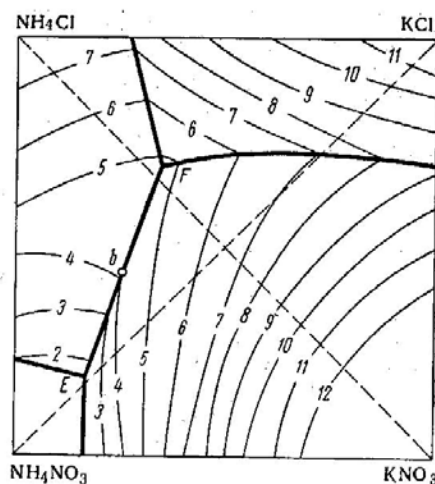


Bu jarayonning sodir bo'lish sharoitlariga bog'liq ravishda almashinish darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Buni hisoblash uchun odatda grafik usul qo'llaniladi.

6.2, 6.3, 6.4, 6.5 va 6.6 – rasmlarda KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistemasining 0; 20; 40; 60 va 100°C haroratlardagi izotermasi ifoda etilgan.



6.2 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi (0°C)

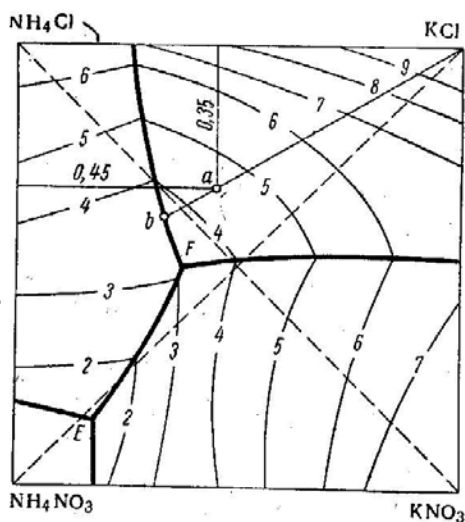


6.3 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi (20°C)

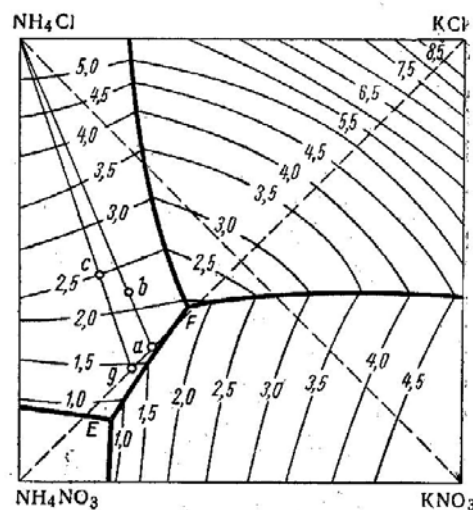
Izotermalarning har bir maydoni ionlar o'rtasidagi mumkin bo'lgan nisbatlarni o'z ichiga oladi va ular to'q rangdagi chiziqlar bilan ajratilgan bo'lib, to'rtta Kristallanish maydoniga bo'lingan.

Bunda har bir maydonda eritma faqatgina bita tuz cho'kmasi bilan muvozanatda bo'ladi. To'qroq chiziqlar bo'ylab eritma bir paytning o'zida ikkita tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ikkita nuqta F va E da esa uchta shunday chiziqlar uchrashadi va bunda eritma uchta tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ingichka chiziqlar esa bir xil miqdordagi suvga ega bo'lgan eritmalarga oid nuqtalarni birlashtiradi. Bu chiziqlar raqamlari to'yingan eritmada 1 mol tuzlar summasi (jami) ga qancha mol suv to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

Har bir tuzlar aralashmasi tarkibiga izotermada ma'lum nuqta to'g'ri keladi va izoterma kvadrati tomonlarigacha bo'lgan masofa bilan xarakterlanadi. Bu masofa kvadrat tomonlari uzunligi xissalari (o'lchamlari) bilan o'lchanadi va eritmada tuzlar aralashmasi bir moliga to'g'ri keladigan ayni (muvofiq) ionning gramm-ionlari sonlarini ifoda etadi. Masalan, 40°C haroratdagi izotermada (6.4-rasm) «a» nuqtasi belgilangan. Bu nuqta Kvadrat chap tomonidan 0,45 masofada KCl ning kristallanish maydonida joylashgan va shuning uchun unga 0,45 g-ion  $\text{K}^+$  va  $1 - 0,45 = 0,55$  g-ion  $\text{NH}_4^+$  muvofiq keladi. Shu bilan birga «a» nuqtasi kvadratning yuqori tomonidan 0,35 masofada joylashgan va shuning uchun unga eritmada 0,35 g-ion  $\text{NO}_3^-$  va 0,65 g-ion  $\text{Cl}^-$  to'g'ri keladi.



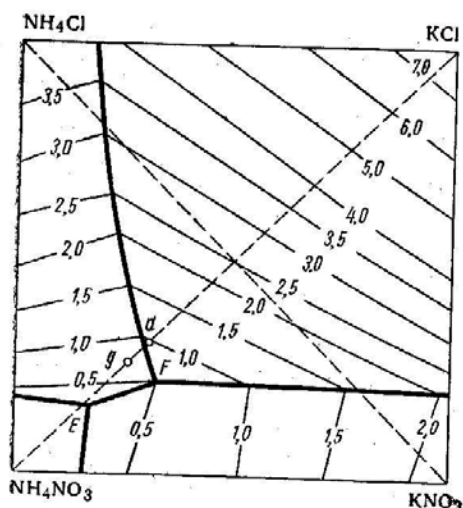
6.4 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $40^\circ\text{C}$ )



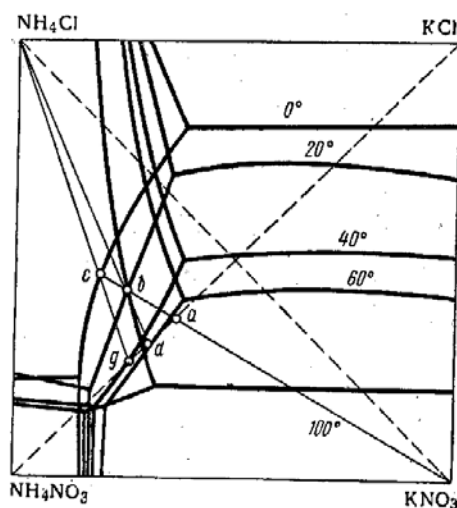
6.5 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $60^\circ\text{C}$ )

Eritmada «a» nuqtaga muvofiq bir mol tuzlar miqdoriga olti mol suv to'g'ri keladi deb faraz qilsak, bu holda eritma to'yinmagan bo'ladi. Chunki  $40^\circ\text{C}$  bo'yicha izotermada to'yingan eritmada 4,5 mol suv bo'lishi kerak edi. Bunday to'yinmagan eritmani izotermik bug'latishdan so'ng 1 mol tuzlar miqdoriga 4,5 mol suv to'g'ri kelgandagina qattiq faza paydo bo'ladi. Suvni yana bug'latish natijasida kaliy xlorid cho'kmaga tushadi va to'yingan eritma tarkibi «a» nuqtani izoterma kvadrati cho'qqisi bilan birlashtiruvchi chiziq bo'ylab o'zgaradi. Bu esa faqatgina toza holdagi kaliy xloridga muvofiq keladi (so'ngra bu cho'qqilar: KCl cho'qqisi,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  cho'qqisi va xokazo bilan belgilanadi).

Kaliy xlorid cho'kishi bilan kechadigan bug'lanish eritma tarkibi «b» nuqtaga muvofiq kelguncha davom etadi. Bungacha esa cho'kmada faqat KCl bo'ladi.



6.6 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema izotermasi ( $100^\circ\text{C}$ )



6.7 – rasm. KCl –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  –  $\text{KNO}_3$  –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sistema politermasi

Agar shu haroratda bug'lanish davom etsa, cho'kmaga birdaniga ikkita tuz: KCl va  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tushadi. Eritma tarkibi bu tuzlarning birgalikdagi kristallanish chizig'i bo'ylab «F» nuqtagacha o'zgarib boradi.

Suvni bug'lanishi davom ettirilsa, cho'kmaga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  va  $\text{KNO}_3$  lar tushadi va eritma tarkibi «FE» chizig'i bo'ylab o'zgaradi. «E» nuqtaga muvofiq keladigan tarkibdagi eritma ionlar nisbatlari o'zgarmagan holda quriguncha bug'latilishi mumkin.

6.7-rasmda yuqorida Keltirilgan sistemalar izotermasi masshtabida 0; 20; 40; 60 va  $100^\circ\text{C}$  haroratlardagi sistema politermasi ifodalangan.

**Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish.** Jihozlarning yuqori darajada korroziyalanishi va qo'shimcha mahsulotlar –  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NOCl}$  ni tutib qolish va ishlatilishidagi qiyinchiliklar sababli sanoatda kam qo'llaniladigan bu usulda kamyob ishqor va ko'p miqdordagi bug' talab etiladi.

Kaliy xloridning nitrat kislota yoki azot oksidlari bilan reaksiyasi quyidagi sxemalar bo'yicha boradi:



Nisbatan past haroratda ( $25-60^\circ\text{C}$ ) reaksiya (1) chapdan o'ngga boradi. Reaksiya (2) ning qaytarligi oson, past haroratda boshlanadi;  $100^\circ\text{C}$  haroratda muvozanat deyarli to'la  $\text{NOCl}$  va  $\text{Cl}_2$  tomonga siljiydi.

Nitrozil xlorid  $\text{NOCl}$  va xlorning xosil bo'lishi eritma konsentratsiyasi va haroratning ko'tarilishiga bog'liqdir. 30-40% li nitrat Kislota ishlatilganda va  $60^\circ\text{C}$  dan past haroratda azotning nitrozil xlorid tarzida yo'qotilishi unchalik ko'p bo'lmaydi va xlor eritmada  $\text{HCl}$  shaklida to'planadi. Eritma sovutilganda undagi  $\text{KNO}_3$  ning anchagina qismi ajralib chiqadi, qolgan eritma tsiklga qaytarilishi mumkin. Bunda undan vodorod xloridni haydalishi kerak. Haydalgan bug'ni xlorid kislota tarzida kondensatlanadi.

Reaksiya (1) bo'yicha  $\text{KNO}_3$  olishni organik erituvchilar – butil, izoamil spirtlari va boshqalar muhitida amalga oshirilishi ham mumkin, bunda organik erituvchilar regeneratsiyalab turiladi.

$\text{KCl}$  va nitrat kislotadan  $\text{NOCl}$  hosil qilinmagan holda ham  $\text{KNO}_3$  olish usullari yaratilgan. Masalan, nisbatan ( $100^\circ\text{C}$  dan) past haroratda suvli muhitda boradigan quyidagi reaksiya tenglama bilan ifodalanuvchi jarayondan foydalanish ta'klif etilgan:

$(\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{KCl}) + \text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + 2\text{KNO}_3$   
yoki  $300-700^\circ\text{C}$  haroratda Kaliy xloridni dastlab ortiqcha miqdordagi fosfat Kislota ( $\text{HCl}$  ni haydalishi) bilan parchalash, so'ngra fosfat kislotani jarayonga qaytarish orqali Kaliy fosfatni nitratga Konversiyalashni amalga oshirish mumkin:



## 7 – MA'RUZA

### TABIIY FOSFATLARNI SUL'FAT KISLOTALI PARCHALASH

**Reja:**

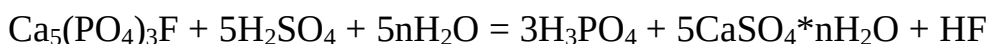
1. Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari
2. Superfosfat
3. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalash natijasida sul'fat kislota stexiometrik me'yoriga qarab mahsulot sifatida oddiy superfosfat va ekstraksion fosfat kislota (EFK) olinadi.

**Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari.** Tabiiy kaltsiy fosfatlarning kislotalar bilan parchalanishidan fosfat kislotasi va kaltsiyning tegishli tuzlari hosi bo'ladi. Kaltsiyli tuzlari suvda yaxshi eriydigan kislotalar (masalan, nitrat yoki xlorid kislota) ishlatilganda olingan eritmalarini o'g'itga aylantirish, o'simliklar tomonidan o'zlashmaydigan yoki qiyin o'zlashadigan fosfatli birikmalarga aylanishiga olib keladigan kimyoviy o'zgarishlarni oldini olish uchun kaltsiyning bir qismini ajratib olish yoki bog'lash orqali amalga oshiriladi. Bundan farqli o'laroq, fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashda ajraladigan suvda kam eruvchi kaltsiy sul'fat qattiq fazaga o'tadi; u o'g'it tarkibida ballast (keraksiz qo'shimcha) sifatida qatnashishi yoki eritmadan ajratib olinishi mumkin. Birinchi holatda oddiy superfosfat, ikkinchisida esa ekstraksion fosfat kislota olinadi.

Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislota bilan ishlov berilganda, forapatit:

- fosfat kislota olishda:

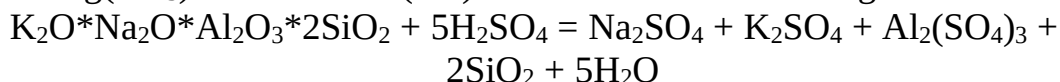
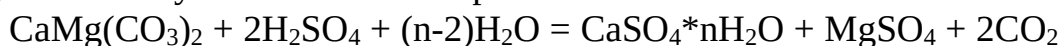


- superfosfat olishda:

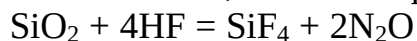


reaktsiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi.

Shu bilan bir vaqtda fosfatli xom ashyo tarkibidagi boshqa minerallar: kaltsit, dolomit, temir va alyumosilikatlar ham parchalanadi. Masalan:



Kremniy dioksid HF bilan tahsirlashib,  $\text{SiF}_4$  hosil qiladi:



$\text{SiF}_4$  ning bir qismi gazli fazaga o'tadi, qolgan qismi esa eritmada qoladigan geksaftorsilikat kislotaga aylanadi:



Tarkibida kislota eruvchan ko'p miqdordagi magniy, alyuminiy, temir birikmalari bo'lgan tabiiy fosfatlar sul'fat kislotali ishlov berish uchun yaroqsizdir. Ayniqsa temir tutgan qo'shimchali minerallar yaroqsiz hisoblanadi.

Hosil bo'ladigan temir fosfatlari barqaror to'yingan eritmalarga aylanib, ulardan asosan  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  shaklida kristallanish sekin kechadi. Buning oqibatida fosfat kislota olishda kaltsiy sul'fat cho'kmasi bilan birgalikda erimaydigan temir fosfati shaklida  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning bir qismi yo'qotilishi hisobiga uning unumi kamayadi; superfosfat olishda esa mahsulotdagi suvda eriydigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning miqdori kamayadi, chunki uning ma'lum ulushi o'simliklarga qiyin o'zlashadigan, tsitratli eritmada qisman eriydigan  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  shakliga o'tadi. Eritmadan qiyin eriydigan shaklga o'tish  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning

*retrogradatsiyasi* deyiladi. Shu boisdan sul'fat kislotali parchalashda tarkibida ko'p miqdorda temir tutgan fosforitlar ishlatilmaydi.

Rudalarni oldindan oksidlovchilik atmosferasida 850-1150°C xaroratda qizdirish Fe(II) birikmalari – gyotet  $\text{FeO}(\text{OH})$ , gidrogyotet  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$  larning kislotalarda qiyin eriydigan gematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  va boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Lekin, xattoki uzoq vaqt qizdirish ham bu qo'shimchalarning tayyor mahsulot sifatiga va ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlariga salbiy tahsirini to'la bartaraf eta olmaydi. Shuning uchun sul'fat kislotali parchalash jarayonida, odatda, tarkibidagi  $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5$  og'irlik nisbati 0,08 dan katta bo'lmagan ruda va konsentratlar qo'llaniladi; bunda  $\text{P}_2\text{O}_5$  retrogradatsiyasi sezilarsiz darajada bo'ladi.

Fosfatli rudalardagi karbonatlar – kaltsit, dolomit qo'shimchalari ularning parchalanishi uchun qo'shimcha miqdordagi sul'fat kislota sarflanishiga,  $\text{SO}_2$  ajralishi hisobiga reaksiya jihozlarda ko'p miqdordagi ko'pik hosil bo'lishiga, buning natijasida esa ular ish unumining pasayishiga olib keladi. Kaltsit va dolomitning parchalanishi natijasida superfosfatdagi u siz ham unchalik katta bo'lmagan  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyasini kamaytiruvchi yoki fosfat kislota olishdagi tashlandiq gips miqdorining oshiruvchi qo'shimcha miqdordagi kaltsiy sul'fat hosil bo'ladi.

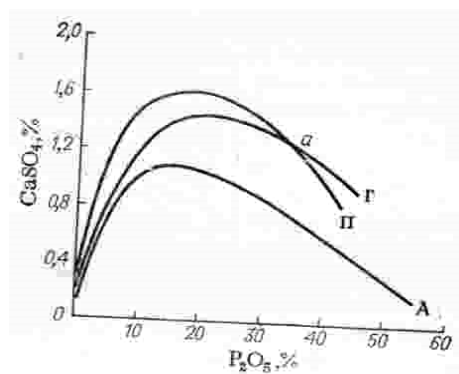
Rudani kuydirish natijasida karbonatlar parchalanadi va  $\text{SO}_2$  yo'qotiladi. Shuning uchun kuydirilgan ruda ishlatilganda ko'piklanishning oldi olinadi. Ko'piklanishni birdaniga kamaytirishning boshqacha usuli, bu reaktorga uzatiluvchi rudalarni tashish moslamalari (shnek yoki lentali transportyor) da uncha ko'p miqdorda bo'lmagan sul'fat yoki fosfat kislotalar bilan namlash hisoblanadi. Bunda karbonatlarning asosiy qismi parchalanib bo'ladi.

Rudalarni kislotali parchalanishida uning tarkibidagi magniy birikmalari xom ashyoni yuqori parchalanish darajasiga erishishda to'sqinlik qiluvchi va olinadigan mahsulot sifatini yomonlashtiruvchi suvda eruvchan magniy sul'fat va fosfatlariga aylanadi. Shuning uchun tarkibida ko'p miqdorda magniy tutgan xom ashyodan uni kimyoviy boyitish orqali yo'qotish lozimdir.

Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalash jarayonining texnologik parametrlarini tanlash uchun  $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasining xossasi asos hisoblanadi. Bunda kaltsiy sul'fat uch xil: bitta suvsiz (angidrit  $\text{CaSO}_4$ ) va ikkita kristallogidrat [yarimgidrat (polugidrat) yoki bassanit  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  va digidrat yoki gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ] shaklida mavjud bo'lishi mumkin. Ko'rsatilgan shakllar kristallanishining xaroratli va konsentratsiyali sohalar – fosfat kislotadagi ularning eruvchanlik nisbatlari yoki eritma ustidagi suvning bug' bosimi va gipsning yarimgidratga yoki angidridga va yarimgidratning angidritga aylanishidagi qaytar reaksiyalar dissotsiatsiya bosimining nisbati orqali aniqlanadi.

Misol sifatida kaltsiy sul'fatning 80°C dagi eruvchanlik izotermasi 7.1 – rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, eritmada fosfat kislotaning miqdori ortib borishi bilan uchta modifikatsiyaning barchasini eruvchanligi dastlab ortib boradi, 16-22%  $\text{P}_2\text{O}_5$  da maksimumga erishadi va so'ngra pasayadi. 80°C da angidrit minimal eruvchanlikka ega bo'ladi, uning o'zi, shuning uchun qattiq faza bilan muvozanatga sabab bo'ladi. 33,3% dan kam  $\text{P}_2\text{O}_5$  tutgan eritmalarda metastabil gips (metastabil kristallogidratlar izotermalari kesishgan a nuqtada) bevosita angidritga aylanadi; nisbatan yuqori konsentratsiyali eritmalarda dastlab gipsning kam eriydigan yarimgidratga konversiyasi sodir bo'ladi, shundan keyin yarimgidrat angidritgacha

degidratlanadi. Bu o'zgarishlar stabiligi kam fazaning asta-sekin erishi va shu bilan bir paytda eritmadan stabiligi yuqori fazaning kristillinishi yo'li bilan sodir bo'ladi.

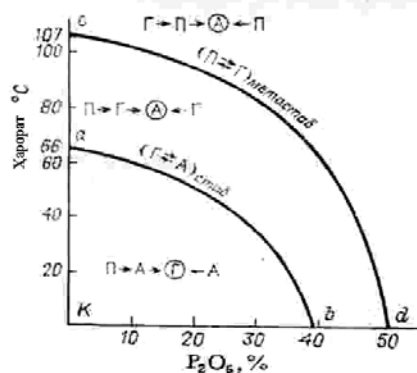


7.1 – rasm. 80°C da fosfat kislotada kaltsiy sul'fatning eruvchanlik izotermasi:

A – angidrit; P – yarimgidrat; G – gips.

7.1 – rasmda  $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida kaltsiy sul'fatning fazali o'zgarish yo'nalishi va tartibini ifodalovchi politermik diagramma keltirilgan. Sistemadagi stabil qattiq faza gips (pastdagi ab egri chiziq) va angidrit (yuqoridagi cd egri chiziq) hisoblanadi. sd egri chiziqdan yuqorida joylashgan sohada sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblangan yarimgidratning katta qismi angidritga o'tadi; Bu o'zgarish 80°C da tarkibida 33,3% dan ko'p  $\text{P}_2\text{O}_5$  tutgan eritmalarda sekinlik bilan (sutka va oylarda) sodir bo'ladi. Xuddi shunday sharoitda gipsning yarimgidratgacha degidratatsiyasi ancha tez (soat va minutlarda) tugaydi.

sd va ab egri chiziqlar orasidagi sohada ham xuddi shunday stabil faza angidrit hisoblanadi, ammo bu yerda plugidrat angidritga to'g'ridan-to'g'ri aylanmaydi, dastlab gipsgacha to'la aylanadi. sd egri chiziq – turli xaroratda bunday metastabil fazalarning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Shunga o'xshash, ab egri chiziqni ham turli xaroratda stabil gips va angidritning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Osvald qoidasiga binoan ab egri chiziqdan pastdagi sohada stabil faza bo'lgan gips  $\text{P}-\text{A}-\text{G}$  o'zgarish bo'yicha gipsga aylanishi kerak. Vaholanki, amaliyotda bu sohada angidritning hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Buni fazalarning o'zgarish kinetikasi, masalan keltirilgan xarorat va  $\text{P}_2\text{O}_5$  kontsentratsiyasi sohasida  $\text{A} \rightarrow \text{G}$  o'zgarishning  $\text{P} \rightarrow \text{A}$  o'zgarishga nisbatan juda katta tezlik bilan sodir bo'lishi orqali izohlanishi mumkin. Boshqa sharoitda A ning o'zgarish tezligi kichik bo'lishi mumkin. Fazalarning o'zaro bir-biriga aylanish tezligi va yo'nalishiga sistemadagi begona qo'shimchalar ionlari ham tahsir etishi mumkin.



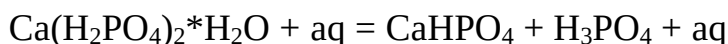


7.2 – rasm. Fosfat kislota eritmalarida kaltsiy sul’fat kristallogidratlarining bir-biriga aylanish tasviri:

A –  $\text{CaSO}_4$ ; P –  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ; G –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

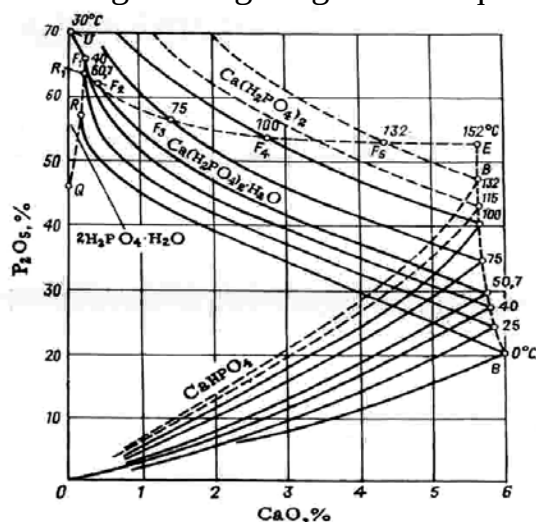
Shunday qilib, tabiiy fosfatlarni sul’fat kislotali parchalashning xarorat va konsentratsiya sharoitlarini tanlashda kaltsiy sul’fat modifikatsiyalarining hosil bo’lishi va bir-biriga aylanishining o’ziga xosligini e’tiborga olgan holda amalga oshirish lozim. Bu ayniqsa ekstraksion fosfat kislota texnologiyasida muhim ahamiyatga egadir.

**Monokaltsiyfosfat suv bilan ta’sirlashib, erkin fosfat kislota va dikaltsiyfosfatga parchalanadi:**



Parchalanish darajasi tuz va suvning nisbiy miqdoriga bog’liqdir. SHuning uchun monokaltsiyfosfatning eruvchanligi haqida faqatgina shartli fikr yuritish mumkin. Ayni haroratdagi eritmaga ma’lum miqdordagi tuzni o’tkazish uchun talab etiladigan suvning faqat shunday miqdorigina doimiy hisoblanadi.

7.3 – rasmda turli xil xaroratlardagi  $\text{CaO} - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida eruvchanlik izotermasi tasvirlangan. Eritmadagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyasi ortishi bilan monokaltsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig’idagi  $\text{CaO}$  miqdori kamayadi, dikaltsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig’idagi  $\text{CaO}$  miqdori esa ortadi.



7.3 – rasm.  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida.

Ikki tuz bilan to’yintirilgan eritmalarining tarkibi (monovariantli muvozanat):

V – 25-132°C da:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4$ ,

0°C da:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;

F<sub>1</sub> – F<sub>2</sub> – 40-132°C da:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;

R va R<sub>1</sub> – 0 va 25°C da:  $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Uchta komponent bilan to’yintirilgan eritmalarining tarkibi (invariantli muvozanat):

U – 30°C da:  $\text{H}_3\text{RO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;

E – 152°C da:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaHPO}_4$ ;

Q – 100°C da:  $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{muz}$ .

**Superfosfat.** Superfosfatni nisbatan yuqori konsentratsiyali qo'shaloq superfosfatdan farqlash maqsadida oddiy superfosfat deb ham ataladi. Tabiiy fosfatlar (apatit konsentratini yoki fosforit uni) ni sul'fat kislotasi bilan parchalash orqali superfosfat olinadi. Sul'fat kislotasi miqdori tabiiy fosfatdagi kaltsiyni to'la bog'lashga ketadigan miqdorga nisbatan shunday hisobda kam olinadiki, buning natijasida quyidagi tenglama bo'yicha monokaltsiyfosfat va kaltsiy sul'fatning aralashmasi hosil bo'ladi:



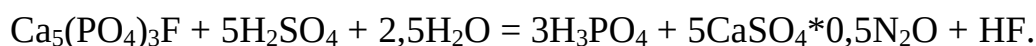
Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xom ashyo va sul'fat kislotaning aralashtirilishidan dastlab suspenziya hosil bo'ladi, unda kimyoviy reaksiyalar va kristallanish jarayonining sodir bo'lishi tufayli u asta-sekin quyiladi va yaxlit massa holatida qotadi. Uning maydalanishidan hosil qilingan superfosfat – kul rang kukun yoki donador mahsulotdir. U bir necha qattiq faza va ularga shimilgan suyuq fazadan iboratdir. Qattiq fazada kaltsiy (asosan monokaltsiyfosfat), magniy, temir, alyuminiy fosfatlari,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$  qo'shimchasi bilan  $\text{CaSO}_4$  (apatit konsentratini qayta ishlashda esa shuningdek  $\text{CdSO}_4$ ), boshlang'ich fosfat tarkibiga kiruvchi parchalanmagan mineral qoldiqlari, kremnegelg'  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar bo'ladi. Qattiq fazaning miqdori 65-72% ni, shu jumladan 50-55%  $\text{CaSO}_4$  (va  $\text{CdSO}_4$ ) ni tashkil etadi. Suyuq faza esa monokaltsiyfosfatga to'yingan va tarkibida  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$  va boshqa ionlar bo'lgan fosfat kislotaning suvli eritmasidan iboratdir.

Superfosfat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalar: apatit konsentratini yoki fosforit unini sul'fat kislotasi bilan qorishtirish va hosil qilingan suspenziyani kameralarda pishitish (etiltirish) dan iboratdir. Uning batamom pishitilishi kimyoviy tseklarda mahsulotni saqlashda to'la amalga oshadi. Xom ashyolar aralashtirgichlaridan va superfosfat kamerasidan chiqadigan ftorli gazlar – ftor tutgan boshqa mahsulotlarga aylantiriladi.

Kukunsimon superfosfat gigroskopikdir va suyuq fazadan monokaltsiyfosfatning kristallanishi natijasida kuchli yopishqoq bo'lib qoladi. Sovutilgan va yetarli darajada pishirilgan superfosfatda kristallanish tugallanganligi uchun yepishqoqligi kam bo'ladi. Neytrallangan va donadorlangan superfosfat deyarli yopishib qolmaydi.

Hozirgi paytda konsentrlangan fosforli va murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish juda tez suratlarda rivojlanayotganligi sababli mineral o'g'itlarning dunyodagi assortimentida oddiy superfosfatning nisbiy ulushi kamayib bormoqda.

**Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari.** Fosfatning parchalanishi. Superfosfat olishda ftorapatitning parchalanishi ikki bosqichda sodir bo'ladi. Avval erkin fosfat kislotasi hosil bo'ladi:



Bu reaksiya 20-40 minut davomida kamerada superfosfat massasining pishirilishi davrida tugaydi. Kaltsiy sul'fat yarimgidrat shaklida cho'kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiya massa xaroratining yuqoriligi (110-120°C) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining ohirida 42-46%)  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdorining ko'pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kaltsiy sul'fatning stabil shakli angidrit hisoblanadi.

Sul'fat kislotasi to'la sarflangandan so'ng ikkinchi bosqich jarayoni - qolgan apatitning to'plangan fosfat kislotasi bilan reaksiyasi boshlanadi:



Hosil bo'lgan monokaltsiyfosfat dastlab eritmada bo'ladi, uning to'yinishidan kristallanishi boshlanadi.  $\text{CaO} - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasidagi muvozanat diagrammasidan ko'rinadiki (5.15 – rasm), eritmadagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  miqdori 42-46% va xarorat  $100^\circ\text{C}$  dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo'lganda monokaltsiyfosfat  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  kristallanadi.

Stexiometrik nisbatdagi komponentlarning ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'ladigan quyidagi:



tenglama bo'yicha boradigan reaksiyaning birinchi bosqich jarayonida 70%, ikkinchi bosqichda esa 30% apatit ta'sirlashadi. Birinchi bosqichda ko'p miqdordagi suyuq fazaga to'lgan to'r tuzilishli mikrokristallardan iborat kaltsiy sul'fat hosil bo'ladi. Reaktsion massaning qotishi sul'fat kislota to'la sarflanguncha sodir bo'ladi, uning ishtirokida monokaltsiyfosfatning hosil bo'lishi mumkin emas; shu boisdan massa qotishining sababini faqatgina kaltsiy sul'fatning kristallanishiga bog'lash mumkin. Ikkinchi bosqich kamerali yetiltirish davrida boshlanadi va omborda mahsulotni uzoq vaqt (xom ashyo naviga, ishlab chiqarish tartibiga va pishitish sharoitiga bog'liq holda 6-25 sutka) pishitishda yakunlanadi.

**Sul'fat kislotaning me'yori.** Fosfatni parchalashga sarflanadigan sul'fat kislotaning stexiometrik me'yori  $7\text{H}_2\text{SO}_4:3\text{P}_2\text{O}_5$  nisbat orqali aniqlanadi va u 1 qism  $\text{P}_2\text{O}_5$  ga 1,61 qism  $\text{H}_2\text{SO}_4$  to'g'ri keladigan miqdorga teng (bu yerda va keyinchalik ham massa nisbatida bo'ladi). Apatit kontsentratsiyasida 39,4%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'lsa, 100 qism xom ashyoga to'g'ri keladigan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ning stexiometrik me'yori  $39,4 \times 1,61 = 63,4$  qismni tashkil qiladi. Parchalanishni tezlashtirish maqsadida va begona qo'shimchalar borligini hisobga olgan holda kislotaning amaliy me'yori nisbatan yuqori – 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sul'fat kislotaning stexiometrik me'yorini hisoblash – xom ashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini hamda reaksiyon muhit kislotaliligining kamayish darajasi bo'yicha uning parchalanish jarayonida sodir bo'ladigan ikkilamchi reaksiyalarni ham e'tiborga olingan holda amalga oshiriladi. Ajralib chiqadigan kislotalar ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ , HF) ham boshlang'ich xom ashyo komponentlarini parchalaydi. Boshlang'ich xom ashyo tarkibidagi kaltsiyning bir qismigina monofosfatga aylanadi, qolgan asosiy qismi esa sul'fat kislota sarflanishi hisobiga kaltsiy sul'fatga aylanadi. Fosfatli anionlarning bir qismi kationli qo'shimchalar –  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  bilan birikadi, natijada monofosfatga aylanadigan kaltsiyning ma'lum ulushini kamayishiga, ya'ni hosil bo'ladigan  $\text{CaSO}_4$  miqdorining ortishiga olib keladi; bu esa sarflanadigan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  me'yorini orttirishni talab etadi.

Fosforitda kaltsiydan tashqari erimaydigan sul'fatlar hosil qiluvchi boshqa elementlar yo'q bo'lganda, sul'fat kislotaning stexiometrik me'yori (n) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$n = 98[l/56 - (m/142 - p/40 - q/160 - r/102)].$$

Bu yerda: l, m, p, q, r – xom ashyo tarkibidagi (mos holda)  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  va  $\text{Al}_2\text{O}_3$  larning massa bo'yicha % miqdorlari; 56, 142, 40, 160 va 102 – tegishli ularning molekulyar massalari.

Sul'fat kislotaning aniq (real) me'yori uning hisoblangan me'yoridan birmuncha kichik bo'ladi, chunki  $\text{SiF}_6^{2-}$  ionining bir qismi  $\text{F}^-$   $\text{SiF}_6^{2-}$  ionlari bilan ham birikadi. Boshqa qo'shimchalar esa uning miqdorini oshirishi mumkin. Shuning uchun har bir

turdagi xom ashyo uchun sul'fat kislotaning amaliy me'yori tajriba yo'li bilan belgilanadi.

Apatitni davriy sharoitda 63%  $H_2SO_4$  dan yuqori kontsentratsiyali sul'fat kislota eritmasi bilan parchalanganda kal'tsiy sul'fatning yarimgidrat va angdrit shaklining uzunligi 5-7 va eni 1-2 mkm bo'lgan mayda ignasimon kristallari hosil bo'ladi. Ignasimon kristallar fosfat donachalari sirtida qalin quyqali parda hosil qiladi. Bu esa reaksiyani to'xtatadi, natijada superfosfat massasi yomon qorishadi, undagi suyuq faza qattiq zarracha sirtida qoladi va fizik xossasi yomon bo'lgan – sochiluvchanligi kam ho'l «ifloslangan» mahsulot olinadi. Parchalanish jarayonini 63%  $H_2SO_4$  dan quyi kontsentratsiyali sul'fat kislota eritmasi bilan o'tkazilganda esa kaltsiy sul'fatning nisbatan yirik (10-15 mkm) kristallari hosil bo'ladi. Ular fosfat sirtida unga kislotaning diffuziyalanishini kam darajada qiyinlashtiradigan yoriqli g'ovak qobiq hosil qiladi; shuning uchun reaksiya tezroq ketadi va quruq sochiluvchan mahsulot olinadi.

Boshlang'ich sul'fat kislotaning kontsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, mahsulotning namligi ham shunchalik kam bo'ladi va undagi  $P_2O_5$  miqdori ortadi. Lekin, sul'fat kislota kontsentratsiyasining yetarli darajadan yuqori bo'lishi yuqorida izohlangan holatni keltirib chiqaradi. Shunday qilib, kislota kontsentratsiyasining optimal doirasi bo'lib, uning chegarasi xarorat va aralashtirish sharoitiga bog'liqdir. Optimal kontsentratsiya, xarorat va sul'fat kislota me'yori fosfat xom ashyosining xar bir navi uchun tajriba sharoitidan kelib chiqib aniqlanadi.

Ishlab chiqarish jarayonida reagentlarning uzluksiz aralashtirishda qisman ta'sirlashgan reaksiyon aralashma – suspenziya (bo'tqa) kiritiladi, bunda 50-60 °C xaroratdagi 68-69% li sul'fat kislota ishlatiladi. Bu holda suyuq fazada sul'fat va fosfat kislotalarning ma'lum nisbati o'rnatiladi, kaltsiy sul'fatning kristallanishi yaxshilanadi va qorishuvchi (qotuvchi) massa g'ovak holatda hosil bo'ladi.

Suspeziyaning oquvchanligini yo'qotishi va qotib qolishini oldini olish maqsadida uning aralashtirgichda bo'lish vaqti qisqa muddatli bo'ladi, ammo bu vaqtda xom ashyoning parchalanish darajasi belgilangan darajaga yetib borishi kerak. Boshlang'ich sul'fat kislota kontsentratsiyasi kanchalik katta bo'lsa, aralashtirgichdan chiqadigan suspeziyadagi apatitning parchalanish darajasi shunchalik yuqori darajada ushlab turiladi va fosfat zarrachalari sirtiga suyuqlik o'tkazmaydigan kaltsiy sul'fat qobig'ining hosil bo'lmasligi uchun  $H_2SO_4:H_3PO_4$  nisbat ham shunchalik kichik darajada bo'lishi kerak. Agar boshlang'ich sul'fat kislota kontsentratsiyasi 68% li bo'lsa, optimal sharoit uchun aralashtirgichda suspenziyaning bo'lish vaqti 5-7 min, uning aralashtirgichdan chiqish xarorati 110-115°C bo'ladi.

Fosfat parchalanishining birinchi bosqichida sul'fat kislota bilan fosfatning mayda zarrachalari tahsirlashadi, reaksiya nihoyatda shiddatli kechadi va fosfat kislota hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa fosfatning yirik zarrachalari bilan fosfat kislota va reaksiyaga kirishmagan sul'fat kislota tahsirlashadi. Bunda suyuq fazadagi eritmaning neytrallanib borishi tufayli reaksiya tezligi birmuncha pasayadi. Kamerada superfosfat massasining suyuq fazasining monokaltsiyfosfatga to'yinib borishi bilan ham parchalanish tezligi yanada pasayadi. Ikkinchi fazada parchalanish tezligining pasayishini suyuq fazaning neytrallanib borishi, yirik fosfat zarrachalarining parchalanishi va fosfat sirtida kaltsiy sul'fat qobiqlarining hosil bo'lishi bilan izohlanishi mumkin.

## 8 – MA'RUZA

### OZUQALI VA TERMIK FOSFATLAR

#### Reja:

1. Ozuqali kaltsiy fosfatlar
2. Ftorsizlangan fosfatlar
3. Pretsipitat ishlab chiqarish
4. Monokaltsiyfosfat
5. Termik fosfatlar

**Ozuqali kaltsiy fosfatlar.** Kimyo sanoatida ishlab chikariladigan ko'p birikmalar, masalan, kaltsiy, natriy, ammoniy fosfatlar chorvachilikda keng qo'llaniladi. Ular ba'zi mineral tuzlar bilan birgalikda hayvon hamda parranda ozuqalariga qo'shib beriladi. Tabiiy ozuqalar tarkibida fosfor miqdori kam bo'lganda, bunday fosfatli ozuqa qo'shimchasi hayvonlarning mahsuldorligini oshiradi – qoramollar yaxshi o'sadi va semiradi, go'shtning sifati yaxshilanadi, sutdagi yog' miqdori ortadi.

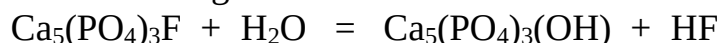
Ozuqali fosfatlar o'g'itli fosfatlardan nafaqat ulardagi foydali komponentlar miqdorining ortiqqligi, balki jonivorlar uchun zararli bo'lgan qo'shimchalar – ftor, mishyak, og'ir metallar birikmalarining miqdorining chegaralanganligi bilan farqlanadi. Odatda o'g'itli tuzlardagi, ftordan tashqari, bu qo'shimchalarning miqdori, ozuqali vositalar uchun belgilangan me'yor chegarasidan oshmasligi kerak. Fosfatli xom ashyodan o'tadigan ftorning miqdori esa belgilangan me'yordan birmuncha katta bo'ladi, shuning uchun, ba'zi istisnolarga qaramay, ozuqali fosfatlar vazifasini bajara olmaydi. Ozuqali fosfatlar maxsus tayyorlanadi, bunda ularning olinish usullari tabiiy fosfatlar yoki ularning qayta ishlanish mahsulotlarini ftorsizlantirishga, shuningdek, termik fosfat kislota yoki ftorsizlantirilgan ekstraksion fosfat kislota ishlatilishiga asoslangan. Jonivorlar ozuqali fosfatlarni oson hazm qilishlari uchun ular suvda eriydigan bo'lishi yoki kuchsiz kislotalarda erishi kerak; ular 0,4% li xlorid kislotada erisa, yaroqli hisoblanadi. Tabiiyki, barcha ozuqali fosfatlar o'g'it sifatida ham ishlatilishi mumkin.

Mamlakatimizda mineral ozuqa sifatida ko'p miqdordagi kaltsiy fosfatlari – ftorsizlantirilgan fosfat (trikaltsiyfosfat), ozuqali monokaltsiyfosfat, ozuqali dikaltsiyfosfat (pretsipitat), suyak uni, shuningdek mono- va dinatriyfosfatlar, mono- va diammoniyfosfatlar, karbamid fosfati qo'llaniladi. Odatda, bir sutkada mayda hayvonlar (qo'y, echki va b.) ga 10-20 g, buzoqlarga 50-100 g va qoramollarga 100-200 g karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar beriladi. 1 t karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar – sigirlardan sog'ib olinadigan sut miqdorini 8-10 t ga, go'shtni 5-6 ta gacha oshirib, 2,5 t oqsil o'rnini bosadi. Hayvonlar ozuqasiga bahzi birikmalardan juda oz

miqdorida qo'shib berilganda ham yuqori samara beradi. Aminokislotalar, vitaminlar, antibiotiklar va mikroelementlar shunday birikmalar jumlasidandir.

Suyak uni suyakni oldindan yog'sizlantirishi va suv bug'i bilan organik qoldiqlarni yo'qotilishidan so'ng maydalash orqali olinadi. Suyak uni tarkibida 30% dan kam bo'lmagan  $P_2O_5$  va 40% dan kam bo'lmagan CaO bo'ladi. Ftorning miqdori oldindan chegaralanmaydi.

**Ftorsizlangan fosfatlar.** Ftorsizlangan fosfatlar, ftorning  $HF + SiF_4$  tarzidagi (tarkibida HF ko'p bo'lgan) aralashmasini gazli fazaga yo'qotilishi bilan birgalikda olib boriladigan tabiiy fosfatlarni termik qayta ishlash yo'li orqali olinadi. Termik parchalanishda fosfatlar suv bug'i ishtirokida nisbatan tez va to'la ftorsizlanadi. 1400-1550 °C da apatitni gidrotermik qayta ishlash, dastlab, kristall panjaradagi ftorning gidroksid guruhi bilan almashishiga:



so'ngra esa, gidroksigapatitning parchalanishiga:



olib keladi.

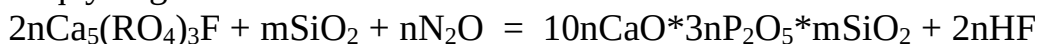
Parchalanish mahsulotlari limon kislotada eruvchi  $\alpha$ -trikalg'tsiyfosfat va tetrakaltsiyfosfatdan iboratdir. Trikaltsiyfosfat ikki xil –  $\alpha$  va  $\beta$  modifikatsiyada mavjud bo'ladi, ularning bir-biriga aylanish nuqtasi 1180°C ga tengdir. Bu xaroratdan pastda o'zlashmaydigan  $\beta$ -modifikatsiya, yuqorida esa o'zlashuvchan (limonli va tsitratli eruvchan) amorf  $\alpha$ -modifikatsiya turg'un (stabil) bo'ladi. Amorf trikaltsiyfosfatning  $\alpha$ -shaklini uni tez sovutish (toblash) orqali saqlab qolish mumkin.

Kremnezem ishtirokida  $\alpha$ -shaklning  $\beta$ -shaklga o'tish xarorati pasayadi va bu o'tishning tezligi ham shuncha sekinlashadi, natijada mahsulot – xattoki havoda suyuqlanmani sekin sovutilganda ham o'zining qimmatli xossasini yo'qotmaydi. Ftorsizlanish jarayoni esa birmuncha tezlashadi, chunki kremnezem apatitning kristall tuzilishini buzish xususiyatiga egadir; bunda shixtaga kremnezemning miqdoriga bog'liq holda, turli tarkibdagi kaltsiy fosfat va silikatlarining qattiq eritmalari – silikofosfatlari hosil bo'ladi. Masalan, gidroksidapatitning parchalanishida kremnezem:



reaktsiya bo'yicha ishtirok etadi.

Apatitning kremnezem ishtirokida gidrotermik parchalanishini umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

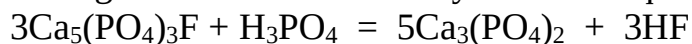


Fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi aylanuvchi barabanlarda, tsiklonli, konvertorli va boshqa pechlarda amalga oshirilishi mumkin. Vodorod bilan boyitilgan yoqilg'i, masalan tabiiy gaz yoki mazut ishlatilganda suv bug'ini maxsus uzatilishi talab etilmaydi, chunki yonish mahsulotlarida yetarli miqdordagi (14% dan ko'p) suv bug'i bo'ladi.

Apatit kontsentrati va 20-25% (apatit massasiga nisbatan) kremnezemdan iborat shixta nisbatan past xaroratda suyuqlanadi. Shunday tarkibda kremnezem bo'lgan shixta suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olishda ishlatiladi. Kuydirishda esa, sezilarli darajada suyuq faza hosil bo'lishidan qutulish uchun undagi kremnezem miqdorini oshirish yoki kamaytirish kerak. AQSH da shixtaga umumiy massaning 50%

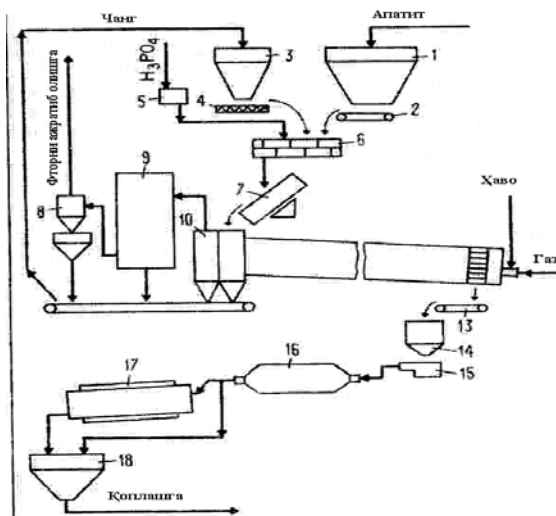
gacha kremnezem qo'shiladi, yahni bir xil miqdordagi fosforit va qum aralashtiriladi. Bunda olingan mahsulot  $\approx 20\%$  gacha limon kislotada eriydigan  $P_2O_5$  tutadi.

MDH da kuydirish bilan fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi kremnezem (qum) ning oz miqdorda qo'shilishi yoki kremnezemsiz amalga oshiriladi, ammo ular ftorsizlangan fosfat kislotasi bilan  $SaO:P_2O_5 = 3$  molyar nisbatda (fosfat massasining 4-6%i miqdorida) namlanadi va pechdagi changlanishni kamaytirish uchun donadorlanadi. Fosfat kislotasi ishtirokida jarayonning xarorati  $1380-1420\text{ }^{\circ}\text{C}$  gacha pasayadi. Yuqorida keltirilgan ftorsizlanish reaksiyasidan tashqari:



reaksiya ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning umumiy ko'rinishidir. Reagentlar aralashtirilishidan, dastlab, monokaltsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra xaroratning ko'tarilishi natijasida kalg'rsiy meta- va polifosfatlarga aylanadi va ularning o'zaro tahsirlashuvidan esa trikal'tsiyfosfat hosil bo'ladi. Fosfat kislotaning qo'shilishi ftorsizlanishni tezlashtiradi va mahsulotdagi  $P_2O_5$  miqdorini oshiradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlar (masalan, Qoratog' va Qizilqum fosforitlari)ning fosfat kislotasi bilan namlanishi ularning suyuqlanish xaroratini oshiradi. Bu shunday fosforitlarni aylanuvchi pechlarda  $1250-1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  xaroratda kuydirish orqali ftorsizlantirish imkonini beradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlarni ftorsizlantirishning boshqa usulida ular tsiklonli yoki konvertorli pechlarda  $1500-1600\text{ }^{\circ}\text{C}$  da suyuqlantiriladi.

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni (8.1 – rasm) quyidagi: apatit va qaytarilgan changni fosfat kislotasi va suv bilan aralashtirish; shixtani donadorlash;



8.1 – rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:

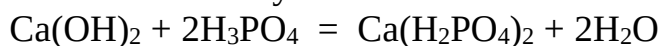
1 – apatit uchun bunker; 2 – og'irlik o'lchov me'yorlashtirgichi; 3 – chang uchun bunker; 4 – ta'minlagich; 5 – fosfat kislotasi me'yorlashtirgichi; 6 – ikki valli aralashtirgich; 7 – likopchasimon donadorlagich; 8 – tsiklon (chang tutgich); 9 – issiqlik yutdirish qozoni; 10 – changli kamera; 11 – aylanuvchi pech; 12 – rekuperator; 13 – konveyer; 14 – klinker (qorishma) uchun bunker; 15 – tebranuvchi tahminlagich; 16 – tegirmon; 17 – sovutish barabani; 18 – tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

donachalarni kuydirish; mahsulotni maydalash; tayyor mahsulotni sovutish, qoplash va iste'molchiga jo'natish; pechdan chiqadigan o'txona gazlarini issiqlik yutdirish qozonida sovutish (bug' ishlab chiqarish); gazlarni changdan tozalash; o'txona gazlaridagi ftorli birikmalarni ajratib olish va ularni ftorli mahsulotlarga aylantirish bosqichlardan iboratdir. Aylanuvchi pechning diametri 3,6 m va uzunligi 100 m (tayyor mahsulot bo'yicha unumdorligi: loyihali – 6 t/s; erishilgani – 7,3 t/s ga teng).

Ftorsizlangan fosfatlar asosan ozuqali vositalar sifatida ishlatiladi, ammo ulardan uzoq muddat ta'sir etuvchi o'g'itlar sifatida foydalanilishi ham yuqori samara beradi.

**Pretsipitat ishlab chiqarish.** Pretsipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan ta'sirlashish mahsulotidir. Tsitratli eruvchan dikaltsiyfosfat  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan iborat fosforli o'g'it *pretsipitat* deyiladi. «Pretsipitat» so'zi nemischa präzipitierung – cho'ktirish ma'nosini anglatadi. Texnik pretsipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va alyuminiy fosfatlari, gips, kaltsiy ftoridlari va karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo'ladi. Texnik pretsipitatdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$ (tsit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali pretsipitat (dikaltsiyfosfat) da 0,4% li HCl da eruvchi  $\text{P}_2\text{O}_5$  43-47% gacha yetadi. U amalda gigroskopik emas, yaxshi fizik xossalarga egadir. Shunga qaramay, pretsipitat samarador o'g'it hisoblansada, bu maqsad uchun uni maxsus ishlab chiqarilmaydi, chunki fosfat kislotani qo'shaloq superfosfat olishda ishlatish ancha yaxshi samara beradi, bunda kislota hisobiga fosforitdagi bir qism  $\text{P}_2\text{O}_5$  o'g'itga o'tadi, shuning uchun qo'shaloq superfosfatdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning tannarxi pretsipitatga nisbatan arzon tushadi. O'g'itli pretsipitat suyakni qayta ishlovchi zavodlarda jelatina ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan kuchsiz fosfat kislotali eritmalardan olinadi.

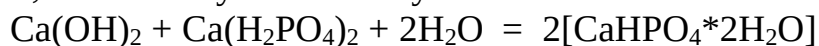
Pretsipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokal'tsiyfosfat hosil bo'ladi.



So'ngra fosfat kislotaning neytrallanib borishi natijasida monokaltsiyfosfat inkongruent parchalanadi va dikaltsiyfosfat cho'kmasi ajralib chiqadi:



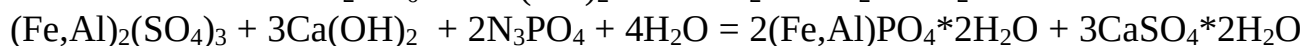
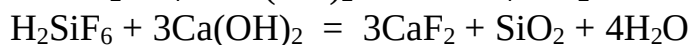
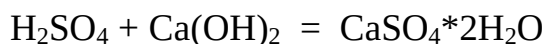
Shuningdek, monokaltsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham tahsirlashadi:



Dikaltsiyfosfatdagi  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  ning nazariy massa nisbati (0,79 ga teng) dan ortiqcha miqdordagi so'ndirilgan ohak qo'shilganda va shunga muvofiq ravishda eritmaning pH qiymati 6,3 dan ortganda dikaltsiyfosfatning parchalanishi sodir bo'ladi:



Fosfat kislota tarkibidagi qo'shimchalar ham ohak yoki ohaktosh bilan tahsirlashadi:



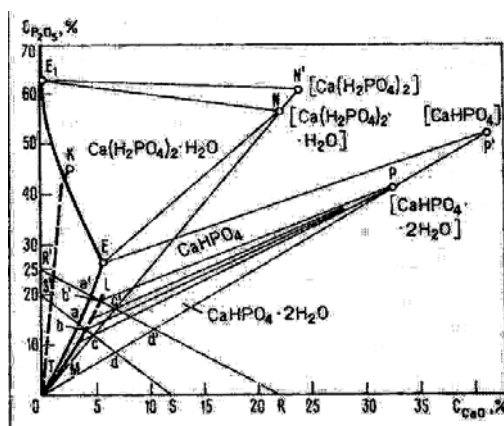
Temir va alyuminiy fosfatlari, kaltsiy ftoridi va silikat kislotadan iborat balchiqli cho'kma pretsipitatning filtrlanishini qiyinlashtiradi.

Dikaltsiyfosfatning pretsipitlanish jarayoni asosida  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasining holat diagrammasi yotadi.  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasida  $36^\circ\text{C}$  dan quyi xaroratda tsitratli eruvchan dikaltsiyfosfat digidrat  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (brushit), yuqori xaroratda esa – suvsiz  $\text{CaHPO}_4$  (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina  $60^\circ\text{C}$  dan yuqori xaroratdagina ajralib chiqadi, bundan past



xaroratda esa metastabil faza sifatida muntazam ravishda  $\text{CaHPO}_4$  ga aylanib turadigan  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  cho'kadi.  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ga nisbatan suvsiz  $\text{CaHPO}_4$  tarkibida  $\text{P}_2\text{O}_5$  ko'p bo'ladi, ammo  $\text{CaHPO}_4$  jonivor va o'simliklarga yomon o'zlashadi.

20%  $\text{P}_2\text{O}_5$  kontsentratsiyali (SP nuqta) fosfat kislotaning tarkibida 12%  $\text{CaO}$  tutgan (S nuqta) ohak suti bilan pretsipitlash va 25%  $\text{P}_2\text{O}_5$  kontsentratsiyali (RP nuqta) kislotani – tarkibida ~22%  $\text{CaO}$  tutgan (R nuqta) va S:Q nisbati 1,5:1 ga teng bo'lgan ohaktosh suspenziyasi bilan pretsipitlash sharoiti 40 °C dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}$  sistemasi diagrammasida ko'rsatilgan (8.2 – rasm). Pretsipitlashda sistema tarkibi SSP va RRP biriktiruvchi chiziqlar bo'ylab o'zgaradi.



8.2– rasm. Fosfat kislotadan dikalsiy-fosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi:

40 °C dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasi izotemasida OE – stabil va ML – metastabil tarmog'i; 60 °C dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{N}_2\text{O}$  sistemasida KT –  $\text{CaNRO}_4$  ning eruvchanlik tarmog'i;

Muvozanatdagi sharoitda kislotani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashtirish – erkin  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  dan iborat suyuq faza a va ap nuqtalarda,  $\text{CaHPO}_4$  ga nisbati bo'yicha to'yingan bo'lishi kerak. Amalda esa to'yinish keyinroq, qattiq fazadagi  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  eruvchanligining metastabil tarmog'i ML ga to'g'ri keluvchi b va bp nuqtalarda yuzaga keladi. Uning kristallanishi uchun metastabil faza bilan to'yingan eritma hosil bo'lishi kerak. Fosfat kislotasi birinchi vodorod ionlarining to'la neytrallanish, ya'ni pretsipitatning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalg'itsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (S va SP nuqtalar).

60°C dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, hosil bo'ladigan  $\text{CaF}_2$  ta'siri natijasida dikalsiyfosfatning eruvchanligi keskin kamayadi.

Tarkibida  $\text{P}_2\text{O}_5$  ga nisbati bo'yicha 15% gacha  $\text{MgO}$  tutgan fosfat kislotasi eritmasidan dikalsiyfosfatni cho'ktirish  $\text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaO} - \text{H}_2\text{O}$  sistemasi diagrammasi yordamida ko'rib chiqilishi kerak.

$\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$  sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislotasi ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kish kerak. Amalda esa pretsipitlashning oxirida ohaktoshning va ayniqsa ohakning bir qismi dikalsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlarni o'tirishni qiyinlashtiruvchi qobiq bilan o'ralib qoladi va reaksiya keskin sekinlashadi. Fosfat kislotani ohaktosh bilan talab etilgan darajagacha

neytrallash mumkin emasligi nafaqat qobiqlanish tufayli, balki fosfat kislotada birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. Shuning uchun sanoat sharoitida pretsipitatsiya dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikaltsiyfosfat filtrda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish – uni dekantatsiyalash (filtrlanmasdan) orqali quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonni ikkita bosqichda amalga oshirilishi mumkin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikal'tsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, uni ajratiladi va o'g'itli mahsulot olinadi; qolgan eritmadan toza ozuqali mahsulot olish orqali cho'ktirish davom ettiriladi.

$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ni quritishda uning degidratlanishi sodir bo'lishi mumkin, bundagi xarorat va tezlik pretsipitatsiyadagi bosimga, kristallar o'lchamiga va ularning hosil bo'lish sharoitiga bog'liqdir. Agar dikaltsiyfosfat atmosfera bosimida 1 soat davomida  $100^\circ\text{C}$  xaroratda qizdirilsa, u sezilarli darajada suvsizlanadi. Bunda o'zlashadigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  juda oz darajada kamayishi kuzatiladi.  $175^\circ\text{C}$  dan yuqori xaroratda qizdirilganda dikaltsiyfosfatdan suv ajralib chiqadi va kaltsiy difosfatga aylanadi:

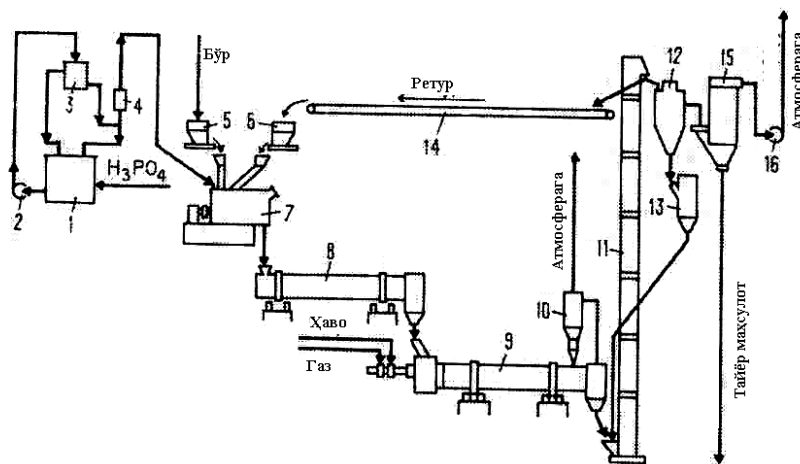


undagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  esa qiyin eruvchan shaklda bo'ladi.

Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish tsiklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraksiya fosfat kislotadan ozuqabop dikal'tsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filtrlash uchun zarurat tug'ilmaydi va kontsentrangan ( $50\text{--}55\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$  li) fosfat kislotada ishlatish mumkin. MDH da ozuqabop dikal'tsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

Texnologik jarayon va pretsipitatsiya sxemasi, asosan, fosfat kislotali eritmalar kontsentratsiyasi orqali belgilanadi.

O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi 8.3 – rasmda tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha  $80\text{--}85^\circ\text{C}$  xaroratgacha qizdirilgan fosfat kislotada gorizontalaralashtirgichda bo'r va retur bilan  $\text{СаО}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,7\text{--}0,8$  nisbatda aralashtiriladi. Retur soni, ya'ni retur massasining mahsulot massasiga nisbati  $(0,5\div 1):1$  ni tashkil etadi. Uch minutli aralashtirishdan so'ng  $80\%$  dikaltsiyfosfat tutgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda  $45\text{--}50^\circ\text{C}$  xaroratda 90 minut yetiltiriladi. Shundan so'ng mahsulotda yana  $4\text{--}6\%$  monokal'tsiyfosfat va  $18\%$



8.3 – rasm. O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi:

1 – fosfat kislotasi yig'gichi; 2 – nasos; 3 – bak; 4 – sarflagich; 5,6 – bo'r va retur uchun bunkerlar; 7 – aralashtirgich; 8 – barabanli reaktor; 9 – barabanli quritgich; 10 – tsiklon; 11 – elevator; 12 – havoli separator; 13 – separatsiyalangan mahsulot yig'gichi; 14 – retur transportyori; 15 – yengli filtr; 16 – ventilyator.

gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgichda me'yoriga (3% dan kam  $N_2O$ ) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda 550-600 °C, chiqishda esa 100-110 °C xarorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning xarorati 90 °C dan oshmasligi kerak. So'ngra uni separatordan o'tkaziladi; mayda fraktsiyaning bir qismi (retur) aralashtirgichga qaytariladi, yirik fraktsiya (>0,5 mm) esa dezintegratorida maydalanadi. O'lchami <0,5 mm dan kichik zarrachalar yengli filtrga tushadi, u yerda separatordan keladigan havo bilan changlatilib, tayyor mahsulot ajratib olinadi.

Bayon etilgan sxema bo'yicha ozuqabop pretsipitat ham ishlab chikarilishi mumkin, lekin bunda termik fosfat kislotasi yoki zararli qo'shimchalardan talab etiladigan darajada oldindan tozalangan ekstraksion fosfat kislotasi ishlatiladi.

**Monokaltsiyfosfat.** Ozuqabop monokaltsiyfosfat kavsh qaytaruvchi hayvonlar uchun yuqori siftpoli ozuqa hisoblanadi; shu bilan bir paytda u kislotali reaksiyaga ega bo'lganligi uchun silosli ozuqalarning konservantlari hisoblanadi. Uni yetarli darajada toza fosfat kislotalari – termik fosfat kislotasi yoki oldindan zararli qo'shimchalardan tozalangan ekstraksion fosfat kislotasini apatit kontsentrati yoki bo'r bilan neytrallashtirish orqali olinadi. Ekstraksion fosfat kislotasini ftorsizlantirish soda yordamida amalga oshiriladi. Jarayonni amalga oshirish 6.17 – rasmda tasvirlangan sxemada amalga oshirilishi mumkin, lekin bunda barabanli reaktor o'rnida ikki o'qli shnekli aralashtirgich qo'llaniladi. Bundan tashqari, hosil qilingan massani quritishda kam eriydigan polifosfatlar hosil bo'lishini oldini olish maqsadida mahsulotni barabanli quritgichdan 15-20 minutda o'tishi tahminlanadi. So'ngra uni barabanli sovutgichda havo oqimida 30-40 °C gacha quritiladi. Qolgan jarayonlar pretsipitat olishdagi kabi amalga oshiriladi. Bu usul bo'yicha tarkibida: 0,4% HCl da eriydigan 50-51%  $P_2O_5$  va 0,2% dan kam F bo'lgan 2-navli mahsulot olinadi.

Yuqori sifatli mahsulot apatit kontsentrati yoki Qoratog' fosforiti va termik fosfat kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatni termik ftorsizlantirishidan olinadi. Qo'shaloq superfosfatning yuqori kislotaliligi tabiiy fosfatning keyingi parchalanishi bilan bir vaqtda massaning yetarli darajada to'la ftorsizlanishini tahminlaydi. Mahsulot tarkibida: 55% dan ortiq foydali  $P_2O_5$  va 0,2% dan kam F bo'ladi.

**Termik fosfatlar.** Maydalangan tabiiy fosfat, soda va returlar donadorlangan aralashmasini 1100-1200°C da aylanuvchi pechlarda kuydirilib, sovutilib va maydalanib – *termofosfatlar*, shuningdek maydalangan tabiiy fosfat, ohaktosh va kvartsitlar aralashmasini marten yoki shaxtali pechlarda 1400-1450°C da kuydirib (qotishma holiga o'tkazilib), donadorlab, tez sovutilib, quritilib va maydalab – *fosfatli qotishmalar* olinadi. Termofosfat va fosfatli qotishma tarkibida boshlang'ich xom ashyo tarkibiga muvofiq holda o'simliklar o'zlashtiradigan 20 dan 42% gacha  $P_2O_5$  bo'ladi. Bunda umumiy  $P_2O_5$  ning 90-98%i o'zlashadigan  $P_2O_5$  hissasiga to'g'ri keladi va uni, asosan, tuprog'i kislotali (sho'rxok) yerlarga solinadi.

Fosfatlarni termik qayta ishlashda, ayniqsa, yuqorida aytib o'tilgan qo'shimchalar ishtirokida apatitning kristall panjarasi buziladi va dastlab trikaltsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra u o'simliklarga o'zlashadigan boshqa birikmalarga aylanadi.

Fosfatlarni ishqorli parchalash texnologik jarayonning soddaligi va fosforli o'g'itlar olishning boshqa usullari uchun zarur bo'lgan kislotalarsiz amalga oshirilishi bilan farqlanadi, bundan tashqari tarkibida ko'p miqdorda qo'shimchalar, shu jumladan uch valentli metallar oksidlari tutgan quyi sifatli xom ashyolardan ularni boyitilmasdan foydalanish imkoniyatini beradi.

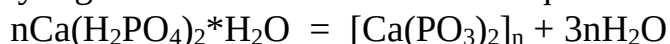
Trikaltsiyfosfat, kremniy dioksid va sodadan iborat aralashmani kuydirish natijasida natriy-kaltsiy fosfat va kaltsiy ortosilikat hosil bo'ladi:



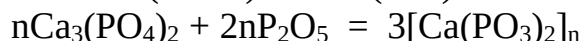
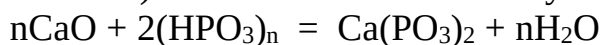
Kaltsiy fosfatlari va silikatlari  $5\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$  yoki  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$  turidagi silikofosfatlar hosil qiladi;  $\text{SiO}_2$  ortiqcha va kam bo'lsa yoki  $\text{SiO}_2$  qatnashmasa, tetrakalg'tsiyfosfat  $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$  hosil bo'lishi mumkin. Bu barcha birikmalar limon kislotada ham, ammoniy tsitratda ham eriydi va shuning uchun ularning tarkibidagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  o'simliklarga o'zlashadi.

Tarkibida fosfor miqdori ko'p bo'lgan cho'yanlardan po'lat olishda hosil bo'ladigan tomasshlak va Marten pechi shlaklari (martenli shlak) o'z tarkibiga ko'ra, termofosfat va fosfatli qotishmalarga o'xshaydi. Ulardan o'g'it ishlab chiqarish qattiq shlaklarni ezish va maydalashga asoslangan. Tomasshlak tarkibida 11-23%  $\text{P}_2\text{O}_5$  va 38-59%  $\text{SiO}_2$ , martenli shlak tarkibida esa 7-14%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'ladi. Ular tarkibidagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  limon kislotaga va ammoniy tsitratda eruvchan bo'ladi.

Xuddi shunday o'g'itlarga *kaltsiy metafosfat*  $[\text{Ca}(\text{PO}_3)_2]$  ham kiradi. Toza kaltsiy metafosfat tarkibida 71,7%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , texnik mahsulotda esa – 65% gacha o'zlashadigan  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'ladi. Ozuqa elementining yuqori kontsentratsiyali bo'lishi uning asosiy yutuqlaridan biridir. U ammoniy tsitratning neytral eritmasida eriydi, suv ta'sirida esa sekinlik bilan suvda eruvchan monokaltsiyfosfatga aylanadi. Kaltsiy metafosfatni 275-300°C xaroratda kaltsiy digidrofosfatni suvsizlantirish orqali ham olinishi mumkin:



Ohak yohud kaltsiy fosfat yoki digidrofosfat bilan 1000-1200 °C xaroratda  $\text{P}_2\text{O}_5$  ni (shuningdek metafosfat kislotani) ta'sirlashtirilib ham kaltsiy metafosfat olinadi:



AQSh da kaltsiy metafosfat shaxtali pechlarda ishlab chiqariladi. Pechga fosforit bo'lakchalari solinadi, u orqali pechning asos qismida joylashgan yondirish kamerasida fosforning yonishidan olingan qaynoq gaz o'tkaziladi. Hosil bo'lgan kaltsiy metafosfat suyuqlanmasi pechning ostiga oqib tushadi va davriy ravishda pechdan chiqarib turiladi. Uni sovutilganda qotadi, ezish va maydalash orqali mahsulot sifatidagi o'g'it olinadi.

## **9 – MA'RUZA**

### **QO'SHALOQ SUPERFOSFAT ISHLAB CHIQARISH**

#### **Reja:**

1. Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari
2. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish
3. Superfos
4. Qorotog' fosforitidan superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari
5. Qorotog' fosforitidan superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarish

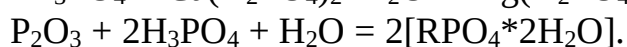
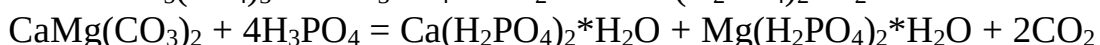
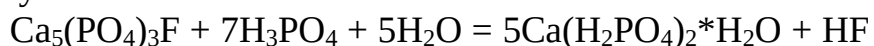
Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotasi bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan asosan fosfatli birikmalar (monokaltsiyfosfat va ma'lum miqdordagi erkin fosfat kislotasi) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kaltsiy sul'fat qo'shimchasi – fosfatning, tarkibida sul'fat-ion bo'lgan ekstraksion fosfat kislota bilan parchalanishi yoki ruda tarkibida sul'fatlarni bo'lishi hisobidan ishtirok etishi mumkin. Chunki qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun odatda ekstraksion fosfat kislotasi ishlatiladi, lekin tabiiy fosfatning bir qismi fosfat kislota olish uchun sul'fat kislota bilan, qolgan qismi esa tayyor mahsulot olish uchun fosfat kislota bilan parchalanadi.

Qo'shaloq superfosfat (uni chet ellarda, bahzan, uchlik superfosfat nomi bilan yuritiladi) tarkibidagi  $P_2O_5$  ning miqdori oddiy superfosfatdagiga nisbatan 2-3 marta

ko'p va uning tarkibida:  $P_2O_{50'zl.} = 42-50\%$  (xom ashyo sifatiga bog'liq holda);  $P_2O_{5umum.} = 45-56\%$ ;  $P_2O_{5s.e.} = 38-42\%$  va  $P_2O_{5erkin} = 1,5-5\%$  bo'ladi.

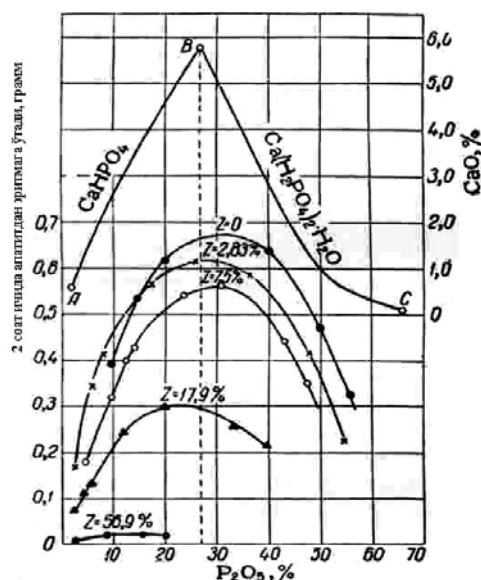
Qo'shaloq superfosfat kontsentrlangan fosfat kislota ( $52-54\% P_2O_5$ ) ishlatilgan holda *kamerali* (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va  $28-36\% P_2O_5$  li kislota qo'llagan holda *oqimli (kamasiz)* usullarda olinadi. Kamaerali superfosfat omborga tashlangan holda yetiltiriladi. Oqimli usulda esa birdaniga donadorlangan (omborli yetiltirishsiz) mahsulot olinadi. *Kamera-oqimli* usul ham mavjud bo'lib, unda oson parchalanadigan fosforit unidan olingan kamerali superfosfat yetiltirish bosqichisiz to'g'ridan-to'g'ri donadorlash va quritishga uzatiladi.

**Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari.** Tabiiy fosfatlar tarkibidagi minerallarning fosfat kislotasi bilan parchalanishi quyidagi asosiy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



Ma'lum xom ashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me'yori – ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ich ekstraktsion fosfat kislota eritmasidagi neytrallovchi ( $CaO$ ,  $MgO$ ,  $P_2O_3$ ) va kislotali ( $H_2SO_4$ ) qo'shimchalarning bo'lishini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Qo'shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin. Birinchi bosqichda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralashtirilishidan harakatchan suspeziyada ta'sirlashuv jarayoni sodir bo'ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislota, monokaltsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo'ladi. Ularning suyuq fazadagi kontsentratsiyasi jarayonning xaroratiga, fosfat kislotaning kontsentratsiyasi va sarflanish me'yoriga bog'liqdir. Boshlang'ich paytda tez, ammo fosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga muntazam sekinlashadigan parchalanishning bu bosqichi suyuq fazaning kaltsiy fosfatlari bilan to'yinishi natijasida to'xtaydi. Ishlab chiqarish sharoitida uning davomiyligi bir necha sekunddan (kamera-oqimli usulda) 3-10 minutgacha (kamerali jarayonda) va xattoki 1-1,5 soatgacha (oqimli usulda) cho'zilishi mumkin.

Fosfat parchalanishining ikkinchi bosqichi monokaltsiyfosfatning kristallanishi bilan bir vaqtda sodir bo'ladi, buning natijasida reaksiya massa suyuq va qattiq fazalarining tarkibi doimo o'zgarib turadi. Fosfat zarrachalari sirtini qisman qamrab oladigan kristallarning ajralishi, fosfat zarrachalari sirtiga  $H^+$  ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspenziyaning suyuq fazasi monokaltsiyfosfat va dikaltsiyfosfat bilan to'yingan taqdirda, parchalanish reaksiyasi to'xtaydi. Tarkibida fosfat kislota tutgan va reaksiya mahsulotlari bilan to'yinmagan eritmalarda fosfatlarning erish tezligi – fosfat zarrachalari sirtidan ajralib chiqadigan nisbatan kam harakatchan kaltsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun  $SaO - P_2O_5 - N_2O$  sistemasidagi eruvchanlik va apatitning erish egri chiziqlariga mos mahlumotlar asos bo'ladi (9.1 – rasm). Oz darajadagi neytrallanish, yahni jarayonning birinchi bosqichida apatitning maksimum erish tezligi eruvchanlik diagrammasidagi V nuqtaga tutashgan holatiga to'g'ri keladi. V nuqtada, fosfat zarrachalari sirtida hosil bo'ladigan to'yingan eritmada  $Ca^{2+}$  ionlarining kontsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyaning haraktalantiruvchi kuchi ham katta bo'ladi. Shuning uchun jarayonning



9.1 – rasm. Apatitning qisman neytrallangan ( $z$  – turli neytrallanish darajali, %) fosfat kislota eritmalarida erish egri chizig'ini  $40^{\circ}\text{C}$  dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}$  sistemasi izotermasi (AVS chiziq) bilan taqqoslash.

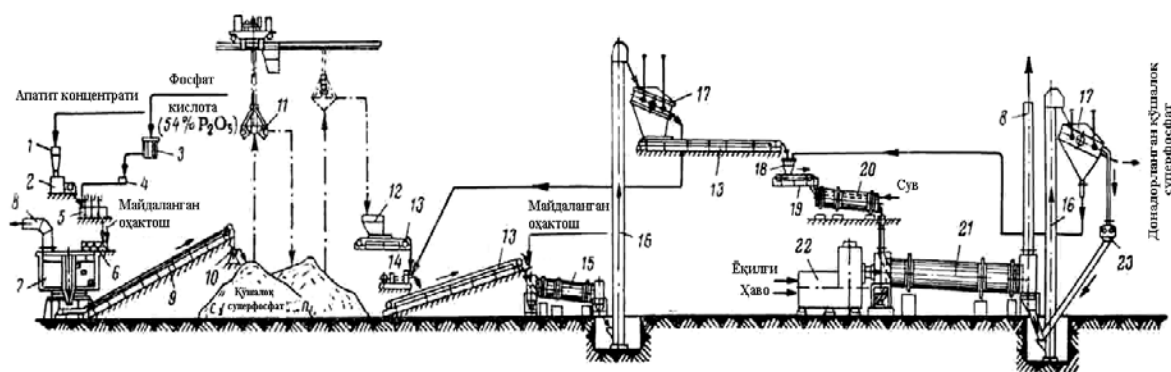
birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislota qo'llanilishi maqsadga muvofiq, qaysiki u  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  va  $\text{CaHPO}_4$  lar bilan muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan,  $75^{\circ}\text{C}$  da suyuq faza to'yinish paytida apatitning maksimal parchalanishi uchun – fosfat kislotadagi  $\text{P}_2\text{O}_5$  ning boshlang'ich miqdori 33,6% ga ega bo'lishi lozim. Xattoki bu holda ham kislota mehyori stexiometriya bo'yicha 110% bo'lishiga qaramay, apatitning parchalanish darajasi – 36,5% ga teng bo'ladi. Ma'lumki, tayyor mahsulotdagi fosfatning yuqori darajadagi parchalanish darajasiga erishish, jarayonning ikkinchi bosqichini amalga oshirish sharoiti orqali aniqlanadi. Shunga muvofiq holda,  $30-75^{\circ}\text{C}$  xarorat oralig'ida tarkibida 46-47%  $\text{P}_2\text{O}_5$  tutgan monokaltsiyfosfat bilan muvozanatdagi eritmalarida apatitning parchalanish tezligi eng yuqori darajaga erishishi aniqlandi.

Qo'shaloq superfosfat olishning ishlab chiqarish tartibi (rejimi) ko'rsatib o'tilgan sharoitlarni hisobga olgan holda tanlanadi. Masalan, kamerali usul bilan apatit konsentratidan qo'shaloq superfosfat olishda fosfat kislotaning optimal konsentratsiyasi shunday tanlanadiki, bunda parchalanish koeffitsenti  $\sim 60\%$  ga yetgan paytda kamerali superfosfat suyuq fazasining tarkibida 46-47%  $\text{P}_2\text{O}_5$  bo'lishi kerak. Bu shartga boshlang'ich tarkibi 55%  $\text{P}_2\text{O}_5$  li bo'lgan kislota javob beradi. Birinchi bosqich oxirida  $75-100^{\circ}\text{C}$  da undagi xom ashyoning maksimal (muvozanatli) parchalanish darajasini 10% ga ko'tarish mumkin emas va parchalanish tezligi ham nisbatan kam bo'ladi. Qachonki, ikkinchi bosqichda apatitning parchalanish koeffitsenti  $\sim 60\%$  ga yetsa, suyuq fazaning tarkibi maksimal parchalanish tezligiga muvofiq keladi, superfosfat suspenziyasi qota boshlaydi va reaksiya keskin pasayadi. Bundan keyingi parchalanishi, omborda, kamerali superfosfatning uzoq vaqt (15-30 sutka) yotishida sodir bo'ladi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal xarorati  $40-60^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etadi, uning pasayishi yoki ortishi apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45-50%  $\text{P}_2\text{O}_5$  tutgan

kislota bilan parchalanadi. Ular apatit kontsentratiga nisbatan tez va to'la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan  $\text{SO}_2$  hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi tahminlanadi.

Kamerasiz usullarda fosforitlar  $50-100^\circ\text{C}$  xaroratdagi  $28-40\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$  tutgan fosfat kislota bilan qayta ishlanadi, bu ko'p darajada jarayonning birichi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang'ich kontsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay bo'lib, u  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4$  bilan yoki  $\text{CaHPO}_4$  bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir bo'lmaydi. Jarayon reaksiyon massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo'qotilishi sistemaning monokaltsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o'tish va apatitning keyingi parchalanishini ta'minlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiyon massadagi monokaltsiyfosfat kristallanadi va suyuq fazaning neytrallanish darajasi kamayadi, uning aktivligi esa ortadi. Shuning uchun birinchi bosqichda parchalanish darajasi kichik bo'lsada, jarayon oxirida xom ashyoning yuqori parchalanish darajasiga erishiladi.

**Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish.** 9.2 – rasmda kamerali usul bilan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Bu usul jarayonlar ketma-ketligi bo'yicha ham, ishlatiladigan jihozlar bo'yicha ham oddiy superfosfatning ishlab chiqarishdagi kamerali usulga o'xshaydi. Apatit kontsentrati va kontsentrlangan fosfat kislota aralashtirgichga uzluksiz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenzaiyaga ozgina miqdorda (apatit massasining 3% gacha) maydalangan ohaktosh kukuni qo'shiladi. Shu hisobiga kamerada shakllanadigan superfosfat massasi (ohaktoshning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan karbonat angidrid hisobiga) g'ovaklashib qoladi va kameradan osonlik bilan frezer yordamida tushiriladi. Massaning turish vaqti aralashtirgichda 3-6 minutni, kamerada 1-1,5 soatni, xarorati esa aralashtirgichda  $70-80^\circ\text{C}$  ni,



9.2 – rasm. Apatit kontsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – bunker; 2 – me'yoralashtirgich; 3 – quyish baki; 4 – sarflagich; 5 – aralashtirgich; 6 – suspenziyani ohaktosh kukuni bilan shnekli aralashtirgich; 7 – superfosfat kamerasi; 8 – absorberlarga ftorli gazlarni o'tkazish uchun gaz o'tkazgich quvur; 9 – kamerali superfosfatning lentali konveyeri; 10 – kamerali superfosfatni yoyib tashlagich; 11 – greyferli (kovshli) aralashtirgich; 12 – qo'shaloq superfosfat uchun bunker; 13 – lentali konveyer; 14 – dezintegrator;



15 – neytrallash barabani; 16 – elevator; 17 – elak; 18 – neytrallangan superfosfat uchun bunker; 19 – lentali tahminlagich; 20 – donadorlagich; 21 – quritish barabani; 22 – yoqilg'i yondirgich; 23 – tegirmon.

kamerada 90-100°C ni tashkil qiladi. Hozirda qo'llanilayotgan (7,1 m diametrli) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12-13 t ni, fosfat kislota (52-54 %  $P_2O_5$ ) 22-24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kamaeradagi massani shakllantirish balandligi 1,2-2 m ga teng. Fosfat kislotaga kontsentrlangan sul'fat kislota ham qo'shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislota solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi  $P_2O_5$  ni qisman (51-52% gacha) kamaytiradi. Kamerada apatit kontsentratsiyasining parchalanish darajasi 70% dan oshmaydi.

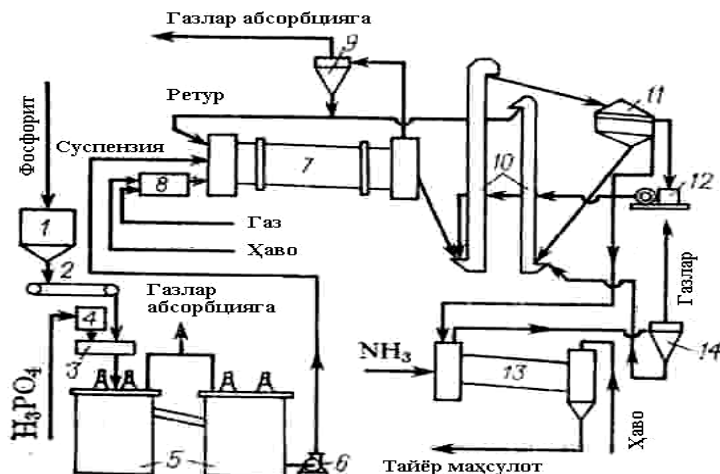
Kamerali qo'shaloq superfosfatni omborli yetiltirishda ham xuddi oddiy superfosfatdagi kabi ishlar amalga oshiriladi, bunda parchalanish darajasi 77-80% gacha ko'tariladi. So'ngra uning erkin kilotaliligini kamaytirish uchun ohaktosh kukuni va boshqa qo'shimchalar bilan neytrallanadi va donadorlanadi. Kamerali usulda (100 kg apatitga 110 kg  $P_2O_5$  hisobidan fosfat kislota mehyori bo'yicha) olingan qo'shaloq superfosfat tarkibida 43-44% o'zlashadigan  $P_2O_5$  bo'ladi. 1 t o'zlashadigan  $P_2O_5$  hisobidagi donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun 320-330 kg ( $P_2O_5$  hisobida) apatit va 810-820 kg ( $P_2O_5$  hisobida) fosfat kislota sarflanadi.

Kamerali usulda bug'latilgan ekstraksion fosfat kislota qo'llanilishi talab etiladi. Uning kamchiligi, xuddi oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi, mahsulotning uzoq vaqt omborda yetiltilishidir; bu esa – yirik omborli inshootlarga, meqnat sarflariga, mahsulotni bir necha bor davriy aralashtirishdagi energiyaga va atmosfera havosining ftorli gazlar bilan ifloslanishiga ketadigan harajatlarning ortishi bilan bog'liq.

Anchagina darajada ftorsizlantirib bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotaning ishlatilishiga asoslangan kamerali va kamera-oqimli usullarda qo'shaloq superfosfat olishdagi ftorli birikmalarning ajralishi unchalik ko'p emas. Masalan, apatit (~3% ftor tutgan) va bug'latilgan fosfat kislota (52-54%  $P_2O_5$  va 0,6-0,8% F) dan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishda ftorning 22-32%i (aralashtirgich, kamera va omborda 12-15%i, donachalarni quritish, ajratish, maydalash va sovutishda esa 10-15%i) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70-80%i esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftorning kontsentratsiyasi (asosan  $SiF_4$  tarzida) hammasi bo'lib 0,15-0,2  $gm^3$  ni tashkil etadi. Donachalarni quritishda ajraladigan gazlar ( $2HFQSiF_4$  aralashmasi) tarkibida ko'p miqdorda chang bo'ladi. Shuning uchun  $SiF_4$  ning absorbttsiyasidan olinadigan  $H_2SiF_6$  ning kuchsiz eritmasini mahsulot sifatida bo'lmaydi. Jarayonni o'tkazish va donadorlash bo'linmalaridagi absorbttsiya tarmoqlarining qurilmalari oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi tarmoqlar bilan bir xilda bo'ladi.

Hozirgi paytda qo'shaloq superfosfatning *oqimli* sxema bo'yicha boradigan usullari ko'proq qo'llanilmoqda. 9.3 – rasmda apatit kontsentratsiyasidan olingan ekstraksion fosfat kislota va oson parchalanadigan Kingisepp fosfariti asosida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemalaridan biri tasvirlangan. Fosforit bunker 1 dan lentali o'lchov mehyorlashtirgichi 2 orqali aralashtirgich 3 ga beriladi. Xuddi shu yerga mehyorlashtirgich 4 orqali fosfat kislota (28-36%  $P_2O_5$ ) kelib tushadi. Yuqori kontsentratsiyali kislotaning qovushqoqligi katta bo'lganligi uchun

hosil bo'ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi ( $52-54\% \text{P}_2\text{O}_5$ ) ishlatilganda, bu kislotani ishlatishdan oldin  $34-36\% \text{P}_2\text{O}_5$  gacha – jihozlardan chiquvchi gazlarni, undagi qo'shaloq superfosfat changlarini tutib qolish uchun yuvishdan olinadigan absorptsion eritmalar bilan suyultiriladi. Suspenziya aralashtirgichdan uzluksiz ravishda reaktorlar 5 ga tushadi, ularning hajmi



9.3 – rasm. Fosforit uni va bug'latilmagan ekstraksiyon fosfat kislotadan donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemasi:

1 – fosforit uchun bunker; 2 – lentali o'lchov mehyorlashtirgich; 3 – aralashtirgich; 4 – fosfat kislotasi mehyorlashtirgichi; 5 – reaktorlar; 6 – nasoslar; 7 – BDQ apparati; 8 – yoqilg'i yondirgich; 9,14 – tsiklon (chang tutgich) lar; 10 – elevatorlar; 11 – elak; 12 – tegirmon; 13 – ammoniylashtirgich, 14 - tsiklon.

undagi reaksiya massani 60-90 minut aralashtirilishini ta'minlaydi.  $70-100^{\circ}\text{C}$  da shuncha vaqt ichida  $\sim 50\%$  fosforit parchalanadi, suyuq faza dikaltsiyfosfat bilan to'yinadi va keyingi uning aralashtirilishi hech qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to'xtaydi.

Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikaltsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi. Haroratning ortishi bilan dikaltsiyfosfatning eruvchanligi kamayadi, shuning uchun katta intensivlikdagi uning kristallanishi fosforit zarrachalari sirtining shunday qismida sodir bo'ladiki, u yerda suspenziya massasidagiga nisbatan parchalanishning ekzotermikligi hisobiga xarorat yuqori bo'ladi. Fosforit sirtidagi quyqali qatlamda, shuningdek ekstraksiyon fosfat kislotadagi  $\text{P}^-$  ionlaridan hosil bo'ladigan kaltsiy fluoridning mayda kristallari ham bo'lishi mumkin.

Suspenziyani donadorlangan mahsulotga aylantirish orqali jarayon yakunlanadi: suspenziya nasos 6 bilan BDQ - barabanli donadorlash-quritgichi apparati 7 ga uzatiladi, u yerga esa shuningdek yoqilg'i yondirgich 8 dan o'txona gazlari kiradi.

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar o'lchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (9.3 – rasm). U gorizontaal yuzaga nisbatan  $1-3^{\circ}\text{C}$  qiyalikda o'rnatilgan 35 m gacha uzunlikdagi, 1 m dan 4,5 m gacha diametrdagi aylanuvchi barabandan iborat bo'lib, temir-beton taglik ustidagi tayanch roliklari 2 ga tayantirilgan. Qisqich roliklari 3 esa barabanning surilishini oldin oladi. Barabanning aylantirishi elektrodvigatel 4 da hosil qilingan aylanma harakatning

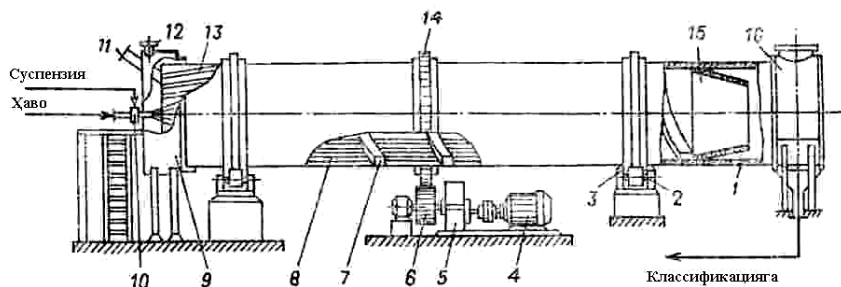
reduktor 5, tishli g'ildiraklar 6 orqali tishli chamberak 14 ga uzatilishi orqali amalga oshiriladi. Barabanning kirish qismida parrakli qabul qiluvchi moslama 13, butun uzunligi buyicha esa ko'tarib tashlovchi moslamalar 8 va chiqish qismida ichki returni tagi teshik konus 15 dan suspenziyani sachratish zonasiga uzatish uchun qaytargich shnek 7 o'rnatilgan. Tashqi retur esa quvur 11 dan uzatiladi. Yuklash kamerasi 9 ning oldingi tirqishiga apparatga beriladigan suspenziyani qisilgan havo (0,7-0,8 mPa) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka 10 o'rnatilgan bo'ladi. Bunda suspenziya namligi ~35% bo'lishi lozim.

Issiqlik so'rg'ich yuklash kamerasiga ichki quvur 12 orqali kiradi. Ko'tarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQ dan chiquvchi gazning xarorati 120-125°C bo'ladi. U changdan dastlab tsiklon (chang tutgich) da, so'ngra esa absorbtion qurilmada yuvilish orqali tozalanadi.

BDQ apparatlari bir-biridan tuzilish qismlari bilan farqlanadi va muntazam takomillashtirib borilmoqda. Ularning ayrimlarida donadorlash va quritishdan tashqari sovutish va donachalarga ajratish ham amalga oshiriladi.

BDQ dan 2-3% namlik bilan chiqadigan quruq donachalar xarorati 100-105°C bo'ladi. Sxemada (9.4 – rasm) ko'rsatilishicha, ular elevator 10 bilan elak 11 ga uzatiladi, u yerda mahsulotga tegishli fraktsiyalar (1-4 mm) ajratiladi. Yirik fraktsiyalar tegirmon 12 da maydalangandan so'ng yana elakka qaytariladi, maydasi esa tutib qolingani chang bilan birgalikda BDQ apparatiga tashqi retur sifatida qaytariladi. Retur soni (retur massasining mahsulot massasiga nisbati) 1-2 oralig'ida bo'lishi kerak.

BDQ apparatida suspenziyadan suvning bug'lanishiga qarab undagi suyuq fazada erkin  $H_3PO_4$  kontsentratsiyasi ortadi, erigan monokaltsiyfosfat kontsentratsiyasi kamayadi, shuning uchun  $H^+$  ionlarining aktivligi oshadi. Bu esa dikaltsiyfosfat quyqali qatlamining qisman erishini ta'minlaydi va fosforit zarrachalarining parchalanishi davom etadi. Quritilgan qo'shaloq superfosfatda uning parchalanish koeffitsienti 80-85% ga yetadi. Quritilgan donador qo'shaloq superfosfatning kislotaliligini kamaytirish uchun donachalar aylanuvchi barabanda bo'r bilan changlatib yoki ammoniylashtirilib neytrallanadi. Barabanli ammoniylagich 13 da ammiak kollektor orqali donachalar qatlami ostiga beriladi. Ammoniylashtirishda ajraladigan issiqlikni yo'qotish uchun barabanga qarama-qarshi tomondan havo oqimi kiritiladi. Ammoniylashtirgichdan chiqadigan mahsulotning xarorati 40-45°C bo'ladi. Havo oqimi bilan chiqadigan chang tsiklon (chang tutgich) 14 da, so'ngra esa absorbtsiya qurilmalarida – ftor birikmalari va ammiakdan yuvishda ushlab qolinadi. 9-va 14-tsiklonlarda ushlab qolingani chang returga qo'shiladi. Ammoniylashtirishdan so'ng mahsulotdagi erkin fosfat kislotasi 4-5%  $P_2O_5$  (o'zlashadigan  $P_2O_5$  43-47% ) gacha kamayadi.



9.4 – rasm. Barabanli donadorlash-quritgichi (BDQ):

1 – aylanuvchi baraban korpusi; 2 – tayanch rolik; 3 - qisgich rolik; 4 – elektrodivigatel; 5 – reduktor; 6 – tishli g'ildiraklar; 7 - qaytargich shnek; 8 – ko'tarib tashlovchi moslama; 9 – yuklash kamerasi; 10 – forsunka; 11 – tashqi returni uzatish uchun quvur; 12 – issiqlik so'rg'ich kirishi uchun ichki quvur; 13 - parrakli qabul qiluvchi moslama; 14 – tishli chamberak; 15 – tagi teshik konus; 16 – chiqarish kamerasi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarida suspenziyani quritish jarayonida fosforit va ekstraksion fosfat kislotadagi ftorning 50-55% i gazli fazaga ( $\text{HF}$  va  $\text{SiF}_4$  aralashmasi tarzida) ajraladi. Chiqadigan gaz miqdorining ko'pligi va ularda chang miqdorining yuqori darajada bo'lishligi ftoridlar adsorbtseysini yetarli darajada qiyinlashtiradi va olinadigan kremneftorid kislotaning sifatini yomonlashtiradi. Chiqindi gazlarini tozalash sistemalariga tsiklonlar (chaglarni tutib qolish uchun) va absorberlar kiradi. Adsorbtseyalashning uch bosqichli sxemasida odatda mexanik absorberlar va Vetturi absorberlari ishlatiladi. Changli gazlarni tozalashda, shuningdek  $\text{SiF}_4$  ning gidrolizlanishi natijasida kremnegel cho'kmasi ajraladigan hollarda qayta tiklanadigan shar to'ldirgichli absorberlar yoki ko'pik qatlam stabilizatori bo'lgan ko'pikli absorberlar ishlatiladi. Apparatda stabilizator sifatida vertikal plastikadan iborat yuz teshikli panjara qo'llaniladi, shu hisobiga qurilmada gaz tezligini oshirish mumkin bo'ladi. Chiqindi gazlarini to'laroq tozalash maqsadida adsorbtseyaning oxirgi bosqichida ohak suti beriladi, bu esa chiqindi gazidagi ftor kontsentratsiyasini 2-3 marta kamaytiradi.

Qo'shaloq superfosfatning yuqori xarorat ( $130-140^\circ\text{C}$ ) dagi qisqa muddat (30-40 minut) li quritilishini amalga oshirish orqali uning ancha chuqur degidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokaltsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari (60-65%  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum.}}$ , 52-56%  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'zl.}}$ , 18-32%  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{s.e.}}$ ) bo'lgan bunday o'g'itlar – tuproqdagi fosfor zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar qatoriga kiradi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarini sanoatda to'la egallangandan so'ng, kamerali usullarni – omborli yetiltirishdan so'ng, donadorlash va quritishda oqimli sxema usullaridan foydalanilgan holda amalga oshirishga katta ehtibor berila boshlandi. Bunday jarayon *kamera-oqimli usul* deyiladi. Bunda oson parchalanadigan mayda zarrachali fosforit uni (0,074 mm dan yirik zarrachalar miqdori 20% dan oshmasligi kerak) va 47-49%  $\text{P}_2\text{O}_5$  li fosfat kislotasi ishlatiladi. Maydalangan kamerali superfosfat retur bilan aralashtiriladi, donadorlanadi va quritiladi. Quritish jarayonida fosforitning parchalanish darajasi 60-70% dan 80-90% gacha ko'tariladi. Donachalarning mahsulot fraktsiyalari ammiak bilan neytrallanadi, sovutiladi va tarkibida: 45-47% umumiy, 42,5-44,5% o'zlashadigan, 37-38% suvda eruvchan, 3-5%

erkin  $P_2O_5$  va 1,5-2% azot bo'lgan mahsulot olinadi. 1 t  $P_2O_5$  li mahsulot ishlab chiqarish uchun: 824-835 kg fosfat kislota (100%  $P_2O_5$  hisobida), 271-280 kg fosforit uni (100%  $P_2O_5$  hisobida) va 35 kg  $NH_3$  sarflanadi.

Suyuq fazasining kontsentratsiyasi 45-50%  $P_2O_5$  bo'lgan tabiiy fosfatni 3-5 karra ortiqcha miqdordagi fosfat kislota bilan parchalashga asoslangan kamerasiz tsiklik qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usuli ham mahlumdir; bunda hosil bo'ladigan monokaltsiyfosfat cho'kmasi ajratiladi, neytrallanadi, donadorlanadi va quritiladi, bu tuz bilan to'yingan eritma esa parchalanish bosqichiga qaytariladi, shu bilan bir vaqtda u yerga tarkibida 53-58%  $P_2O_5$  tutgan yangi fosfat kislota ham qo'shiladi. Bu usullar xom ashyoning parchalanish darajasini juda yuqori daraja (98-99%) ga yetish imkoniyatini beradi, ammo 1 t o'zlashadigan  $P_2O_5$  li mahsulot olishga sarflanadigan fosfat kislotaning, oldingi bayon etilgan usullardagiga nisbatan anchagina, kattaligi bilan ajralib turadi; bundan tashqari suspenziyada filtrlanish hususiyatiga ega bo'lgan o'lchamdagi kristallarni hosil qilish qiyin kechadi. Shuning uchun bayon etilgan bu usul ishlab chiqarishga tatbiq etilmagan.

Boyitilgan fosforitlarni (28%  $P_2O_5$ ) polifosfat kislotada (73-77%  $P_2O_5$ ) parchalash orqali tarkibida orto- va polifosfatlar aralashmasi tutgan tez qotuvchi massa olish mumkin. Uni yetiltirishda, ayniqsa yuqori xaroratda, kondensirlangan fosfatlarning monokaltsiyfosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo'ladi. Mahsulot ammoniylashtirilgandan so'ng, tarkibida: 47-49%  $P_2O_{50'zl}$ . (shu birgalikda uning 90% i  $P_2O_{5\ s.e.}$ ) va 3-7% N tutgan *polisuperfosfat* deb ataluvchi o'g'it olinishi mumkin.

**Superfos.** *Superfos* nomi bilan ataladigan uzoq muddat o'zlashadigan yangi turdagi o'g'it ishlab chiqarish usuli ham yaratilgan. Bu kimyoviy boyitilgan va kislotalar bilan aktivlangan tarkibida qiyin o'zlashadigan shakldagi  $P_2O_5$  tutgan (Qoratog', Qizilqum, Pribaltika, Chilisoy va bir qancha) fosforitlardan olingan fosforit kukunidir va shuning uchun uni to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatish samarasizdir.

Fosforit unining suvli suspenziyasiga unchalik ko'p bo'lmagan miqdordagi sul'fat kislotasi (yoki gaz holatidagi oltingugurt dioksid) qo'shiladi. Muhit  $pH < 4$  da karbonatlar – dolomit va kaltsit,  $pH < 2,5$  da esa fosfat parchalanadi. Kislotalilik muhitini boshqarish orqali fosfatdagi faqatgina qisman  $P_2O_5$  ning, ekvivalent miqdordagi magniy bilan eritmaga o'tishini tahminlash mumkin. Fosforitni boyitish uchun sul'fat kislota dolomit va kaltsitdan o'tuvchi  $Ca^{2+}$  ionlari bilan neytrallanadi va ozgina miqdordagi kaltsiy sulfatga aylanadi, uni fosforit bilan birgalikda suyuq fazadan ajratiladi va undan kationli flotatsiyalash orqali oson yo'qotilishi mumkin.

Kimyoviy boyitilgan va bunda aktivlangan fosforit unidan superfos olish uchun uni fosfat kislota bilan namlash orqali qo'shimcha aktivlanadi, donadorlanadi va quritiladi.

Superfos tarkibida 38-40%  $P_2O_5$ , undan 19-20% suvda eruvchan shaklda bo'ladi va samaradorligi jihatdan qo'shaloq superfosfatga tenglashtiriladi. 1 t  $P_2O_5$  li superfos ishlab chiqarishga kislota sarfi (1-1,3 t  $H_2SO_4$  va 0,355 t  $P_2O_5$  li fosfat kislota) esa 1 t  $P_2O_5$  li qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishga nisbatan ikki marta kamdir. Kimyoviy boyitishda hosil bo'ladigan va tarkibida  $Mg^{2+}$  va  $HPO_4^{2-}$  ionlari tutgan eritmadan qimmatli o'g'it hisoblangan magniyammoniyfosfat  $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$  ni cho'ktirish

uchun ammoniylanash amalga oshiriladi. Fosfatli xom ashyodagi  $P_2O_5$  dan foydalanish samaradorligi 95% ga yetadi. Jarayon yopiq suv aylanma tsiklida amalga oshiriladi.

## 10-MA'RUZA

### Sul'fat kislolaning fizik-kimyoviy xususiyatlari va O'zbekiston Respublikasidagi ishlab chiqarish korxonalari

Reja:

3. Sul'fat kislota ishlab chiqarish usullari haqida
2. MDX davlatlari olimlarining sul'fat kislota ishlab chiqarishni rivojlanishiga qo'shgan xissalari

Sul'fat kislota birinchi bo'lib, 9-asr boshlarida arab alximigi Jabr Ibn Xayyan (ruschasiga Geber) tomonidan temir kuporosini qizdirib, undan chiqqan gazlarni suvda yutdirish natijasida olingandir. Shuning uchun ham, shu vaqtga qadar Sul'fat kislotasining quyuq eritmasini texnikada kuporos moyi deb ataladi. Bu 93-95%lik Sul'fat kislotasidir. 1742 yili ulug' rus kimyogari M.V. Lomonosov bu suyuqlikka Sul'fat kislota deb nom beradi. Sul'fat kislota tannarxi bo'yicha arzon, kuchliligi jixatidan eng kuchli kislotalardan biridir; shuning uchun ham Sul'fat kislota xalq xo'jaligida eng ko'p qo'llaniladigan maxsulotlardan biridir; u meditsinada, tekstil sanoatida, kimyo sanoatidagi nam gazlarni quritishda, mudofaada, neftni qayta ishlash sanoatida, ammiakli chiqindi gazlar aralashmasidan ammiakni ushlab, quyidagi reaksiya bo'yicha ammoniy Sul'fati kabi mineral o'g'it ishlab chiqarishda ham ko'p ishlatiladi:



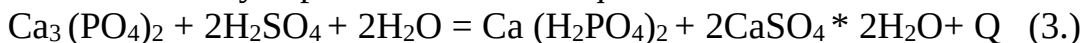
Sul'fat kislota noorganik kimyo sanoatida eng ko'p qo'llaniladigan moddadir.

Masalan: ekstraksiya fosfor kislotasini ishlab chiqarishda Qoratog' yoki Qizilqum fosforitlariga uch molekula Sul'fat kislota ta'sir ettiriladi:



E.F.K. fosfogips

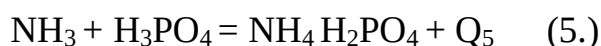
Sul'fat kislota oddiy superfosfat ishlab chiqarishda:



hamda pretsipitat ishdab chiqarishda qo'llanadi:



O'z navbatida ekstraksiya fosfor kislota (efk) ga ammiakni ta'sir ettirib, mono va diammoniy fosfatlar olinadi:



$NH_4H_2PO_4$  va  $(NH_4)_2HPO_4$  lar aralashmasi ammofos aralashmasi deyiladi.

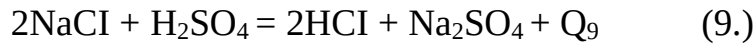
Sul'fat kislota kuchli kislota sifatida kuchsiz kislotalarni ularning tuzlaridan siqib chiqaradi: Masalan dala shpati  $SaF_2$  dan vodorod ftorid kislotasini:



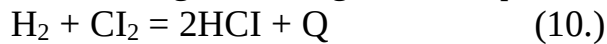
Chili selitrasidan nitrat kislotasini:



Osh tuzidan vodorod xloridi kislotasini:



Xozirgi vaqtda HCl kislotasi to'g'ridan to'g'ri sintez qilib olinmoqda:



Bu yerda hosil bo'lgan natriy sul'fat tuzlar sun'iy achchiq toshlar ishlab chiqarishda, litopon va xokazolar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, Sul'fat kislotasi xalq xo'jaligida juda ham keng qo'llanar ekan. Shuni ta'kidlash mumkinki, bundan 10-15 yillar muqaddam butun dunyoda 1400 dan ortiq Sul'fat kislota qurilmalari ishlab turgan bo'lib, ular yiliga 150 million tonnadan ko'proq Sul'fat kislota ishlab chiqargan. Dunyoda Sul'fat kislotasi ishlab chiqarishda bo'yicha AQSh 1-o'rinda bo'lib, u yerda yiliga 37-39 million tonna sul'fat kislota ishlab chiqariladi. Xozirgi vaqtda Mustaqil Uzbekiston Respublikasida Markaziy Osiyo davlatlari ichida eng ko'p Sul'fat kislota ishlab chiqariladi. Agar Respublikamiz qurilmalari to'liq ishlasa 6, mln. tonnadan ko'proq Sul'fat kislota ishlab chikarishi mumkin. Sul'fat kislota Uzbekiston Respublikasining asosan quyidagi korxonalarida ishlab chiqaradi:

- 1.Olmaliq tog' - kon metallurgiya konbinatida;
- 2.Olmaliq "Ammofos" ishlab chiqarish birlashmasida;
- 3.Samarqand kimyo zavodida;
- 4.CHirchiq "Elektrokimyo sanoati" birlashmasida ;
5. Navoiy tog' - kon metallurgiya konbinatida va x.k.

Ma'lumki, xar bir davlatning kimyo sanoatini rivojlanish darajasi kishi boshiga to'g'ri keladigan Sul'fat kislotasi miqdori bilan belgilanadi. Uzbekiston Respublikasida kishi boshiga 240 kg. dan ko'proq Sul'fat kislotasi to'g'ri kelayapti. Bundan ko'rinib turibdiki - bu yuqori ko'rsatkichlardan biri bo'lib, Uzbekiston Respublikasi kimyo sanoati rivoji bo'yicha eng yuqori pog'onalardan birini egallab turganligining isbotidir. Respublikamizda ishlab chiqariladigan Sul'fat kislota ko'p qismini nafaqat Markaziy Osiyo davlatlariga, balki Rossiya davlatining Janubiy Ulkalaridagi barcha rayonlar, Sibir rayonlari va boshqa bir kator davlatlar ham O'zbekistondan olib ketadilar.

### **Sul'fat kislota ishlab chiqarish usullari xaqida**

Xozirgi vaqtda dunyo bo'yicha Sul'fat kislotasi ishlab chiqarishning 2 xil usuli mavjuddir:

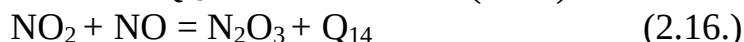
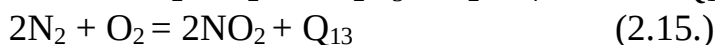
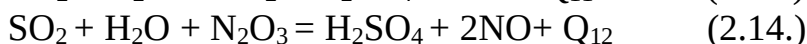
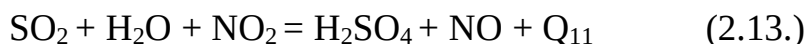
- 1.Nitroza usuli;
2. Kontakt usuli.

Nitroza usuli 2 xil turga:

- a) Kamerali tur;
- b) Minorali turga bo'linadi.

Nitroza va kontakt usullarining bir-biridan asosiy farqi asosan SO<sub>2</sub> gazini SO<sub>3</sub> gaziga qanday oksidlashga bogliqdir. Nitroza usulida o'choq gazi tarkibidagi SO<sub>2</sub> yuqori bo'lmagan xaroratda suyuq fazadan iborat nitrozada absorbttsiyalanib, shu vaktning o'zida u, ya'ni SO<sub>2</sub> oksidlanib, suyuq fazada maxsuliy Sul'fat kislotasi hosil

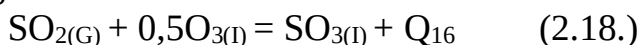
qiladi. Bu jarayonni sxematik tarzda qisqacha quyidagi reaksiyalar bilan ifoda etish mumkin:



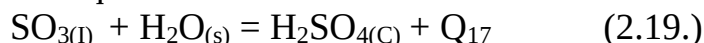
Bu reaksiyalar majmuasidan ko'rinib turibdiki, azot oksidlari-NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>lar SO<sub>2</sub> gazini oksidlash uchun zarur bo'lgan kislorodni yetkazib beruvchi moddalar bo'lib xisoblanishi mumkindir. Boshqacha qilib aytganda, bu azot oksidlarini, nitroza usulining katalizatori deb atalishi ham mumkindir.

Nitroza usuli sanoat miqyosida, avvalo meditsina maqsadlari uchun 15 asr boshlarida Angliyada oltingugurt bilan ammoniy selitrasini qo'shib qizdirilganda ajralib chiqadigan gazlarni idish devoridagi namlik orqali yutib, moysimon modda, ya'ni Sul'fat kislotasi olingandir; bu yerlarda soni juda ko'p mikdorida, ammo unumdorligi juda kam bo'lgan, qo'rg'oshindan yasalgan kameralar ishlatilganligi uchun bu texnologiya kamerali Sul'fat kislotasi olish deb ataladi. Bu vaqtda quyuqligi 65% Sul'fat kislotadan iborat, ammo tarkibida juda ko'p iflos birikmalar, ya'ni azot oksidlari, mish'yak, ftor birikmalari, Sul'fat qoldiqlari, qum va xokazolardan iborat bo'lgan Sul'fat kislotasi olishga erishilgan.

XVIII asr boshlarida Angliyada bunday qurilmalarni unumdorligini oshirish maqsadida kameralar o'rniga Rashig xalqlari solingan minoralar ishlatila boshlandi; ularning unumdorligi kameralariga qaraganda bir necha o'n marotaba katta edi. Shunday qilib, minorali usul yaratilgandir. Rossiyada birinchi Sul'fat kislotasi qurilmalari 1803 yilga to'g'ri keladi. Minorali usulda 75% gacha quyuqlikka ega bo'lgan Sul'fat kislotasi olingan. Nitroza usuli bilan bundan yuqori kontsentratsiyaga ega bo'lgan Sul'fat kislotasi ishlab chiqarish mumkin emas, ya'ni oleum ishlab chiqarib bo'lmaydi. Bunday quyuq va toza Sul'fat kislotasi eritmasini faqat kontakt usuli bilan ishlab chiqarish mumkin. Kontakt usulida SO<sub>2</sub> ni SO<sub>3</sub> ga oksidlash to'g'ridan-to'g'ri qattiq katalizator ishtirokida yuqori xaroratda (450°C) gaz xolatdagi quyidagi gomogen reaksiya bo'yicha amalga oshiriladi:



Bu yerda hosil bo'lgan SO<sub>3</sub> (g)ni suv bilan yuttirib, Sul'fat kislotaning xoxlagan quyuqlikdagisini ishlab chiqarish mumkin:



Bu kontakt usuli ham asosan avval Angliya, so'ng Germaniya olimlari tomonidan topilgan. Xozirgi vaqtda butun dunyoda ishlab chiqarilgan Sul'fat kislotasining 97-98% kontakt usuli bilan ishlab chiqarilsa, faqat 2-3% ginasi nitroza usuli bilan ishlab chiqariladi.

### **MDX davlatlari olimlarining Sul'fat kislotasi ishlab chiqarishni rivojlanishiga qo'shgan xissalari**

Ularning ilmiy va amaliy ishlarining ahamiyati kattadir. Bu olimlar tomonidan dunyoda birinchi bo'lib 1935 yilda yuqori kontsentrlangan vodorod sulfidli gazlar



aralashmasidan “Nam kataliz usuli” bo’yicha Sul’fat kislota ishlab chiqarish nazariy asoslari yaratilgan va amaliyotga tatbiq etilgan. Bu olimlar tomonidan dunyoda eng katta unumdorlikga ega bo’gan “qaynar qatlamli” temir kolchedanini yoqish o’choqlari yaratildi. Ularning unumdorligi kuniga 450 tonna kolchedanni tashkil etadi. MDX olimlari tomonidan quvvati kuniga 1000-1500 tonna va undan yuqori Sul’fat kislota ishlab chiqaradigan kontakt apparatlari yaratildi. Bu olimlar tomonidan Sul’fat kislota ishlab chiqaradigan kontakt apparatlari yaratiladi. Bu olimlar tomonidan Sul’fat kislota olishning yangicha usullaridan biri-ya’ni “Quruq tozalash-1”, “Quruq tozalash-2”, tsiklik tizim va xokazo usullar bo’yicha Sul’fat kislota olishdek yangiliklar yaratilgandir.

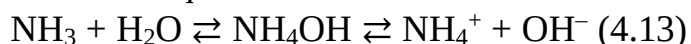
## SINTETIK AMMIK ISHLAB CHIQRISH

R e j a :

1. Ammiak va uning fizik-kimyoviy xossalari.
2. Ammiak sintez qilish.
3. Reaktor – sintez minorasi.
4. Ishlab chiqarish agregatlarining sxemasi.
5. Suyuq ammiakni saqlash va tashish.

Ammiak va uning fizik-kimyoviy xossalari. *Ammiakning fizik xossalari.* Odatdagi sharoitda  $\text{NH}_3$  rangsiz, o'ziga xos o'tkir hidli gazdir. Ammiak havodan qariyb 2 marta yengil, shuning uchun uni to'ntarilgan idishga yig'ish mumkin. Bir litr ammiakning normal sharoitdagi og'irligi 0,77 gramm keladi. Ammiak odatdagi bosimda  $-33,4^\circ\text{C}$  da suyuq holga o'tadi,  $-77,4^\circ\text{C}$  da qotadi. Ammiak suvda yaxshi eriydi,  $20^\circ\text{C}$  haroratda bir hajm suvda 762 hajm,  $0^\circ\text{C}$  da 176 hajm ammiak eriydi. Ammiakning suvda eriganda ko'p issiqlik chiqadi, hosil bo'lgan eritma «novshadil spirt» deb ataladi. Sotuvdagi novshadil spirt eritmasi 25% li bo'lib, solishtirma og'irligi 0,91 ga teng.

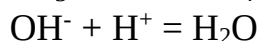
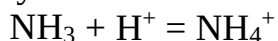
*Ammiakning kimyoviy xossalari.* Ammiak birikish, o'rin olish, oksidlanish reaksiyasiga kirishadi. Suvda erigan  $\text{NH}_3$  ning ko'p qismi  $\text{NH}_3$  holida bo'ladi, shuning uchun uning ertmasidan ammiak hidi kelib turadi. Erigan ammiakning oz qismi suvning vodorod ionlari bilan birikib,  $\text{NH}_4^+$  ioni hosil qiladi, bir valentli bu musbat ion «ammoniy» deb ataladi va birikmalarda bir valentli metall kabi bo'ladi, suvning  $\text{OH}^-$  ionlari bilan birikib,  $\text{NH}_4\text{OH}$  hosil qiladi.



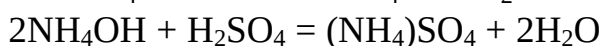
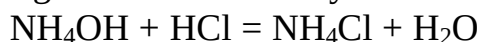
Suv nihoyatda oz dissotsilangani uchun reaksiya chap tomonga kuchli siljigan bo'ladi. SHu sababli eritmada  $\text{OH}^-$  ionlari oz va eritmada kuchsiz asos xossasi bo'ladi.

Demak, muvozanat  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  tomonga siljigan, eritmada  $\text{NH}_4\text{OH}$  kontsentratsiyasi juda oz, shu sababdan kuchsiz deb yuritiladi.

Ammiak eritmasiga kuchli kislotalar ta'sir ettirilsa tuz va suv hosil bo'ladi, ya'ni ammoniy gidroksid kislota bilan neytrallanadi.



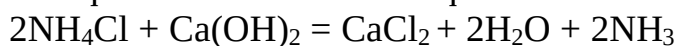
Ammoniy gidroksidning kislotalar bilan neytrallanishi qo'yidagicha yoziladi:



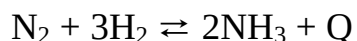
Hosil bo'lgan tuzlar ammoniy tuzlari deyiladi. Ammoniy tuzlarini ammiak gaziga to'g'ridan-to'g'ri kislotalar ta'sir ettirish yo'li bilan ham olish mumkin, masalan:



*Ammiakning laboratoriyada olinishi.* Laboratoriyada  $\text{NH}_4\text{Cl}$  bilan so'ndirilgan ohakdan iborat aralashma qizdirilib ammiak hosil qilinadi:



Ammiak sintez qilish. *Ammiak sintezining fizik-kimyoviy asoslari*. Ammiak sintezi quyidagi reaksiya bilan ifodalanadi:



Ammiak sintezi hajm kamayishi va issiqlik ajralishi bilan boradigan qaytar jarayondir. Demak, bosimni oshirish va haroratni pasaytirish orqali reaksiya muvozanatini ammiak sintezi tomonga siljitish mumkin. Masalan, 200°C harorat va 10 atm bosimda azot va vodorod stexiometrik nisbatidagi aralashmasida NH<sub>3</sub> ning muvozanat kontsentratsiyasi 50,7% ni tashkil etadi. Xuddi shu bosimda haroratni 300°C gacha oshirilishi ammiak kontsentratsiyasining 14,7% gacha pasayishiga olib keladi. 300°C haroratda, ammo bosim 10 atm emas, balki 300 atm bo'lganda NH<sub>3</sub> kontsentratsiyasi 71,0% ni tashkil etadi.

Azot molekulasida bog'ning xattoki yuqori haroratda (800°C) ham yuqori mustahkamlikka ega bo'lganligi sababli ammiak sintezi juda ham sekin sodir bo'ladi. Sintez jarayonini tezlashtirish uchun 400-550°C haroratda sintezni o'tkazishni ta'minlaydigan katalizatorlar qo'llaniladi. Ammiak sintezining nisbatan faol katalizatorlaridan biri temir oksidlaridan (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) qaytarib olingan temir metalli hisoblanadi. Yuqori harorat (450-550°C) ta'sirida va katalitik zaharlar (oltingugurtli va kislorodli birikmalar) bilan ta'sirlashishi natijasida temir katalizatori tezda o'zining faolligini yo'qotadi. Katalizatorning yuqori va turg'un faolligini ta'minlash uchun uni tayyorlash jarayonida promotorlar (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO) qo'shish orqali faollanadi. Ishlab chiqarish sharoitida katalizatorning xizmat qilish muddati ikki yilni tashkil etadi. Katalizatorni kislorodli birikmalar (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO) qaytar (qayta tiklanadigan), oltingugurtli birikmalar qaytmaz (qayta tiklanmaydigan) zaharlaydi.

Ammiak sintezi bir necha bosqich bo'yicha sodir bo'ladigan geterogen-katalitik jarayondir: 1) gaz hajmidan katalizator bo'laklari sirtiga va uning ichki qismiga azot va vodorodning diffuziyasi; 2) katalizator sirtiga gazlarning faollangan (kimyoviy) absorbttsiyasi; 3) katalizator sirtida azot va vodorodning ta'sirlashishi; 4) ammiak desorbtsiyasi va uning ichki hajmidan gaz fazasi hajmiga diffuziyasi.

Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, temir katalizatorida barcha jarayon tezligini belgilab beradigan bosqich azotning faollangan absorbttsiyasi hisoblanadi.

Ammiak sintezi jarayonining tezligi haroratga, bosimga, hajmiy tezlikka, gaz fazasidagi azot, vodorod va ammiak kontsentratsiyasiga, inert qo'shimchalar (Ar va CH<sub>4</sub>)ga hamda katalitik zaharlarga bog'liqdir.

Ammiak sintezi agregatining unumdorligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$G = \frac{0,771 \omega v (c_2 - c_1)}{100 + c_2}$$

bu yerda: G – sintez minorasi unumdorligi, kg/soat;  $\omega$  – hajmiy tezlik, soat<sup>-1</sup>; c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> – minoraga kirish va chiqishda gazdagi ammiak miqdori, kg/m<sup>3</sup>; v – katalizator hajmi, m<sup>3</sup>.

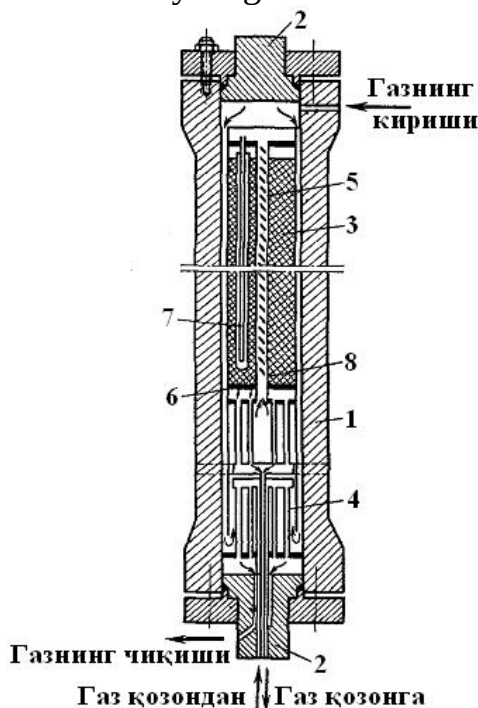
s<sub>1</sub> kattalik ammiak kondensatsiyasi harorati bilan aniqlanad. s<sub>2</sub> kattalik harorat, bosim, hajmiy tezlik va azot-vodorod aralashmasi tarkibiga bog'liq holda kinetik laboratoriya ma'lumotlari bo'yicha aniqlanadi.

*Reaktor – sintez minorasi*. Reaktor – sintetik ammiak olish uchun asosiy, eng muhim qurilma hisoblanadi. Minora konstruksiyasi mustahkam va ishonchli bo'lishi hamda havfsiz va uzoq muddat ishlashini ta'minlash lozim. Shuning uchun minoralar

po'latdan tayyorlanadi, unga yuqori talablar qo'yiladi. Gazlar aralashmasidagi vodorod va ammiak yuqori haroratda po'latga ta'sir ko'rsatadi, uning mexanik xususiyatlarini yomonlashtiradi. Minora devori haroratini pasaytirish uchun sintez minorasiga kiradigan sovuq azot-vodorod aralashmasi minora tsilindr yuzasi bo'ylab o'tadi. Ammiak sintez minorasining korpusi xrom-vanadiyli po'lat quymadan iborat bo'ladi.

14.23-rasmda o'rtacha bosimli tizim uchun ammiak sintezi quvurli minorasi tasvirlangan. Minora vertikal po'lat tsilindr 1 ko'rinishida bo'lib, devorining qalinligi 176-200 mm, balandligi 12-20 m va ichki diametri 1,0-1,4 m ni tashkil etadi. Minoraning yuqori va pastki qismi po'lat qopqoqlar 2 bilan berkitiladi.

Minoralar konstruksiyalari, asosan, korpusining o'lchamlari va ichki to'ldirgich qurilmalari bilan farqlanadi. O'rtacha bosimda ishlaydigan minoraning yuqori qismida katalizator qutisi 3, pastki qismida esa jarayon avtotermikligini ta'minlash uchun issiqlik almashtirgich 4 joylashtirilgan bo'ladi. Minora korpusida issiqlik niqobi bo'ladi, u minora ichki va tashqi devorlarilarida haroratning farqlanishi hisobiga korpus devorilarida termik kuchlanish yuzaga kelishini bartaraf etadi.



11.1-rasm. Ammiak sintezi minorasining sxemasi:

1 – minora korpusi; 2 – qopqoqlar; 3 – katalizator qutisi; 4 – issiqlik almashtirgich; 5 – elektr qizdirgich; 6 – panjara; 7 – issiqlik almashtirgich quvurlari; 8 – markaziy quvur.

Katalizator minoradagi panjara 6 ga yuklanadi. Optimal harorat rejimini ta'minlab turish uchun vatalizator qatlamlari orasiga qo'shaloq issiqlik almashtirgich quvurlari 7 joylashtiriladi. Azot-vodorod aralashmasi sintez minorasining yuqori qismidan kiradi, asosiy korpus va katalizator qutisi orasidagi halqali bo'shliqdan minora korpusini qizib ketishdan saqlagan holda pastga hamda issiqlik almashtirgich 4 quvurlariaro bo'shliqdan pastdan yuqoriga harakatlanadi. So'ngra gaz minora ishga tushirilganda ishlaydigan elektr qizdirgich 5 joylashtirilgan markaziy quvur 8 bo'yicha katalizator qutisi 3 ning yuqori qismiga va undan katalizator qatlamida joylashgan qo'shaloq quvurlarga o'tadi. Dastlab gaz ichki tor quvur orqali yuqoridan pastga o'tadi, so'ngra tor va keng quvurlar orasidagi halqali bo'shliqdan yuqoriga ko'tariladi.

Reaksiya boshlanishiga qadar  $400-420^{\circ}\text{C}$  haroratgacha qizdirilgan azot-vodorod aralashmasi katalizator qatlamiga kiradi. Katalizator doirasidagi harorat  $450-520^{\circ}\text{C}$  da ushlab tikriladi. Katalizator qatlami orasidan o'tib ta'sirlashgan gaz issiqlik almashtirgich quvurlariga keladi.

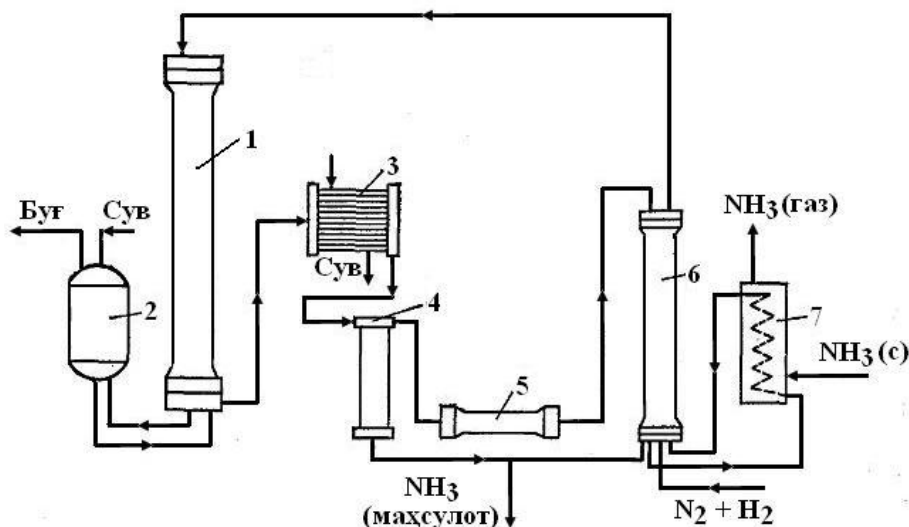
Reaksiya issiqligidan samarali foydalanish uchun zamonaviy minoralarda issiqlik almashtirgich ikki qismga ajratilgan. Katalizator qutisidan chiqadigan gaz issiqlik almashtirgichning yuqori qismiga o'tadi va undan  $400^{\circ}\text{C}$  haroratda qozon yuttirgichga beriladi, u yerda  $200^{\circ}\text{C}$  haroratgacha soviydi va yana sintez minorasiga yuboriladi, issiqlik almashtirgichning quyi qismidan o'tadi va minoradan  $90-100^{\circ}\text{C}$  haroratda chiqadi.

Hozirgi paytda sutkasiga 150 dan 1500 t gacha unumdorlikka ega bo'lgan ammiak sinezi minoralari ishlatilmoqda. Gazlarning tozalik darajasiga muvofiq holda katalizatorning xizmat qilish muddati ikki yilgacha bo'lishi mumkin.

*Ishlab chiqarish agregatlarining sxemasi.* Qo'llaniladigan bosimga muvofiq holda ammiak sinezi ishlab chiqarish qurilmalari quyi bosimli ( $100-200\text{ atm}$ ), o'rtacha bosimli ( $200-600\text{ atm}$ ) va yuqori bosimli ( $600-1000\text{ atm}$ ) tizimlarga bo'linadi. Ulardan o'rtacha bosim ostida ishlaydigan tizim keng tarqalgandir, chunki bu sharoitda kontakt jihozida jarayon tezligi yetarlicha ta'minlangani holda ammiak ajratib olish masalasi nisbatan oson hal etiladi.

Sintez minorasida azot-vodorod aralashmasi to'la ammiakka aylanmaydi (11.1-rasm). Kontakt jihozidan chiqadigan gazda ammiak miqdori  $14-20\%$ ni tashkil etadi. Bu aralashma sovutiladi, ammiak kondensatsiyalanadi va gazdan ajratiladi, ta'sirlashmagan azot-vodorod aralashmasi esa tsirkulyatsiya kompressorlari yordamida kontakt jihoziga qaytariladi. Kontakt jihozida ammiak hosil bo'lishiga to'g'ri keladigan tarkibdagi yangi azot-vodorod aralashmasi aylanuvchi aralashmaga qo'shiladi. Shunday qilib, bu holatda texnologik jarayonni amalga oshirish uchun tsirkulyatsiya sxemasidan foydalaniladi.

Madomiki aylanuvchi gazda inert qo'shimchalar to'planib borar ekan, ishlab chiqarish amaliyotida qo'shimchalar miqdorini bir maromda ushlab turish uchun aylanuvchi gazlar aralashmasining bir qismini atmosferaga chiqarib yuboriladi. O'rtacha bosimda ammiak sinezi qurilmasi 14.25-rasmda tasvirlangan.



11.2-rasm. O'rtacha bosimda ammiak sinezi agregatining sxemasi.

Sintez uchun tayyorlangan azot-vodorod aralashmasi minora 1 ning yuqori qismidan beriladi, u yerda ammiak sintezi sodir bo'ladi. Ta'sirlashgan azot-vodorod-ammiak aralashmasi minoradan  $400^{\circ}\text{C}$  haroratda chiqadi va yuttirgich qozon 2 ga beriladi, so'ngra minoraga qaytariladi, issiqlik almashtirgichdan o'tadi va  $90-100^{\circ}\text{C}$  haroratda suvli sovutgich 3 va separator 4 ga yuboriladi. Suvli sovutgichda 300 atm bosimida bir qism ammiak kondensatsiyalanadi. Shundan keyin gaz quvurli tsirkulyatsiya kompressor 5 bilan kondensatsiya kolonnasi 6 ga va undan bug'latgich 7 ga uzatiladi. Bug'latgichda suyuq ammiakning bug'lanishi hisobiga gaz aralashmasidan ammiakning yetarlicha to'la ajralishi uchun sovuq hosil qilinadi. Yangi azot-vodorod aralashmasi, qoidaga muvofiq, kondensatsiya minorasining quyi qismiga beriladi, u yerda ammiak bilan yuvilish orqali namlik, moy va  $\text{CO}_2$  dan tozalanadi.

Suyuq ammiakni saqlash va tashish. Suyuq ammiak normal bosimda past qaynash haroratiga ( $-33,4^{\circ}\text{C}$ ) egadir, shuning uchun u idishlarda bosim ostida saqlanadi. Omborlarda suyuq ammiak 50 dan 100  $\text{m}^3$  gacha sig'imli tsilindrik idishlarda 16 atm bosim ostida saqlanadi.

Suyuq ammiakni tashish temir yo'l tsisternalarida, avtomobil tsisternalarida va po'lat ballonlarda amalga oshiriladi. Ammiakli tsisternalar oq rangga bo'yalgan bo'lib, ularning yon sirtiga «Suyuq ammiak», «Gaz – zaharli» yozuvlari bilan sariq yo'l-yo'l chiziq tortilgan bo'ladi. Ammiak ballonlari sariq rangda bo'lib, qora rangdagi «Ammiak» yozuvi bo'ladi. Ammiakli idishlarga o'rnatiladigan jo'mraklar po'latdan tayyorlanadi.

Ammiak to'ldirilgan idishlar quyosh nuri ostida saqlanishi ta'qiqlanadi, radiatorlar va boshqa issiqlik manbaalari oldiga qo'yilmaydi. Ballonlarga zarba urilishidan saqlash uchun tashish paytida ularga saqlagich rezina halqalar kiydiriladi.

Ammiak sintezi bo'linmasida ishlash portlovchi va yonuvchi gazlardan foydalanish bilan bog'liqdir, chunki vodorod, azot-vodorod aralashmasi va ammiak havo bilan portlovchi havfli aralashma hosil qiladi. Ammiak zaharli modda hisoblanadi. Ishlab chiqarish binolarida chegaraviy me'yoriy kontsentratsiyasi 20  $\text{mg}/\text{m}^3$  ni tashkil etadi. Ammiak terini kuydiradi va yara hosil qiladi.

#### Nazorat savollari.

1. Ammiakning xossalarini ayting.
2. Ammiak sintezining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
3. Reaktor – sintez minorasining tuzilishi va ishlash printsiptini tushuntiring.
4. O'rtacha bosimda ammiak sintezi agregatining tuzilishi va ishlash printsiptini tushuntiring.
5. Suyuq ammiakni saqlash va tashish qanday amalga oshiriladi?

#### Mavzuga oid «Tayanch so'z va iboralar»

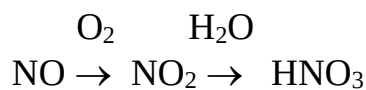
- |                                              |                                      |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Ammiakning xossalari                       | 4. O'rtacha bosimda ammiak sintezi   |
| 2 Ammiak sintezining fizik-kimyoviy asoslari | 5. Suyuq ammiakni saqlash va tashish |
| 3 Reaktor – sintez minorasi                  |                                      |

## 12-MA'RUZA

### MAVZU: NITRAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISH

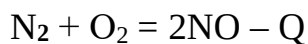
1. *Nitrat kislota ishlab chiqarish tarixi*
2. *Nitrat kislota ishlab chiqarish usullari*
3. *Ammiakni oksidlash*
4. *Nitrat kislota sintezi avtoklavi*
5. *Nitrat kislota saqlash va tashish*

**Nitrat kislota ishlab chiqarish tarixi.** Nitrat kislota XX asrning 20- yillarigacha, asosan, tabiiy selitradan olinar edi. Hozirgi vaqtda faqat azot (II)- oksid, NO dan olinadi, ya'ni:



Sanoatda azot (II)-oksid olishning amaliy jihatdan maqsadga muvofiq ikki yo'li mavjud:

- 1) NO ni to'g'ridan-to'g'ri azot va kisloroddan sintez qilish:



Bu proses elektr yoyi ta'sirida (2000°C) olib borilib, iqtisodiy jihatdan deyarli maqsadga muvofiq kelmaydi.

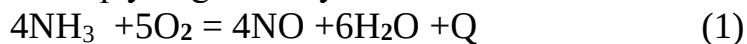
Hozir bu prosesni takomillashtirish ustida ilmiy tekshirish ishlari olib borilayotganiga qaramasdan, hali yaxshi natijalarga erishilgani yo'q. Lekin shunday bo'lsa ham, sanoatda tozava konsentrlangan nitrat kislota olishda bu usuldan foydalaniladi.

- 2) Ammiakni oksidlab NO hosil qilish. Bu usul 1839 yili nemis olimi Kyulman tomonidan kashf etilgan bo'lib, ko'p mamlakatlarda nitrat kislota olish uchun asosiy usul bo'lib qo'llanilib kelgan.

Sanoatda bu usul bilan, asosan, suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqariladi, u ikki bosqichdan iborat:

- a) ammiakning oksidlanib NO ga aylanishi;
- b) NO ni HNO<sub>3</sub> gacha qayta ishlab HNO<sub>3</sub> hosil qilish.

Ammiakning oksidlanishi quyidagi reaksiya bilan boradi:



Ammiak bilan kislorodning o'zaro ta'sirlashuvi yuqori temperaturada (800-900°C) mo'l miqdor kislorod hamda katalizatorlar ishtirokida tez boradi.

Bu proses 900°C da katalizator ishtirokisiz ham boradi, lekin bunda NO emas, elementar N<sub>2</sub> hosil bo'ladi:



Ammiakning NO gacha oksidlanishida eng yaxshi katalizator tarkibida 5—10% radiy metalli bor ingichka platina simdan ishlangan to'qimadir.

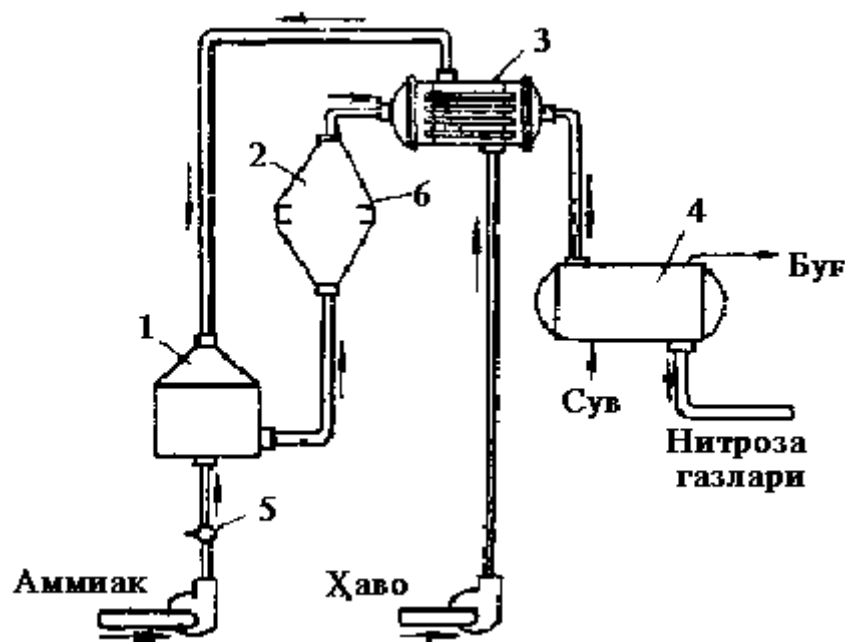
Platina birmuncha qimmat bo'lgani uchun hozirgi vaqtda bunday katalizatorlar turli aktivlovchi qo'shimchalar qo'shilgan kobalt yoki temir oksidlaridan tayyorlanadi.

Bu prosessda ishlatiladigan hamma katalizatorlar ham oz miqdordagi vodorod sulfid hamda boshqa kislotalar gazlariva chang ta'sirida tezda zaharlanib qoladi.

SHuning uchun ham bu prosessga kiritilayotgan havo, avvalo, suvva soda eritmasi bilan yuvilib, so'ng filtrlanadi.

Ventilyator yordamida berilayotgan havo trubkali issiq almashtirgich (3) ga (1-rasm) berilib, ma'lum darajada isitilgandan so'ng aralashtirgich (1) ga o'tkazilib, ammiak bilan aralashtiriladi.

Tayyorlangan gazlar aralashmasida 10—11% va 19% atrofida  $O_2$  bo'lishi kerak. Bu gazlar aralashmasi katalizator bilan to'ldirilgan (2) kontakt apparatiga o'tkaziladi. Apparatda 98%  $NH_3$  oksidlanib  $NO$  ga, 2%  $NH_3$  oksidlanib  $N_2$  ga (1va 2 reaksiyalarga ko'ra) aylanadi. Bunda reaksiya natijasida ajralib chiqayotgan issiqlik trubkali issiq almashtirgichni (3) isitishgava bug' olish uchun bug' qozoniga (4) beriladi. Ammiak va kislorod aralashmasida ammiakning miqdori 16% dan oshmasligi kerak, chunki tarkibida 16% dan ko'p ammiak bo'lgan ammiak-havo aralashmasi portlovchidir. Shuning uchun apparatga NNz kiritish oldidan uning miqdorini ko'rsatib turuvchi avtomat (5) o'rnatilgan. Gaz aralashtirgich (1) da ammiak miqdori 16% ga yaqinlashishi bilan kameraga  $NH_3$  kirishi avtomatik ravishda to'xtaydi.



12.1 – rasm. Ammiakni oksidlash sxemasi:

1 – aralashtirgich; 2 – kontakt apparati; 3 – issiqlik almashtirgich; 4 – bug' qozoni;  
5 – avtomatik ajratgich; 6 – platinali to'r

Yuqorida keltirilgan ustanovkadagi kontakt apparati (2) ammiakni oksidlash uchun qo'llanilayotgan katalizatorning turiga qarab har xil bo'lishi mumkin.

Biz ko'rayotgan kontakt apparatida katalizator sifatida platina to'qimasi (6) ishlatilgan. Apparatning konussimon pastki va yuqorigi qismlari xrom-nikelli po'latdan ishlangan. Bu apparatda katalizator to'qima 2—4 qavat qilib qo'yilgan.

Kobalt va temir oksid katalizatorlari bilan ishlaydigan kontakt apparatlarida bu katalizator (donalashtirilgan bo'lib) dona-dona shaklda to'r ustiga joylashtirilgan bo'ladi.



Hozir sanoatda ammiakni bosim ostida (1,5—10 atm) oksidlaydigan kontakt apparatlar ham bor. Bu apparatlarning ishlash mohiyati yuqorida ko'rib o'tilgan apparatning ishlash mohiyatidan farq qilmaydi. hamma apparatlar qalin devorli (bosimga chidamli) qilib ishlanadi.

Ammiakni oksidlash natijasida hosil bo'lgan NO ikki bosqich bilan  $\text{HNO}_3$  ga aylantiriladi, lekin ikkala bosqich ham bitta apparatda olib boriladi.

1-bosqich. NO ning  $\text{NO}_2$  gacha oksidlanishi;

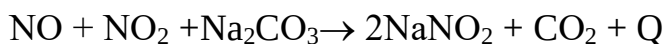
2-bosqich.  $\text{NO}_2$  ga suv ta'sir ettirilib, nitrat kislota hosil qilish:



Bu prosess natijasida nitrat kislota bilan birga NO ham hosil bo'ladi (bu shu usulning asosiy kamchiligidir).

Hosil bo'lgan NO yana birinchi bosqich orqali  $\text{NO}_2$  ga o'tkazilib, hosil bo'lgan  $\text{NO}_2$  yana suv bilan yutiriladi.

Shunday qilib, bu prosess natijasida birmuncha NO yo'qoladi. Buning oldini olish uchun ko'pincha suvli yutdirgich kolonkadan so'ng ishqorli kolonka qo'yilib, suvda yutilmay qolgan NO shu kolonkaga kiritiladi. Bunda quyidagicha reaksiya borib, NO va  $\text{NO}_2$  lar tuzga aylanadi:



$\text{NaNO}_2$  tuzi ham natriyli selitra ( $\text{NaNO}_3$ ) ga o'tkaziladi. Sanoatda ko'pincha soda o'rniga undan ancha arzon ohak suti  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  va uning suvdagi eritmasining aralashmasi ishlatiladi. Bunda  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  — kaltsiyli selitra hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan selitralar azotli o'g'it sifatida ishlatiladi. NO ni  $\text{HNO}_3$  ga aylantirishdagi ikkala bosqichning tezligi bosim ortishi va temperatura pasayishi bilan ortadi.

Azot oksidlari nasadkalar to'ldirilgan minoralarda (sulfat kislotani nitroza usulida olishdagi minoralar singari) olinadi.

Shu minoralarda NO  $\text{NO}_2$  gacha oksidlanadi. Buning uchun NO minoraga kirish oldidan unga havo qo'shiladi, Bu ustanovkada bosim 1 atm bo'ladi.

Nitrat kislota ishlab chiqarishda shunday minoralardan oltitasi ketma-ket qo'yiladi va ularda  $\text{NO}_2$  nitrat kislotaga aylanadi. Bu minoralardan har birining balandligi 20 m, diametri 5—6 m bo'lib, ular xrom-nikelli po'latdan ishlanadi va ichiga nasadka to'ldirilgan bo'ladi.

Nasadka kislotaga chidamli sopol g'ildirakchalardan iborat.

Gaz minoralarning pastki qismidan yuqoriga tomon harakat qilib, birin-ketin oltita minorani aylanib chiqadi. Bu vaqtda gaz oqimiga qarshi birinchi beshta minorada kislota eritmasi oqib turadi, oltinchi (oxirgi) minorada esa suv oqib turadi. Oltinchi minorada hosil bo'lgan suyuq kislota eritmasi sovitgichda sovitilib beshinchi minoraga beriladi; beshinchi minoradan chiqqan kislota eritmasi esa oldingidek sovitilib to'rtinchi minoraga beriladi va hokazo. Shunday qilib, birinchi minoradan tayyor mahsulot sifatida 49—50% li  $\text{HNO}_3$  olinadi.

Bu minoralarda azot oksidlarining 90% ga yaqini yutiladi. Oltinchi minoradan chiqqan azot oksidlari, yuqorida aytganimizdek, ishqorli minoralarga kiritiladi. Bu minoralarda azot oksidlarini yutuvchi sifatida soda eritmasi yoki ohak suti ishlatiladi. Shunday qilib, bu minoralarning hammasida azot oksidlarining 99 pro senti yutiladi.

Oz miqdorda qolgan azot oksidlari azot va kislorod bilan birgalikda qo'ng'ir rangli gaz hosil qilib havoga chiqib ketadi. Xuddi shu proses bosim ostida (1,5—10 *atm* ) olib borilsa, NO ning oksidlanishva hosil bo'lgan NO<sub>2</sub> ning yutilish tezligi bosimsiz olib borilgandagiga qaraganda bir necha o'n marta ortadi. Bu ikkala proses barbotaj deb ataladigan kolonkada olib boriladi. Bunda azot oksidlarining 98—99% i yutiladiva 60% li nitrat kislota hosil bo'ladi.

Barbotaj kolonnalarida gaz suyuqlik orqali o'tkaziladi. Bunda gazning suyuqlik bilan to'qnashuvi juda yaxshi boradi.

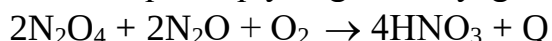
Yuqorida ko'rib chiqilgan usullarda faqatgina suyultirilgan nitrat kislota olinadi.

Konsentrlangan (96—98% li) nitrat kislota ikki usul bilan: a) suyultirilgan nitrat kislota eritmasini konsentrlash; b) azot oksidlaridan kislorodva suv ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri sintez qilish orqali olinadi. Odatda nitrat kislotaning suyultirilgan eritmasi bug'latish orqali konsentrlanadi. Bu proses natijasida faqatgina 68,4% li nitrat kislota olish mumkin. Agar eritmani bug'latish yana davom ettirilsa, eritmadan suv bilan birga azot oksidlari ham uchib chiqa boshlaydi.

Nitrat kislota eritmasini sulfat kislota ishtirokida konsentrlash ham mumkin. Bunda nitrat kislotava konsentrlangan sulfat kislota (kuporos moyi) kolonnaning yuqori qismidan beriladi, pastki qismidan esa isitish uchun suv bug'i yuboriladi. Bu issiqlik natijasida nitrat kislota bug'lanadi, uning bug'lari kolonna bo'ylab yuqoriga ko'tariladiva sovutilganda 98% li nitrat kislota hosil qiladi.

Konsentrlangan sulfat kislota nitrat kislotadagi suvnigina tortib olmasdan, shu bilan birga suv bug'larini ham yutib, 92% lidan 65—70% liga aylanadi. Suyulgan sulfat kislota kolonnaning pastki qismidan oqib chiqadiva u bug'latish yo'li bilan konsentrlanib yana kolonnaga beriladi. 1 tonna konsentrlangan nitrat kislota olishda 3-4 tonna sulfat kislota suyultiriladi. Bu suyulgan sulfat kislotani yana konsentrlashtirish iqtisodiy jihatdan ancha qimmatdir. SHuning uchun ham hozir konsentrlangan nitrat kislota to'g'ridan-to'g'ri sintez yo'li bilan olinadi.

Konsentrlangan nitrat kislota sintez qilish quyidagi reaksiyaga asoslangan:



Bu sintez avtoklav deb ataluvchi apparatlarda (zich bekiladigan hamda katta bosimga chidaydigan) 70—80 °C va 50 *atm*. bosimda olib boriladi.

Bu reaksiya uchun NO<sub>2</sub> ning konsentrlangan eritmasiva toza kislorod kerak. NO<sub>2</sub> ning konsentrlangan eritmasini olish uchun nitroza gazlaridagi azot (IV)-oksid 98% li nitrat kislotaga yut-tiriladiva tarkibida 30% gacha NO<sub>2</sub> bo'lgan nitrooleum NNO<sub>3</sub>×nNO<sub>2</sub> olinadi. Bu eritmani 80°C gacha qizdirib, undan konsentrlangan azot (IV)-oksid gaz holida olinadiva sovitib suyuqlantiriladi. Shundan keyin suyuq NO<sub>2</sub> suv va kislorod bilan birgalikda avtoklavga beriladi. Avtoklavda yuqori bosimva temperaturada bu moddalar o'zaro reaksiyaga kirishib, nitrat kislota hosil qiladi.

Avtoklavda olib boriladigan proses davriydir. Proses tamom bo'lgandan so'ng unda hosil bo'lgan 98% li nitrat kislota tayyor mahsulot sifatida omborlarga yuboriladi.

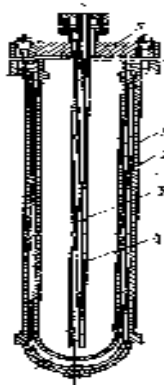
Sanoatda 3000 atmosfera bosimda ishlaydigan avtoklavlar ham bor.

Konsentrlangan nitrat kislota sintezi uchun qo'llaniladigan, davriy ravishda ishlaydigan avtoklav 15.27- rasmda keltirilgan.

Bu avtoklav hajmi 12 m<sup>3</sup> bo'lgan qalin devorli silindrik po'lat korpus (1), alyuminiydan yasalgan reaksion idish (2), alyuminiyli qoplama (3), ichki qismi

alyuminiy bilan qoplangan po‘lat qopqoq (4), shuningdek, azot (IV)-oksidning  $\text{HNO}_3$  dagi eritmasi va kislorod berish uchun truba (5) dan iborat.

Prosess tamom bo‘lgandan so‘ng tayyor mahsulot truba orqali chiqarib olinadi.



12.2 – rasm. Nitrat kislota sintez qilinadigan avtoklav:

1 – korpus; 2 – reaksiya idishi; 3 - qoplama; 4 - qopqoq; 5 - quvur

*Nitrat kislota ishlab chiqarish sanoatining texnika-iqtisodiy ko‘rsatkichlari.* Nitrat kislota ishlab chiqarish sanoatining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari kislota olinish usuli, kislota konsentrlash hamda xarajat ko‘rsatkichlari bilan belgilanadi.

Suyultirilgan nitrat kislota olishda NO ni bosim ostida oksidlashva suvga yuttirish usuli iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq keladi, chunki bunda:

- 1) ishqorga yuttirish prosessi bo‘lmaydi;
- 2) yuttirish kolonnalarining hajmi atmosfera bosimi ostida ishlaydigan kolonnalarning hajmiga nisbatan bir necha o‘n marta kichik bo‘ladi;
- 3) maxsus po‘latlar ishlatilmaydi, shu sababli ustanovalarni qurishga kam mablag‘ sarflanadi;
- 4) ustanovalarda ishlash va undagi prosslarni boshqarish oson. Lekin yuqori bosim ostida ishlaydigan ustanovalarda katalizator qisman isrof bo‘ladiva gaz bosimini hosil qilish uchun energiya sarflanadi. Shuning uchun hozir sanoatda kombinasiyalashtirilgan; usul, ya’ni NO ni  $\text{NO}_2$  gacha atmosfera bosimi ostida oksidlab, hosil bo‘lgan  $\text{NO}_2$  ni  $\text{HNO}_3$  ga bosim ostida o‘tkazish usuli keng yo‘lga qo‘yilmoqda.

Konsentrlangan nitrat kislota ishlab chiqarishda esa to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilish usuli texnika-iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Chunki suyuq nitrat kislota konsentrlash orqali konsentrlangan nitrat kislota olishda ko‘p yoqilg‘i sarf bo‘ladi (ayniqsa,  $\text{N}_2\text{SO}_4$  ni yana qaytadan konsentrlash vaqtida), hajm jihatdan juda katta bo‘lgan ustanovalar kerak va shu bilan birga bu ustanovalar kislotalar ta’siri ostida juda tez ishdan chiqadi.

Quyida suyultirilgan nitrat kislota dan 1 tonna konsentrlangan (100% liga hisoblanganda) nitrat kislota olish uchun sarf bo‘lgan xarajalar keltirilgan:

|                                           |                  |
|-------------------------------------------|------------------|
| Suyuq nitrat kislota (50% li)...          | 2,03—2,04 t      |
| Sulfat kislota (100% ga hisoblanganda)... | 3 t ga yaqin     |
| Shu jumladan isroflar ..                  | 10 — 12 kg       |
| Elektr energiyasi ..                      | 10 — 12 kv. soat |
| O‘ta to‘yingan bug‘ (bosimi 6 atm) ..     | 0,5 — 0,6 g      |

1- jadvalda turli usul bilan 1 t nitrat kislota ishlab chiqarish uchun sarf bo'lgan xom ashyo, materialva energiya xarajatlari keltirilgan.

1-jadval

1 t nitrat kislota uchun sarflangan taxminiy xarajat ko'efficientlari  
(100 % ga hisoblanganda)

| Xom ashyo yoki energiyaning nomi      | Suyultirilgan HNO <sub>3</sub>           |                                           | Konsentrlangan                                                   |
|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                       | Atmosfera bosimi ostida ishlab chiqarish | Bosim ostida ishlab chiqarish (R=5-8 atm) | NH <sub>3</sub> ni atmosfera bosimi ostida oksidlash yo'li bilan |
| Ammiak, kg . . . . .                  | 290-300                                  | 285-295                                   | 290                                                              |
| Elektr energiyasi, kvt-soat . . . . . | 70-80                                    | 350-500                                   | 250                                                              |
| Suv bug'i, t . . . . .                | 0,2                                      | 0,3-0,50                                  | 0,6                                                              |
| Suv, kub.m . . . . .                  | 80-100                                   | 120-160                                   | 200                                                              |
| Platina, g . . . . .                  | 0,05-0,06                                | 0,15-0,20                                 | 0,05-0,06                                                        |
| Kislorod, kub.m . . .                 | ---                                      | ---                                       | 150                                                              |

**Nitrat kislota saqlashva tashish.** Odatda 47—60% li HNO<sub>3</sub> zanglamaydigan po'latdan yasalgan rezervuarlarda, konsentrlangan (96—98% li) HNO<sub>3</sub> esa alyuminiy idishlarda saqlanadi.

Kuchsiz konsentrsiyali HNO<sub>3</sub> zanglamaydigan po'lat shisternalarda, 30—50 litrli shisha idishlarda, konsentrlanganlari esa alyuminiy shisternalarda tashiladi.

Ko'pincha konsentrlangan HNO<sub>3</sub> ga 7,5% kuporos yog'idan (melanj aralashmasi deyiladi) qo'shib uglerodli po'latdan yasalgan shisternalarda tashiladi.

## 13-MARUZA

### KARBAMID ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

Reja:

1. Karbamidning xossalari
2. Ammiak va karbonat angidriddan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslari
3. Karbamid ishlab chiqarish usullari
4. To'la suyuqlik retsiklida karbamid sintezi
5. Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish

Olim A.I.Bazarov tomonidan 1968 yilda ammiakning karbonat angidrid bilan o'zaro ta'sirida sodir bo'ladigan qaytar jarayon kashf etilgan:



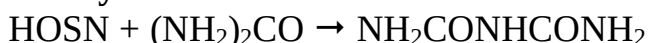
Natijada ammoniy karbamat va uning parchalanishi natijasida karbamid, xalq tili bilan aytilganda mochevina deb ataladigan modda hosil bo'ladi. Xozirgi paytda bu jarayondan butun dunyo amaliyotida foydalaniladi.

#### **Karbamidning xossalari**

Karbamid — karbonat kislotaning diamid tuzi bo'lib, mochevina deb ham ataladi. U rangsiz, hidsiz kristall modda bo'lib, 25 °C dagi zichligi 1330 kg/m<sup>3</sup> ga teng, 132,7°C da suyuqlanadi. Texnik maxsulot esa oq yoki sarg'ish rangli ignasimon rombik prizmatik shakldagi kristallardan iboratdir. Suyuqlanish haroratigacha atmosfera bosimida qizdirilganda ammiak gazi ajralib chiqishi bilan parchalanadi. Bu jarayonda dastavval ammoniy tsianat hosil bo'ladi, so'ngra tsianat kislota va ammiakgacha parchalanadi:



**Oddiy tsianat kislota karbamid bilan ta'sirlashib biuret hosil qiladi:**

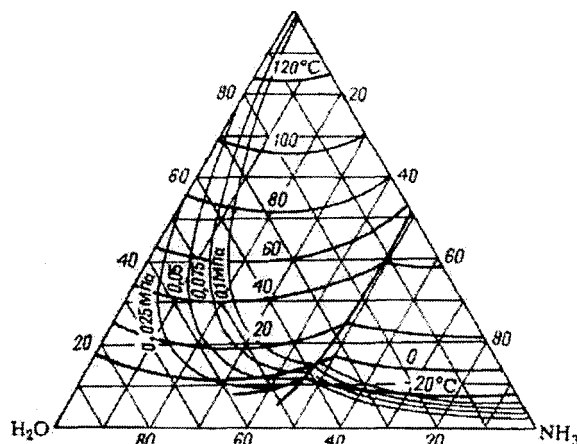
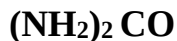


Ammiak ishtirokida biuret hosil bo'lishi sekinlashadi, lekin karbamidning o'zaro ta'siridan ham biuretlanish reaksiyasi sodir bo'lishi davom etaveradi:



Ammoniy nitrat qo'shilganda esa karbamid turg'unlanadi (stabillanadi).

16.28-rasmda ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO-NH<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O sistemasining xolat diagrammasi keltirilgan. Karbamid suvda, spirtida va suyuq ammiakda yaxshi eriydi. Uning to'yingan suvli eritmasida 20 °C xaroratda 51,8%, 60 °C; da 71,9% va 120 °C da 95,0% ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SO bo'ladi.



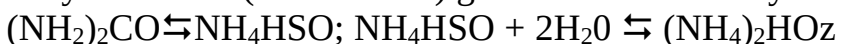
16.28-rasm.  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ - $\text{HNO}_3$ - $\text{H}_2\text{O}$  sistemasining holat diagrammasi.

Karbamid kuchsiz asos xossasiga ega bo'lganligi uchun ( $25^\circ\text{C}$  haroratdagi dissotsiatsiya konstantasi  $1,5 \cdot 10^{-14}$ ) kislotalar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi. Masalan, karbamid nitrat  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{HNO}_3$  suvda oz eriydi, qizdirilganda esa portlash bilan parchalanadi, karbamid fosfat  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{H}_3\text{RO}_4$  esa suvda yaxshi eriydi va to'la dissotsilanadi.

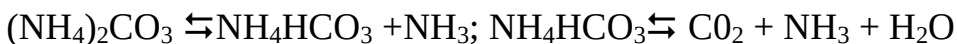
Karbamid ammiak bilan ta'sirlashib ammiakat  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{NH}_3$  hosil qiladi. Uning tarkibida 77,9% gacha karbamid bo'ladi va  $46^\circ\text{C}$  da inkongurent suyuqlanadi. Xaroratning ko'tarilishi bilan suyuq, ammiakda karbamidning eruvchanligi ortib boradi. Xarorat  $30^\circ\text{C}$  bo'lganda eruvchanlik suvdagiga nisbatan ham ko'proq bo'ladi.

Karbamid tuzlar bilan ham kompleks birikmalar hosil qiladi. Masalan,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  va  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{RO}_4)_2 \cdot 4(\text{NH}_2)_2\text{SO}$  larning har bir komionenta ham mineral o'g'it hisoblanadi.

Karbamid suvli eritmalarida  $80^\circ\text{C}$  haroratgacha turg'un, harorat ko'tarilganda esa u ammoniy izotsianat (tsianat — N) ga va undan ammoniy karbonatga aylanadi:



U esa ammoniy gidrokarbonatga, so'ngra ammiak va karbonat angidridga parchalanadi:



Karbamid tarkibida 46,6% N bo'lib, ballastsiz azotli o'g'it hisoblanadi. Karbamidning ammiakli selitrage nisbatan bir necha afzallik tomonlari: azot miqdorining ko'pligida, kam gigroskopikligida (gigroskopiklik nuqtasi  $20^\circ\text{C}$  da 80% ga teng), portlash xavfi yo'qligida va kam yopishkoqligida namoyon bo'ladi. Bundan tashqari uning tuproqda yuvilishi sekin kechadi.

Tuproqda karbamid namlik ta'sirida ammoniy karbonatga aylanadi va nordon (kislotali) tuproqni neytrallaydi. So'ngra mikroorganizmlar ta'sirida ammoniy ioni nitratlashadi va tuproqni nordonlashtiradi.

Karbamid tarkibidagi o'simlikka taksik ta'sir etadigan modda biuret hisoblanadi. Ayniqsa uning suvli eritmasini o'simlikka sepilganda uning tarkibida 0,25% dan ortiq, miqdordagi biuret bo'lsa, o'simlik barglari «kuyadi». Tuproqqa to'g'ridan —to'g'ri berilganda esa u zararsizdir.

Karbamid protein qo'shimchasi sifatida uglevodlari ko'p va oqsil miqdori kam bo'lgan chorva yemlariga ham qo'shiladi. U ozuqa yemda 25-30% gacha oqsil o'rnini bosa oladi.

Sanoatda sun'iy smola, plastmassalar, kley, lak, farmatsevtik preparatlar, gerbitsidlar tayyorlash va chorvachilikda oзуqalarga qo'shish uchun belgilangan standart bo'yicha A markali yuqori va birinchi kategoriyali donador va kristall shaklidagi karbamid ishlab chiqariladi. Maxsulot sifatidagi karbamid tarkibida belgilangan kategoriyaga mos holda: 46,3% va 46,2% N. 0,6% va 0,9% dan kam miqdorda biuret, 0,2% va 0,3% suv bo'ladi. Chorvachilik oзуqalari tayyorlashda ishlatiladigan karbamid tarkibida esa 3% gacha biuret bo'lishi belgilangan talab darajasiga javob bera oladi.

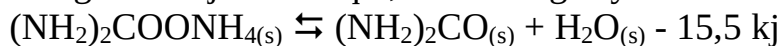
O'g'it sifatida ishlatiladigan karbamid esa B markada ishlab chiqariladi. Uning tarkibida 46,0% N 0,9% atrofida biuret va 0,25% gacha namlik bo'ladi. O'g'itning donadorligi esa: 1-4 mm li donachalar 94% dan kam emas, 1 mm li donachalar 5% dan ortiq emas. Uni 6 oygacha qopsiz saqlanganda ham yopishib qolmaydi.

### **Ammiak va karbonat angidriddan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslari.**

Karbamid 150-220°C xaroratda va 7-100 MPa bosimda ammiakga karbonat angidridni ta'sir ettirib olinadi. Bunda avval ammoniy karbamat hosil bo'ladi:



so'ngra suv ajralib chiqib, karbamidga aylanadi:



Jarayon ikkita faza chegarasida sodir bo'ladi: gaz holatidagi (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) va suyuq (suyuqlanma va erigan moddalar) ammiak, ammoniy karbamat, karbamid, ammoniy karbonat tuzlari) va suv.

Karbamid asosan suyuq fazada, ya'ni suyuqlangan ammoniy karbanatdan hosil bo'ladi. Chunki qattiq ammoniy karbamat qizdirilganda parchalanishi qiyindir. Ammoniy karbanatni hosil bo'lishi esa bosim oshishiga bog'liq, bo'ladi. Atmosfera bosimida va yuqori bo'lmagan xaroratda ammoniy karbanat hosil bo'lishi juda sekin kechadi. Bosim 10 MPa va xarorat 150 °C da esa juda tez sodir bo'ladi. Bunda ammoniy karbanatning karbamidga sintezi ham tezlashadi.

### **Karbamid ishlab chiqarish usullari.**

Karbamid sintezi natijasida suv, karbamid, ammoniy karbanat va ammoniy karbonatlari suyuqlanmasi va ortiqcha ammiak hosil bo'ladi. Ammoniy karbanati va karbonatlarini termik parchalash hamda ammiak va karbonat angidridni ajratish uchun suyuqlanmani distillyatsiya qilinadi. Olingan karbamidning suvli eritmasi qattiq mahsulotga aylantiriladi.

Ammiak va karbonat angidridning karbamidga o'tishi muvofiq ravishda 50% va 70% dan oshmaydi. Shuning uchun karbamid ishlab chiqarish faqatgina sintez sharoitlar (harorat, bosim, NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> nisbati) bilangina farqlanmay, balki suyuqlanma distillyatsiyasi gazlari bo'lmish ammiak va karbonat angidridni tutib qolish va ishlatish usullari bilan ham farqlanadi.

Yuqori quvvatli ammiakli selitra ishlab chiqarish bilan uyg'unlashgan kichik karbamid ishlab chiqarish korxonalarida distillyatsiya gazlari karbamid sintezi jarayoniga qaytarilmagan holda ochiq sxemada ishlaydi. Bunday holda distillyatsiya jarayoni bir bosqichda o'tkaziladi va gazlar aralashmasidagi ammiakning barcha qismi nitrat kislotasi bilan absorbttsiyalanadi.

Hozirgi zamon yuqori quvvatli takomillashgan karbamid ishlab chiqarish korxonalari yopiq, (tutashgan) sxemada ishlaydi va bunda barcha distillyatsiya

mahsulotlari karbamid sinteziga qaytariladi. Bunday sxemalarning takomillash agregatlar quvvatini oshirish va jarayon energiyasi zahirasidan unumli foydalanish yo'lidan bormokda.

Distillyatsiya gazlarini retsirkulyatsiyasi (tsiklga qaytarish) turli usullar bilan amalga oshiriladi: 1) gaz retsikli — distillyatsiya mahsulotlari gaz xolida qaytariladi;

2) qisman yoki to'la suyuq holdagi retsikl — tsiklga suyuq ammiak yoki ammoniy karbonat tuzlarining eritmalari (suspensiyalari) qaytariladi.

Ammiak va karbonat angdridni to'g'ridan-to'g'ri tsiklga qaytarish ancha mushkuldir. Chunki qattiq holatdagi ammoniy karbonat hosil bo'lishini oldini olish maqsadida aralashma yuqori haroratda (reaktordagi ishchi bosimiga) siqilishi kerak. Buning natijasida kompressorlar kuchli korroziyaga uchraydi. Shuning uchun gazlarni selektiv absorbentlar bilan ajratib olinadi. Absorberda gazlarni karbamid nitrat eritmasi bilan yuvish natijasida ammiakni tutib qolinadi. Gazlar aralashmasi tarkibida qolgan CO<sub>2</sub> tsiklga qaytariladi. Absorbatni desorberda regeneratsiya qilinganda ammiak ajralib chiqadi va tsiklga qaytariladi. Absorbent sifatida monoetanolamin NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH ishlatilganda esa, distillyatsiya gazi tarkibidagi CO<sub>2</sub> tutib qolinadi, ammiakni esa suyuqlantirilib tsiklga qaytariladi. Absorberdan chiqayotgan absorbatni qizdirish natijasida CO<sub>2</sub> ajratib olinadi va tsiklga qaytariladi. Regenerat esa yana absorberga qaytariladi.

Suyuqlik retsiklli jarayonlar amalda ko'proq tarqalgandir. Bunda distillyatsiya gazlari suvga yuttirilib, hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining kontsentrangan eritmasi karbamid sinteziga qaytariladi.

Eng takomillashgan usulda suyuqlanma distillyatsiyasi, ya'ni ammoniy karbonatning parchalanishi va ammiakni haydash sintez bosimi NH<sub>3</sub> yoki CO<sub>2</sub> oqimi bosim ostida amalga oshiriladi.

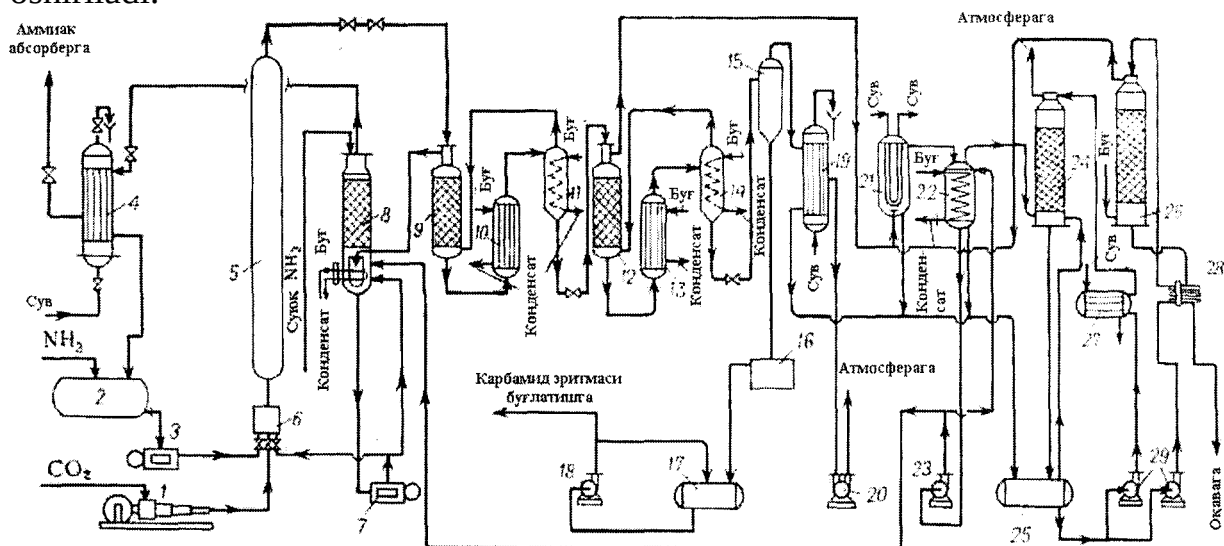
### **To'la suyuqlik retsiklida karbamid sintezi**

Suyuqlanmani ikki bosqichli distillyatsiyasi va suyuqlik retsiklli karbamid sintezi texnologik sxemasining variantlaridan birini ko'rib chiqamiz (16.29— rasm).

Mexanik qo'shimchalar, vodorod sul'fid, oltingugurtli organik birikmalardan tozalangan va quritilgan gaz holatidagi karbonat angidrid SO<sub>2</sub> turt bosqichli kompressor (1) yordamida ~20 MPa bosimda va 95-100°C da aralashtirgich 6 ga yuboriladi (agar zarurat bo'lsa, bosqichlardan birida SO<sub>3</sub> vodorod qo'shimchasidan tozalanadi). Aralashtirgichga 20 MPa bosim ostida plunjerli nasos 3 yordamida suyuq ammiak (90°C), plunjerli nasos 7 yordamida ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi (95°C) yuboriladi. Bu komponentlarni aralashtirish natijasida 175°C haroratda ammoniy karbamat hosil bo'la boshlaydi. So'ngra reaksiya aralashma (molyar nisbati — NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O = (3,8-4,5):1:(0,5-0,8) sintez qolonnasi 5 ga yuboriladi. Sintez kolonnasida 185°C harorat va 20 MPa bosimda ammoniy karbamat hosil bo'lishi va karbamidgacha parchalanishi amalga



oshiriladi.

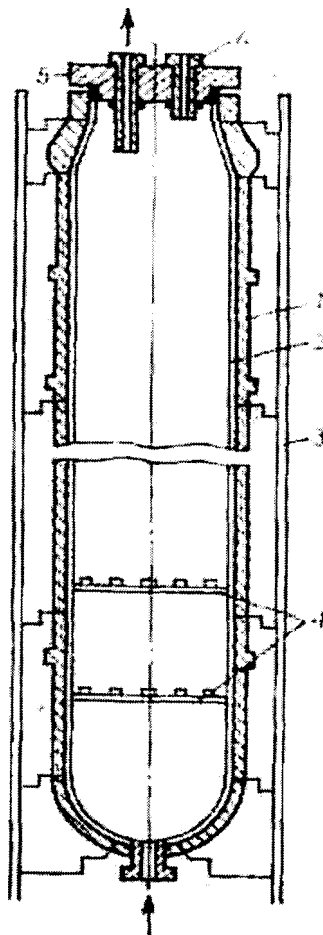


16.29- rasm. Suyuqlik retsiklida karbamid ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

1 – CO<sub>2</sub> uchun to'rt bosqichli kompressor; 2 — suyuq ammiak tankeri; 3 — ammiak uchun plunjerli nasos; 4 — 1-bosqich kondensatori; 5 — sintez kolonnasi; 6 — aralashatirgich; 7 — plunjerli nasos; 8— yuvuvchi kolonna; 9 — reftifikatsiya kollonnasi ( 1 –bosqichi) 10 - isitgich; 11 — (1-bosqich); separatori; 12 - Rektifikatsiya kolonnasi (2 - bosqich); 13-2-bosqich isitgichi; 14-2- bosqich separator; 15 - vakuum-bug'latgich; 16 — karbamid eritmasi uchun idish; 17 — moy ajratgich; 18 — markazdan qochma nasos; 19 — kondensator; 20 — vakuum-nasos; 21 — 2-bosqich kondensatori; 22 — rezervuar; 23 - markazdan qochma nasos; 24 — absorber; 25 — ammoniy karbonat tuzlari eritmasi uchun yig'gich; 26 - desorber; 27 — sovutgich; 28 — issiqlik amalashtirgich; 29 — markazdan qochma nasoslar.

Karbamid sintezi kolonnasi (6 — rasm) sferik taglikka ega bo'lgan tsilindrik jixoz (apparat) dan iborat bo'lib, u uglerodli legirlangan po'latdan tayyorlanadi.

Suyuqlanma to'qnashadigan ichki qismi xromnikel'molibdenli po'lat X17N16M3T yoki titan qoplama bilan ximoyalangan bo'ladi. Ko'p qatlamli yuqori bosim (25-30 MPa) ga chidamli korpus qismi uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Korroziyaga bardoshli titandan tayyorlangan ichki ximoya qismi sintez xaroratini 200°C gacha yetkazish imkoniyatini yaratadi. Ichki qatlam xolatini nazorat qilish uchun qolonna korpusida teshikchalar bo'lib, u umumiy qollektorga bog'lanadi. Reaksiyaga kirishuvchi massa qolonnaga ostidagi shtutserdan kiradi va yuqoridagi yassi qopqoqdagi shtutser tomon asta siljib boradi. Suyuqlanmani to'laroq aralashtirish uchun qolonnaning quyi qismida panjarali to'siqchalar o'rnatilgan. Quvvati (maxsuldorligi) 1250 t/sutka (450 .ming t/yil) bo'lgan agregatning o'lchamlari: diametri 2-2,5 m, balandligi 30-35 m (hajmi 160 m<sup>3</sup> gacha) bo'ladi.



Reagentlar

16.30— rasm. Karbamid sintez qolonnasi.

1- korpus; 2 — ximoya qatlami; 3 — ximoya qatlamining nazorat kollektori; 4 — panjara; 5 — qopqoq; 6 — termopara uchun shtutser.

Kolonnada hosil bo'lgan 30-31% li karbamid, 21-22% li ammoniy karbamat, 33-34% li ortiqcha ammiak va 16-17% suvdan iborat sintez suyuqlanmasi ikki bosqichli distillyatsiyaga yuboriladi. Har bir distillyatsiya agregatining bosqichi uchta jixozdan iborat: rektifikatsiya kolonnalari, isitgichlar va separatorlar (16.29— rasm). Kolonnadan chiqayotgan karbamid suyuqlanmasining bosimi 20 MPa dan 1,8-2,0 MPa gacha pasayadi va distillyatsiya agregati 1-bosqich rektifikatsiya qolonnasining yuqorisiga tushadi.

Bu yerda 120-125°C xaroratda undan ammiak gaz fazaga o'tadi. So'ngra issiqlik almashtirgich 10 da ammoniy karbanat suyuqlanmasi parchalanishi uchun 158-162°C gacha qizdiriladi. Hosil bo'lgan bug'-gaz aralashmasi separator 11 da ajratiladi. Gaz faza reftifikatsiya qolonnasi 9 ostiga qaytariladi. Suyuq faza esa bosimi 0,25-0,4 MPa gacha pasaytirilib, distillyatsiyaning 2-bosqichiga yuboriladi.

Reftifikatsiya qolonnasi 9 dan chiqadigan gaz faza (75-76%  $\text{NH}_3$ , 21-22%  $\text{CO}_2$  va 3% atrofida  $\text{H}_2\text{O}$ ) yuvuvchi qolonna 8 ostiga yuboriladi. Bu yerda bug' yordamida isitiluvchi isitgich yordamida 92-96°C xarorat ushlab turiladi. Bu yerga distillyatsiyaning 2-bosqichidan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi yuboriladi. Yuvuvchi kolonnada  $\text{CO}_2$  ning asosiy miqdori yuviladi va 38-45% .  $\text{NH}_3$ , 30-37%  $\text{CO}_2$ , 22-27%  $\text{H}_2\text{O}$  tarkibli kondensat hosil bo'ladi. Bu eritma nasos 7 yordamida siqiladi va 20 MPa bosimda aralashtirgich 6 ga yuboriladi.

Gaz xolatidagi ammiak 45-50°C xaroratda qolonna 8 ning to'ldirgichli yuqori qismida SO<sub>2</sub> dan tamomila ajratiladi. U kontsentrlangan ammiak (93-96% bilan yuvib turiladi va kondensator 4 ga yuboriladi. U yerda siqiladi va tanker 2 orqali tsiklga qaytariladi.

Kondensatsiyalanmagan gazlar (asosan N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) absorbttsiya sistemasida ammiak gazi qoldig'idan tozalanib, atmosfera bosimigacha pasaytiriladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Distillyatsiyaning 2-bosqichiga tushgan eritma 55-61% karbamid, 4-5 % ammoniy karbamat, 6-7% ortikcha ammiak va 28-35% suvdan iborat bo'ladi. Bu bosqichda ham distillyatsiya jarayoni xuddi 1-bosqichdagi kabi amalga oshiriladi, ya'ni eritma dastavval rektifikatsiya qolonnasi 12 dan o'tadi. Bunda eritma ammiakning bug'lanishi va ammoniy karbamatning parchalanishi tufayli 110°C ga qadar soviydi. So'ngra u isitgich 13 da 140-142°C gacha isiydi va separator 14 ga tushadi. Separatorda gaz va suyuq fazalar ajratiladi.

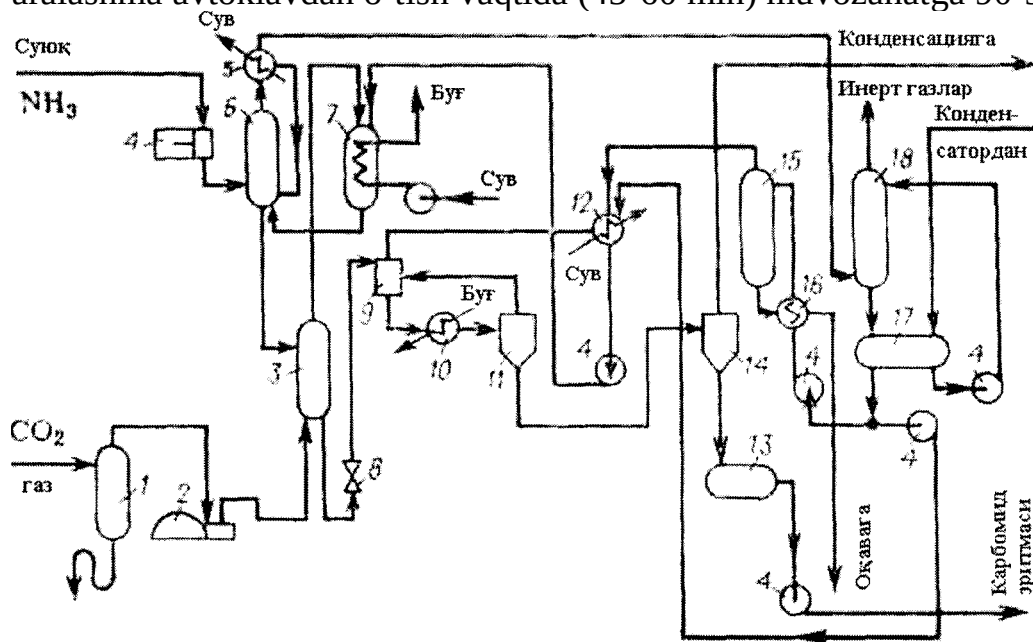
Distillyatsiyaning 2-bosqichida ammoniy karbanat parchalanishi hamda ammiak va karbonat angidrid xaydalishi tugallanadi. Bunda qolgan 70-72% karbamid separator 14 dan drosellanadi (bosimi tushiriladi) va vakuum -bug'latgich 15 ga tushadi. Bu yerda 40 mPa bosimda va bug'latish natijasida xarorat 90°S °C gacha pasayib, suyuqlanma kontsentratsiyasi 74-76% ga yetadi. So'ngra hosil qilingan eritma yig'gich 16 va moy ajratgich 17 orqali o'tib, tayyor mahsulot olish bo'linmasiga yuboriladi.

Rektifikatsiya qolonnasi 12 dan chiqayotgan 55-56% NH<sub>3</sub>, 24-25% CO<sub>2</sub> va 20-21% H<sub>2</sub>O tarkibli gaz faza kondensator 21 ga yuboriladi. Kondensatorda (40 °C) hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining kuchsiz eritmasi (33-50% NH<sub>3</sub>, 10-16% CO<sub>2</sub> va 35-55% H<sub>2</sub>O) rezervuar 22 orqali nasos 23 yordamida yuvuvchi qolonna 8 ga yuboriladi. Kondensator 21 dan chiqadigan gaz faza va boshqa (tarkibida NH<sub>3</sub> va CO<sub>2</sub> bo'lgan) gazlar absorber 24 ga yuboriladi. Absorberdan esa inert xolatidagi gazlar atmosferaga chiqib ketadi. Absorber 24 da hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi issiqlik almashtirgich 28 da 90-95 °C gacha isitiladi va desorber 26 ga yuboriladi. Bu yerda 0,3-0,4 MPa bosim va 135-145°S xaroratda qizdirilgan bug' yordamida bu birikmani NH<sub>3</sub> CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O ga to'la ajratiladi. Gaz holatidagi NH<sub>4</sub> va CO<sub>2</sub> suv bug'lari bilan birgalikda kondensatorning 2-bosqichi 21 ga yuboriladi. Qolgan suv esa oqavaga ketadi.

Keltirilgan sxemaning salbiy tomoni shundaki, unda ammoniy karbanatning karbamidga konversiya darajasi unchalik yuqori emas (62-65%), regeneratsiya sistemasi esa murakkab, sintez issiqligidan samarali foydalanish qiyinrokdir. SHuning uchun xozirgi paytda keng miqyosdagi takomillashgan jarayonlar qullanila boshlandi. Ularni stripping jarayonlar (inglizcha – xaydash) deb ataladi. Bu usul jarayonda ta'sirlashmagan NH<sub>3</sub> va CO<sub>2</sub> larning ko'p qismini sintez bosimida xaydash va kondensatsiyalashga asoslangan bo'lib, ishlab chiqarish sxemasini qisqartirish, sintez qismga qaytayotgan suvni kamaytirish va kondensatsiya issiqligidan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu jarayonlarda suyuqlanma distillyatsiyasi qarama-qarshi oqimdagi karbonat angidrid va ammiak bilan amalga oshiriladi. Bu esa suyuqlanma distillyatsiyasini pastroq xaroratda olib borishga va karbamidning gidrolizlanishiga barham berilishiga olib keladi.

Stripping-jarayonlar variantlaridan biri Gollandiya firmasining «Stamikarbon» usuli bo'lib, unda karbamid sintezi 13 MPa bosim va 180-190 °C xaroratda reaktor — avtoklav 6 da (16.31— rasm) amalga oshirilib, avtoklav 8-10 ta elakli to'siqlarga ega

bo'ladi. Unga suyuq xolatdagi ammiak va yuqori bosimli ammoniy karbamatning suv-ammiakli eritmasi kondensatorlar 5 va 7 dan yuboriladi 170 °C. Ta'sirlashuvchi aralashma avtoklavdan o'tish vaqtida (45-60 min) muvozanatga 90-95% erishiladi.



16.31— rasm. Stripping-jarayonda karbamid sintezi va suyuqlanma distillyatsiyasining proportsional sxemasi:

1,11,14 — separatorlar; 2 — kompressor; 3 — issiqlik almashtirgich — distillyator; 4 — nasoslar; 5,7 — yuqori bosimli kondensatorlar; 6 — reaktor; 8 — drossel klapani; 9 — rektifikatsiya kolonnasi; 10 — isitgich; 12 — yuqori bosimli kondensator; 13,17 — idishlar; 15 — desorber; 16 — issiqlik almashtirgich; 18 — skrubber.

Reaktordan chiqayotgan suyuqlanma (13 MPa da bug' bilan qizdirilgan (2,5 MPa da) CO<sub>2</sub> (unga korroziyaga karshi xavo qo'shiladi) bilan issiqlik almashtirgich — distillyator 3 da distillanadi. Distillyatordan chiqayotgan gazlar kondensator 7 ga yuboriladi. Bu yerda sintez bosimida ammoniy karbonat tuzlari eritmasining asosiy miqdori va past bosimli (0,35 MPa) bug' hosil bo'ladi. Ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi sintez qolonnasiga qaytariladi.

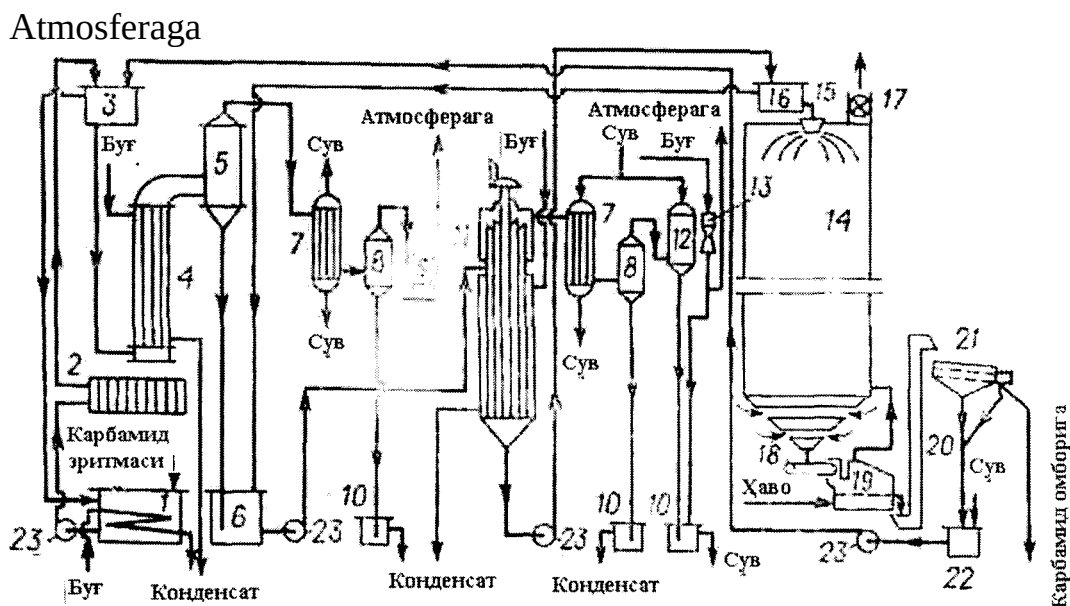
Kondensator 7 ga past bosimli kondensator 12 dan nasos yordamida bir qism ammoniy karbamat eritmasi yuboriladi. Sintezning avtotermikligini ta'minlash uchun suv berish yo'li bilan kondensatsiya darajasi 80% atrofida ushlab turiladi. Suyuqlanma issiqlik almashtirgich — distillyator 3 dan 0,3-0,4 MPa gacha dryusellanib (pasaytirilib) distillyatsiyaning 2-bosqichiga yuboriladi. Bu bosqich ham xuddi 1-bosqichdagi kabi ishlaydi.

### **Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish**

Karbamid sintezi reaksiyasida 1 mol ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO ga 1 mol H<sub>2</sub>O, ya'ni 1 kg karbamidga 0,3 kg suv to'g'ri keladi. Bu eritmani vakuum ostida bug'latilib, deyarli suvsiz suyuqlanma hosil qilinadi.

Yig'ich 1 dagi (16.32 — rasm) 74-76% li eritma mexanik qo'shimchalardan tozalash uchun fil'tr-press 2 va bak 3 orqali ikki bosqichli bug'latish jikozlaridan o'tadi. Biuret hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida bug'latish jarayoni minimal

xarorat va minimal vaqtda yupqa qatlamli (oqimli) bug'latish jixozlarida amalga oshiriladi. Suyuqlanma konsentratsiyasi avval 20-40 KPa bosim va 118-125 °C xaroratda 92-95% gacha, so'ngra esa 2,5-6,5 KPa bosimda va 135-140 °C xaroratda 99,5-99,8% ga yetkaziladi.



16.32 - rasm. Donadorlangan karbamid olish sxemasi:

1 - karbamid eritmasi uchun idish (yig'gich); 2 - press-fil'tr; 3,16 - baklar; 4 - birinchi bosqich bug'latish jixozining isitish kamerasi; 5 - separator; 6 - bug'langan eritma yig'gich; 7 - yuza kondensatori; 8 - tomchi tutgich; 9 - vakuum-nasos; 10 - barometrik bak; 11 - ikkinchi bosqich rotorli bug'latish jixozi; 12 - barometrik kondensator; 13 - bug' oqimli ejektor; 14 - donadorlash minorasi; 15 - donadorlagich; 17 - ventilyator; 18 - lentali transportyor; 19 - donachalarni qaynovchi qatlamda sovuggich; 20 - elevator; 22 - chang va yirik donachalarni baki; 23 - markazdan qochma nasos.

Birinchi bosqich qizdiruvchi kamera 4 va bug' separatori 5 dan iborat. Ikkinchi bosqich bug'latish jixozi esa 11 rotor turiga ega. Bunda vertikal bug'latish quvurida (bug' kuylagi ichida) rotor bo'ladi. U radial joylashgan plastinkalari bo'lgan vsrtikal o'qdan iborat. Uning aylanishi natijasida bug'lanuvchi eritma yuza bo'ylab yupqa qatlam xolida taqsimlanadi.

Karbamid suyuqlanmasi bug'latish jarayonining 2-bosqichidan donadorlash minorasi 14 ustidagi idish 16 ga yuboriladi. U bug' bilan isitib turiladi. Suyuqlanma idishdan donadorlarich 15 ga tushadi. Sochilayotgan tomchilar qarama-qarshi oqimli xavo ta'sirida donadorlanib quriydi. Donachalar 60-70 °C dan 40-50 °C xaroratgacha «qaynovchi qatlam» jixozida sovutiladi. Donachalar o'lchami 1-4 mm bo'lgan mahsulot minora ichidagi yoki yonma-yon joylashgan ikki elakli elagichda ajratiladi va qoplarga joylanib omborga yuboriladi. O'lchami 1 mm dan kichik va 4 mm dan katta bo'lgan donachalar (yoki kukun) bak 22 da yig'iladi. Ularni suvda eritilib tsiklga qaytariladi.

«Stamikarbon» stripping jarayon usuli buyicha 1 t karbamid ishlab chiqarish uchun 0,58 t  $\text{NH}_3$  (100% li), 0,75 t  $\text{CO}_2$  (100% li), 4,82 GDj bug', 65 m<sup>3</sup> sovituvchi suv va 480 MJ elektroenergiya sarf bo'ladi.

Tayanch so'zlar va iboralar.

Mochevina (karbamid), ammoniy karbamat, parchalash, sistema, distilyatsiya, ammoniy karbonat, biuret, to'la-suyuqlik retsikli, qolonna, stripping, donadorlangan karbamid.

Sinov savollari.

1. Karbamid olishni kim va qachon kashf qilgan?
2. Karbamid hosil bo'lishi qanday asosiy bosqichlardan iborat?
3. Karbamid olish qanday sharoitda olib boriladi?
4. Karbamidni olishni qanday usullari bor?
5. To'la suyuqlik retsiklida karbamid olish qanday bosqichlardan iborat?
6. Karbamid ishlab chiqarishda qanday jihozlar ishlatiladi?
7. Stripping jarayoni nima?
8. Karbamidni donadorlash sxemasida qanday asosiy jihozlar ishlatiladi?

# Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

## Наманган муҳандислик-технология институтини

«Кимёвий технология» кафедраси



### «Ноорганик моддалар кимёвий технологияси»

фанидан бакалаврлар учун амалий машғулотларни бажариш  
бўйича услубий қўлланма.

Мазкур услубий қўлланмада ноорганик моддалар, яъни сульфат кислота, минерал ўғитлар ва сода ишлаб чиқариш технологияси жараёнларининг баъзи бир асосий элементлари ва аналитик назорати бўйича назарий қисм, олтингугуртли хом ашёларни ёқиш иссиқлиги, ҳамда сульфат кислота ишлаб чиқаришда асосий хом ашё бўлган олтингугурт ангидридларини олиш бўйича назарий ва таҳлилий маълумотлар келтирилган. Мазкур услубий қўлланма Кимёвий технология таълим йўналишида таҳсил олаётган талабалар учун мўлжалланган.

Тузувчи: С.С. Зокиров

Тақризчи: Наманган Давлат Университети «Кимё» кафедраси доценти,  
т.ф.н. Т. Саттаров

«Кимёвий технология» кафедрасининг 2022 йил \_\_\_\_\_ августдаги №1 - сонли йиғилиш баённомаси билан тасдиқланган.

Наманган муҳандислик - технология институтининг 2022 йил \_\_\_\_\_даги № \_\_\_\_ сонли илмий-услубий кенгаш йиғилишида тасдиқланган.



# **1-Мавзу: САНОАТ ГАЗЛАРИНИ ОЛТИНГУГУРТЛИ БИРИКМАЛАРИДАН ТОЗАЛАШ**

**1.1. Таркибида водород сулфиди бўлган саноат газларини тозалаш.**

**1.2. Қуруқ усул.**

**1.3. Хўл усул.**

1.4. Циклик усул билан кучсиз ўчоқ газларини концентрациялаш

## **1.1. ТАРКИБИДА ВОДОРОД СУЛФИДИ БОР БЎЛГАН САНОАТ ГАЗЛАРИНИ ТОЗАЛАШ.**

Бундай газлар таркибига табиий газ, кокс гази, йулдош газ, нефтни қайта ишлаш газлари ва хоказолар киради. Булар таркибида водород сулфид газини бўлиши мутлоқ мумкин эмас, чунки бундай газлар боғланган азот бирикмалари ишлаб чиқариш санотида қулланадиган барча катализаторларни қайтмас захарлайди. Шунинг учун, бундай газлар водород сулфид газидан тозаланиши керак. Тозалаш 2 хил:

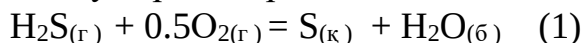
1. Қуруқ,

2. Хўл усулга булинади.

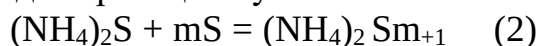
## **1.2. ҚУРУҚ УСУЛ**

Бу усул ҳам икки турга булинади:

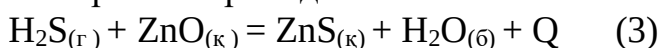
а) Активлаштирилган кумир иштирокида тозалаш:



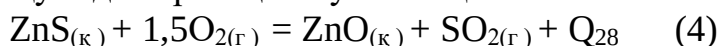
Бу ерда ҳосил булган S куп олтингугуртлик аммоний эритмаси билан экстракция қилинади, қуйидаги реакция бўйича:



б) ГИАП-10 катализатори иштирокида ютиш:



ZnS шу вақтга қадар заводларда ташландиқ сифатида ташланган. Бу эса атроф-муҳитни ифлослайди ва ишлаб чиқарилаётган боғланган азот маҳсулотларининг таннархини оширишга олиб келади. Бунинг олдини олиш учун ZnS ларни бир жойга туплаб, яъни сульфат кислота бор заводларда туплаб, уни кичик ўчоқларда қуйидаги реакция бўйича ёқиб:



Бу ZnO азот уғитлари заводларига олиб келиниб, яна қайта ишлатилиши мумкин. Ҳосил булган SO<sub>2</sub> дан арзон сульфат кислота олиш мумкин.

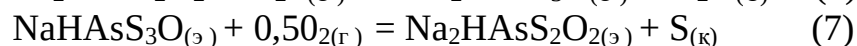
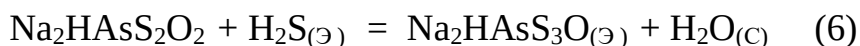
## **1.3. ХЎЛ УСУЛ.**

У ҳам 2 турдан иборатдир;

а) Нейтраллаш ёки поташли усул:



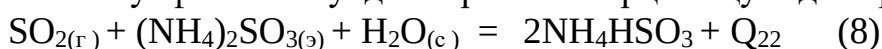
б) Оксидлаш усули, яъни тиосульфомишъякли кислотанинг натрийли тузи эритмаси билан тозалаш:



Бу реакциялар бўйича S пуфакча ҳолатида олиниб, бу пуфакчалар йиғиштирилиб, нам ҳолда олинади. Улар қуритилиб булингач, исьтеомолчига юборилади.

#### **1.4. ЦИКЛИК УСУЛ БИЛАН КУЧСИЗ ЎЧОҚ ГАЗЛАРИНИ КОНЦЕНТРАЦИЯЛАШ.**

у ерда таркибида 0,3-2,5% SO<sub>2</sub> гази булган чиқинди газларидан SO<sub>2</sub> газини аммоний бисульфитнинг сувдаги эритмаси орқали қуйидаги реакция бўйича:



юқори бўлмаган температураларда абсорбциялаб, ҳосил бўлган эритмани юқори температурада десорбциялаб, деярли 100% га яқин, юқори концентраланган SO<sub>2</sub> гази олинади.

Бу эритма SO<sub>2</sub> гази билан кучсиз бирикма бермоғи керак.

SO<sub>2</sub>га нисбатан ютиш қобилияти юқори булмоғи керак.

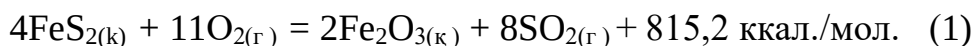
Бу ҳосил булган бирикма кимёвий жихатдан газ таркибидаги аралашмаларга инерт булмоғи керак.

Ҳосил булган бирикма температуранинг оз миқдорда узғаришидан парчаланиб кетиши керак.

Охирги вақтда аммоний сульфити эритмаси ўрнига аммофос пулпасини ишлатиш мумкинлиги маълум бўлди. Бу катта аҳамият касб этди. Бу эритма ундан ташқари, яна арзон бўлиши керак.

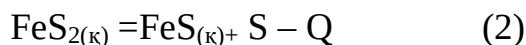
#### **2-Мавзу: ТЕМИР СУЛФИДИ ВА БОШҚА ОЛТИНГУГУРТЛИ ХОМ АШЁЛАРНИ ЁҚИШНИНГ ФИЗИК КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ.**

Хозирги вақтда МДХ давлатларида, Африкада сульфат кислота ишлаб чиқариш учун асосий хомашё темир сульфидидир. Шу муносабат билан темир сульфиди ёқишнинг айрим физик – кимёвий асослари билан танишамиз. Темир сульфиди оксидланиши умуман қуйидаги гетероген, амалий қайтмас ва экзотермик реакция бўйича амалга оширилади:

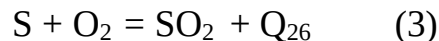


Бу реакция кўп молекулярли бўлганлиги учун назарий жихатдан тўғридан-тўғри амалга ошмайди ва у қуйидаги босқичдан иборат:

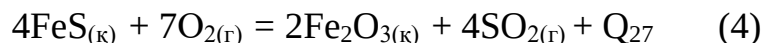
а) Аввалом бор FeS<sub>2</sub> диссоциацияга учрайди:



б) Сўнг олтингугурт хаводаги кислород билан осон реакцияга киради:



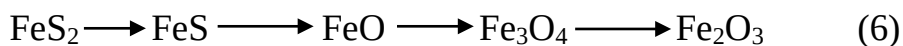
в) Аммо, FeS қийинлик билан оксидланади:



Бу ердаги (4) реакция ҳам амалга тўлиқ ошмайди, чунки реакция кўп молекулали реакциядир ва бу реакциянинг амалга оширишда қуйидаги босқичлар гипотезаси бордир. Агарда бу реакция нисбатан паст хароратларда амалга оширилса, қуйидаги босқичлар гипотезаси бордир:



паст температурада. Акс ҳолда:



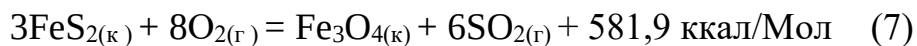
яъни юкори температурада.

СИ системасига кўра, бу ерда ҳосил бўлувчи темир занглари:

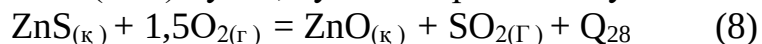
FeO-темир монооксиди

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-темир 3-оксиди; Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-темир 4-оксиди дейилади.

Агарда жараён юкори температурада ва олинаётган ўчоқ газы SO<sub>2</sub> нинг миқдори юкорироқ бўлса, у вақтда FeS<sub>2</sub> ни оксидланиши қуйидаги реакция бўйича кетади:

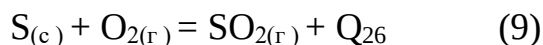


Шундай қилиб, FeS<sub>2</sub> ёнганда, натижада, таркибида SO<sub>2</sub> ва ундан ташқари бир қатор аралашмалари бўлган ўчоқ газы ва темир занглари, металл сульфатлари, оксидлари, кум ва бошқалардан иборат қаттиқ, чангсимон чиқинди, ҳосил бўлар экан. Колчедан таркибидаги карбонатлар колчеданни ёниш жараёнида термик диссоциацияга учрайди ва натижада металл оксиди ва CO<sub>2</sub> газы ажралиб чиқади. Бу газнинг чиқиши ўчоқ газы таркибидаги SO<sub>2</sub> нинг миқдорини сийраклаштиради. Бу эса ёмон, чунки инерт газлар кўпайиб кетган бўлади. Кўмирли колчеданлар ёқилганда эса ўчоқ газы таркибида SO<sub>2</sub> газы билан бирга яна кўшимча CO<sub>2</sub> пайдо бўлади. Бу ҳам ёмон. Агарда колчедан таркибидаги рух алдами (ZnS) бўлса, қуйидаги реакция бўйича ёнади:

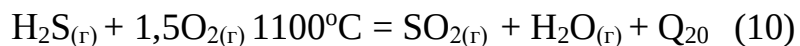


Натижада темир занги таркибида рух оксиди пайдо бўлади. Агарда S ёндирса. Қуйидаги реакция бўйича боради:

Бу реакция 1100°Сда амалга оширилади;



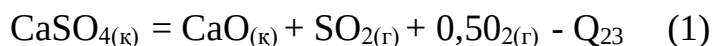
Агарда хомашё сифатида H<sub>2</sub>S газы ишлатилса, у қуйидагича ёнади:



Бу ердан кўриниб турибдики, хомашё сифатида S ва  $\text{H}_2\text{S}$  ишлатилса, фақат ўчоқ газини олиниб, қаттиқ чиқинди ҳосил бўлмас экан. Бу эса ўчоқ газини тозалашни ва олинаятган  $\text{H}_2\text{SO}_4$  таннариhini арзонлаштиради.

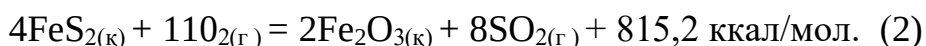
### 3-Мавзу: ОЛТИНГУГУРТЛИ ХОМАШЁЛАРНИ ЁҚИШ ИССИҚЛИГИ.

Умуман барча S ли хомашёларни ёниш реакцияси юқорида кўриб ўтилганидек, экзотермик бўлиб, иссиқлик чиқиши билан кетади. Фақат сульфатларнинг диссоцияциясигина эндотермик бўлиб, катта иссиқлик ютиш билан кетади.



Шунинг учун, табиий сульфатлар ва гипслар ҳозирги вақтда хом-ашё сифатида ишлатилмайди. Бундан фосфогипс мустаснодир, чунки фосфогипс жуда кўплаб микдорда ҳар йили саноат миқёсида ажралиб чиқиб, кўплаб гектар майдонларни ва атроф муҳитни ифлослантираяпти.

Шунинг учун, у келажакда хом-ашё сифатида ишлатилади. Ҳар қандай олтингугуртли хом-ашёни ёқиш иссиқлигини билиш учун уни ёқиш реакциясини ёзмок керак, яъни термохимик тенгламасини тузмок керак:



$$4 \cdot 120 \quad 11 \cdot 32 \quad 2 \cdot 160 \quad 8 \cdot 64$$

Хомашёни ёниш иссиқлиги икки хил бўлади.

1. Назарий.- Q наз.

2. Амалий ёниш иссиқлиги .-q амалий,

1. Назарий ёниш иссиқлиги;

$$Q_{\text{назарий}} = \frac{815,2 \times 1000 \text{ грамм}}{53,46} = 1700 \text{ ккал/кг FeS}_2 \quad (3)$$

Яъни, 1кг кимёвий тоза  $\text{FeS}_2$  ёқишда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори назарий ёқиш иссиқлик миқдоридир.

2. Юқоридаги реакция гетероген бўлгани учун ва унинг кетиши бир қатор омилларга боғлиқ бўлгани учун амалиётда бу реакция тўлиқ кетмайди.

Шунинг учун, кўпроқ амалий ёниш иссиқлигидан фойдаланилади. Бунинг учун, биз қуйидаги тенгламани ечамиз:

$$q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{1700 \cdot P_{s(\text{ё})} \%}{53,46} = 31,8 P_{s(\text{ё})} \text{ ккал/кг FeS}_2 \quad (4)$$

Бу ерда –  $P_{s(\text{ё})}$  – ёнган олтингугуртнинг проценти. Бу келтирилган тенглама  $\text{FeS}_2$  ни ёнишдаги ҳосил бўлаётган темир зангининг қандай турда ҳосил

бўлишига боғлиқдир. Агарда темир занги сифатида  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ҳосил бўладиган бўлса, ёниш иссиқлиги қуйидагича белгиланади:

$$q\text{Fe}_3\text{O}_4 = 30,2 * P_{s(\text{ё})} \text{ ккал/кг FeS}_2 \quad (5)$$

Агарда олтингугурт рудаси ишлатилса:

$$Q_S = 22,11 * P_{s(\text{ё})} \text{ ккал/кг S рудаси.} \quad (6)$$

Агарда рух алдами ишлатилса

$$Q_{\text{ZnS}} = 35 * P_{s(\text{ё})} \text{ ккал/кг ZnS} \quad (7)$$

$P_{s(\text{ё})}$  қуйидагича топилади:

$$P_{s(\text{ё})} = P_{s(a)} - X * P_{s(3)} = \% \quad (8)$$

$P_{s(A)}$ -Сли хомашёдаги S нинг амалий миқдори, % ҳисобида.

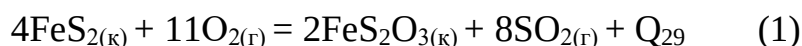
$P_{s(3)}$ -ҳосил бўлаётган занг (чиқинди) таркибидаги S миқдори, %да

X-темир зангини ёки бирон -бир қаттиқ оксидни амалий чиқими, бирлик улушда ҳисобланади.

Ҳосил бўлаётган иссиқлик миқдорларининг бир қисми аввало сульфат кислота ишлаб чиқариш жараёнида, қолган қисми қўшни корхоналарга берилади.

#### **4-Мавзу: КОЛЧЕДАН ВА БОШҚА ОЛТИНГУГУРТЛИ МОДДАЛАРНИ ЁҚҚАНДА ҲОСИЛ БЎЛАДИГАН ЗАНГНИНГ ЧИҚИШИ.**

$\text{FeS}_2$  ни ёнганда ҳосил бўлувчи занг қуйидаги реакция:



Бўйича ҳосил бўлиб, унинг таркибида асосан  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  бўлиб, ундан ташқари юқоридаги реакциянинг тўлиқ кетмаслиги натижасида  $\text{FeS}_2$  нинг бир қисми ва  $\text{FeS}_2$  нинг таркибида бўлган ёнмайдиган аралашмалар ҳам бутунлай ўтади.  $\text{FeS}_2$  ёнганда ҳосил бўлувчи зангнинг чиқишини топиш учун унинг кимёвий реакциясидан фойдаланамиз ва унда қатнашувчи моддаларнинг молекуляр оғирликларидан ҳам фойдаланамиз; Fe занги чиқиши 2 хил бўлади:

а) назарий чиқиши

б) амалий чиқиши

Темир зангининг назарий чиқишини топиш учун кимёвий реакция бўйича ҳосил бўлаётган темир зангининг миқдорини темир бисулфиди миқдориға бўламиз:

$$a = \frac{2 * 160 \text{ г}}{4 * 120 \text{ г}} = 0,666 \text{ б. у.} \quad (2)$$

Бу ерда юқорида келтирилган кимёвий реакция идеал равишда тўлиқ кетади, деб фараз қилинади, ҳамда колчедан ва темир занглари тоза, деб фараз

қилинади. Аммо, амалиётда бундай шароит ҳеч қачон бўлмайди, чунки таркибида доимо қандайдир аралашмалар бўлади ва унинг ёниш реакцияси ҳеч қачон тўлиқ кетмайди. Шунинг учун, колчеданларнинг амалий чиқишини – «X» деб белгилаб, қуйидаги умумий тенглама орқали аниқланади:

$$X = \frac{P_s(H) - (1-a) P_s(a)}{P_s(H) - (1-a) P_s(3)} = \text{бирлик улушларда} \quad (3)$$

Бу ерда:

$P_{s(3)}$  – ҳосил бўлаётган зангдаги олтингугуртнинг % миқдори

$P_s(a)$  – колчедандаги олтингугуртнинг амалий % миқдори;

$P_s(H)$  – колчедандаги олтингугуртнинг назарий % миқдори;

$P_s(H) = 53,46\% S$

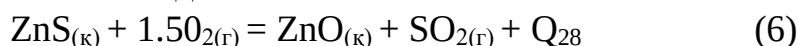
а) зангнинг назарий чиқиши, бирлик улушида. Бу ерда зангнинг амалий чиқишини аниқлаш, юқорида келтирилган кимёвий реакциялар турига боғлиқ ва ундан занг ёки чиқинди қандай ҳолатда бўляпти- шуларга боғлиқ. Агарда занг  $Fe_2SO_3$  ҳолида бўлса, бу тенглама қуйидагича булади:

$$X = \frac{160 - P_{s(a)}}{160 - P_{s(3)}} = \text{бирлик улушда} \quad (4)$$

Агарда занг  $Fe_3O_4$  ҳолида бўлса:

$$X(Fe_3O_4) = \frac{148 - P_{s(a)}}{148 - P_{s(3)}} = \text{бирлик улушда} \quad (5)$$

Агарда  $ZnS$  дан олинганда:



$$X(ZnO) = \frac{195 - P_{s(a)}}{195 - P_{s(3)}} = \text{бирлик улушда} \quad (7)$$

Кўмирли колчедан ёндирилганда; ( $Fe_2O_3$  га нисбатан):

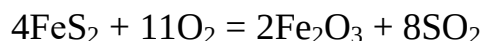
$$X(Fe_2O_3) = \frac{160 - P_{s(a)} - 1,6P_c}{160 - P_{s(3)}} = \text{бирлик улушда} \quad (8)$$

$P_c$  – кўмирли колчеданда углероднинг % миқдори.

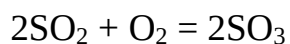
## 5-Мавзу: Колчеданни қуйдириб сульфат кислотасини олиш

**Ишни мақсади:** Олтингугурт колчеданини куйдириш орқали сулфат кислота олиш. Ҳарорат ва ортиқча ҳавони, сульфид рудаларидаги олтингугурт миқдорини, ҳамда заррачалар ўлчамининг вақт бўйича печь газы таркибидаги  $\text{SO}_2$  концентрациясини ёки печнинг ишлаб чиқариш қувватини ўзгаришини ифодаловчи куйдириш тезлигига таъсирини ўрганиш.

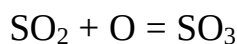
**Сулфат кислота олиш тавсифи.**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ишлаб чиқаришда  $\text{SO}_2$  ни олиш учун сульфид рудалари куйдирилади. Олтингугурт колчеданини ( $\text{FeS}_2$ ) куйдириш қонуниятларини, қолган барча сульфидларни куйдириш учун қўлласа бўлади. Сульфид рудаларининг умумий куйдириш тезлиги, бошқа юқори ҳароратли жараёнлар каби ҳаво кислородини диффузияси ва  $\text{SO}_2$  нинг реакцион зонадан олиб чиқиб кетиш билан белгиланади. Колчеданни куйдиришнинг умумий кимёвий реакцияси қуйидагича:



Масса узатиш коэффициентини, печдаги ҳароратни ва интенсив юқори гидродинамик режимни кўтариш билан амалга ошириш мумкин.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  олиш учун  $\text{SO}_2$  ни  $\text{SO}_3$  гача оксидлаш керак. Саноатда бу жараён контакт аппаратда ванадий катализатори ёрдамида амалга оширилади:



Моделлаштирилган жиҳозда эса бу жараён абсорбцион колонкада олиб борилади, бу колонкага 50 мл 9% ли  $\text{H}_2\text{O}_2$  эритмаси қуйилади.  $\text{H}_2\text{O}_2$  беқарор модда бўлиб, у  $\text{H}_2\text{O}$  ва кислородга парчаланади. Парчаланиш вақтида сониянинг юздан бир улушида кислород атомар ҳолда бўлади, бу атомар кислород жуда фаол бўлиб  $\text{SO}_2$ -ни  $\text{SO}_3$ -га қадар оксидлайди:



$\text{SO}_3$  сув билан реакцияга киришиб  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ни ҳосил қилади:



Бу ҳосил бўлган кислота миқдорини 0,5н  $\text{NaOH}$  эритмаси билан титрлаб аниқланади.

### **Жиҳознинг баёни ва ишни ўтказиш усули.**

Колчедан ёки сульфид рудасини куйдириш учун электр иситгич (1) билан жиҳозланган горизонтал ҳолдаги қувурли печь (2) ишлатилади. Печь ток

манбаига ЛАТР (10) ва амперметр (9) орқали уланади. Лаборатория автотрансформатори билан электрпечни иситиш бошқарилади. Ҳарорат термopара (4) билан ўлчанади ва кўрсатувчи потенциометр (5) билан назорат қилинади. Колчедан ёки сульфид рудасини куйдириш учун керак бўлган ҳаво печь ва бутун жиҳоз орқали сувли-оқим насоси ёрдамида ҳаракат қилади. Олдиндан хона ҳароратида ҳисобланган градировка қилинган реометр (1) ёрдамида ҳавонинг ҳажмий тезлиги ўлчанади. Электрпечга ўрнатилган кварц идишда колчедан ёки сульфид рудасини ёниш реакцияси амалга оширилади. Най иккала томонидан резина тиқин орқали зич қилиб ёпилган бўлиб, биринчиси орқали термopара (4), иккинчиси орқали эса кварц най ўтказилган. Кварц най икки қават бўлиб, кичик ва катта диаметрлидир. Куйдириш ҳароратига етгандан сўнг сульфид рудаси ёки колчедан намунаси (1-2 г) фарфорли идишга (3) солиниб, реакторга (11) жойланади. Ҳаво катта диаметрли кварц най орқали ва найлараро бўшлиқ орқали реакция зонасига келади. Кичик диаметрли кварц най орқали сув-орим насоси ёрдамида  $\text{SO}_2$  реакция зонасидан кучсиз  $\text{H}_2\text{O}_2$  эритмаси солинган абсорберга (7) юборилади.

Ҳосил бўлган сульфат кислота миқдорини  $\text{NaOH}$  нинг титрлашга кетган миқдори билан аниқланади.

$$\text{Гр.экв } \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Гр.экв } \text{NaOH} = \text{П} \cdot 0,005 \cdot \Phi.$$

Колчедандаги S-ни аниқлаш учун 1 г колчедан  $550\text{--}600^\circ\text{C}$ -да ярим соат давомида куйдирилади ва қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$S(\%) = (\text{П} \cdot 0,0005 \cdot \Phi \cdot 16 \cdot 100) / a = 0,8 \cdot \text{П} \cdot \Phi.$$

П-титрлашга сарфланган 0,5н  $\text{NaOH}$  эритмасининг миқдори, мл;

$\Phi$ -0,5н  $\text{NaOH}$  нинг фактори, яъни 0,5  $\text{NaOH}$  нормаллигини тўғирлаш коэффициент.

0,0005-1мл эритмадаги  $\text{NaOH}$  эквивалентининг грамм миқдори.

a-колчедан ёки сульфид рудаси намунасининг оғирлиги, г;

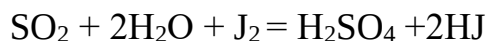
16- 1 г.экв  $\text{H}_2\text{SO}_4$  га тўғри келувчи S-нинг миқдори.

Ҳар хил ҳарорат ёки ҳавонинг ҳажмий тезликларида колчедан ёки сульфид рудаларининг куйиш тезлигини аниқлаш учун юқорида келтирилган жиҳозга 2 та абсорбцион колонка қўшилади ва уларга маълум миқдорда крахмал билан рангли



ҳолатга келтирилган 0,1н J<sub>2</sub> эритмаси қуйилади, ҳамда 1-нчи абсорбер билан параллел равишда ўлчанади. Ҳар бир абсорбер орқали кетма-кет равишда, эритма рангсизлангунча газ ўтказилади. Ҳар бир рангсизланишга кетган вақт ўлчанади. Ҳар бир тажриба аниқ белгиланган ҳарорат ва ҳавонинг ҳажмий тезлигида ўтказилади.

Эритмадаги J<sub>2</sub> билан қуйидаги реакция кетади:



Тажриба натижалари асосида ҳар хил ҳароратда ёнган олтингугурт миқдорнинг вақтга боғлиқлик кўринишидаги кинетик эгри чизирларини графиклари чизилади.

$$G = 0,0016 \cdot \Pi \cdot \Phi.$$

G – ёнган олтингугуртнинг миқдор, г;

0,0016 – 1 мл 0,1н J<sub>2</sub> эритмасига тўғри келувчи ёнган олтингугуртнинг миқдор;

Π - йод эритмасининг миқдор, мл;

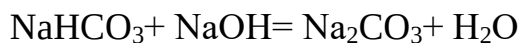
Φ – йод эритмасининг фактори, яъни нормал концентрациясини тўғирлаш коэффициенти.

### Назорат саволлари:

1. Саноатда H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ишлаб чиқаришда қандай хом-ашёлар ишлатилади?.
2. H<sub>2</sub>S, S ва сульфид рудаларининг ёниш реакцияларини ёзинг.
3. SO<sub>2</sub> ни SO<sub>3</sub> га радар оксидлашнинг саноат усуллари.
4. SO<sub>2</sub> ни йод билан реакциясини ёзинг.
5. Сульфидли рудаларнинг ёниш тезлиги қандай аниқланади?.
6. Ҳосил бўлган сульфат кислота миқдор қандай аниқланади? Формуласини ёзинг.
7. Колчедандаги олтингугурт миқдор қандай аниқланади? Формуласини ёзинг.
8. Куйдириш натижасида ёнган олтингугурт миқдори қандай аниқланади? Формуласини ёзинг.

**6-Мавзу: ХОМ БИКАРБОНАТДАГИ NaHCO<sub>3</sub> ВА Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> МИҚДОРНИ АНИҚЛАШ.**

Хом бикарбонатдан  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ва  $\text{NaHCO}_3$  миқдорларини алоҳида аниқлаш қуйидаги реакцияларга мувофиқ. Уларнинг умумий ишқорийликларини бир намунада аниқлаб ва иккинчи намунада натрий ва аммоний бикарбонатларини  $\text{NaOH}$  эритмаси билан карбонатларга қуйидаги реакция асосида ўтказишга асосланган:



Намуна таркибида олдиндан бор ва реакция натижасида ҳосил бўлган натрий карбонат барий хлорид билан чўктирилади.  $\text{NaOH}$  нинг ортиқчаси ( $\text{HCO}_3$  билан реакцияга кирмай қолган қисми ) ва ҳосил бўлган  $\text{NH}_4\text{OH}$  кислота билан фенолфтаелин индикатори иштирокида титрланади. Боғланган  $\text{NaOH}$  нинг миқдорига қараб эритмадаги  $\text{HCO}_3$  ионларининг миқдори ҳисоблаб топилади. Эритманинг умумий ишқорийлиги ва бикарбонат ионлари миқдори айирмаси  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  миқдорини беради. Натрий бикарбонат миқдори  $\text{HCO}_3$  ионининг умумий миқдори  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  нинг айирмаси деб ҳисобланади.

Реактивлар

Туз кислотаси 0,1н

Ўювчи натрий, 1н

Метил оранж- индикатор 0,1%

Барий хлорид, 10%

Фенолфтаелин индикатор 1% ли спиртли эритма.

Тахлил тартиби. 5-10 г. Хом бикарбонат эритилган 100мл хажмли ўлчов колбасидан эритманинг умумий ишқорийлиги 1н  $\text{HCl}$  билан метил оранж индикатори титрлаб аниқланади. Иккинчи колбага бюреткада 20мл 1н  $\text{NaOH}$  эритмаси ва 40мл 10%ли  $\text{BaCl}_2$  эритмаси қўшилади ҳамда 2-3 томчи

фенолфтаелин индикатори томизилади ва NaOH ни ортиқчаси 1Н NaOH билан титрланади.

Хисоб-китоб

NaHCO<sub>3</sub> ва Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> г-экв/г да хисобланади:

$$C_{\text{ум.ишқ.}} = \frac{V_1 K_1 H \cdot 100}{m \cdot 20 \cdot 1000}$$

$$C_{\text{HCO}_3} = \frac{(V_2 K_2 - V_3 V_3)}{m \cdot 20 \cdot 1000}$$

$$G_{\text{NaHCO}_3} = G_{\text{ум.ишқ.}} - G_{\text{HCO}_3^-}$$

Ёки оғирлик миқдори фоизларда.

$$G_{\text{NaHCO}_3} = G_{\text{ум.ишқ.}} - G_{\text{HCO}_3^-} \cdot 53 \cdot 100$$

$$G_{\text{NaHCO}_3} = \frac{(V_2 K_2 - V_3 V_3) \cdot H \cdot 100}{m \cdot 20 \cdot 1000} \cdot 84 \cdot 100 - \% \text{NH}_4\text{HCO}_3 \cdot 1,06$$

Бу ерда:

V<sub>1</sub> - наmunанинг умумий ишқорлилигини аниқлашга сарфланган HCl миқдори, мл;

K<sub>1</sub> - метил оранж билан титрлашда HCl эритмасининг нормаллигини тўғрилаш коэффициенти;

М-кислота ва ишқорнинг нормалиги;

М-хом бикарбонатнинг миқдори;

Г\*1000 эритманинг концентрациясининг г экв/г да ифодалаш коэффициенти;

V<sub>2</sub> - бикарбонатдан карбонатга ўтказиш учун олинган NaOH миқдори, мл;

K<sub>2</sub> - фенолфтаелин билан титрлашда NaOH эритмасини нормаллаштириш коэффициенти;

V<sub>3</sub> - NaOH эритмасининг ортиқчасини титрлаш учун сарфланган миқдори, мл;

K<sub>3</sub> - фенолфтаелин билан титрланганда HCl эритмасининг нормаллилигини тўғрилаш коэффициенти;

1,06=  $\text{Na}_4\text{HCO}_3$  ни  $\text{NaHCO}_3$  га айлантириб ҳисоблаш коэффициентини.

Хом бикарбонатнинг намлиги қуйидаги айирма орқали ҳисоблаб аниқланади:

$$W = (100 - \% \text{NaHCO}_3 - \% \text{Na}_4\text{HCO}_3 - \% \text{NaCl}) \text{ вес.}\%$$

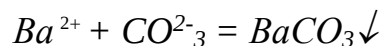
Бикарбонатдан қанча сода олиш қуйидагича аниқланади:

$$\text{Na}_2\text{HCO}_3 = \% \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{HCO}_3 \cdot 53/84 \text{ вес}\%$$

## 7-Мавзу: Ўювчи натрий ишлаб чиқаришда олинган щелокларни анализи

**Умумий ишқорлиликни аниқлаш.** Анализ қилинаётган эритма намунасидаги  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  йиғиндиси метилсарик иштирокида  $\text{HCl}$  билан титрлаб топилади. Бунинг учун текширилаётган эритмадан 10 мл эритма пипетка ёрдамида 250 мл ҳажмли конуссимон колбага олинади, 50 мл дистилланган сув солинади, 2-3 томчи метилсарик индикатори томизилади ва эритмани рангини сарикдан пушти ранггача ўзгаргунча 1н  $\text{HCl}$  нинг ҳажми (мл) умумий ишқорлиликка,  $\text{NaOH}$  ва  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг умумий йиғиндисига жавоб беради.

**$\text{NaOH}$  нинг миқдорни аниқлаш.**  $\text{NaOH}$  ва  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  тутган эритмага  $\text{BaCl}_2$  қўшилса,  $\text{CO}_3^{2-}$  иони  $\text{BaCO}_3$  кўринишида чўкмага тушади:



Намунадаги бошланғич  $\text{NaOH}$  га эквивалент бўлган  $\text{OH}^-$  ионларини миқдорни мана шу чўкмали эритмадан фенолфталеин орқали  $\text{HCl}$  билан титрлаб аниқлаш мумкин.  $\text{NaOH}$  ни аниқлаш учун текширилаётган эритмадан пипетка орқали колбага 10 мл олинади ва 50 мл сув қуйилади, ҳамда ортиқча (30-40 мл) миқдорда  $\text{BaCl}_2$  нинг 10%-ли эритмаси қуйилади.  $\text{BaCO}_3$  чўккандан кейин намунага 3-4 томчи фенолфталеин томизилади ва 1н  $\text{HCl}$  эритмаси билан эҳтиёткорлик билан аралаштирилган ҳолда титрланади. Қуйидаги сабабларга кўра бу титрлашни эҳтиёткорлик билан олиб бориш керак (эритмани очик ҳавода узоқ қолдирмаслик ва эритмани чайқатмаслик):

1. Эритмадаги  $\text{Ba}^{2+}$  ва  $\text{OH}^-$  ионлари ҳаводан  $\text{CO}_2$  ни ютиши, бунинг натижасида эса аниқланаётган  $\text{NaOH}$  нинг миқдор камайиши мумкин.
2.  $\text{BaCO}_3$  қисман  $\text{HCl}$  билан реакцияга киришиши мумкин.

Намунани титрлашга сарфланган  $\text{HCl}$  нинг ҳажми, шу намунадаги  $\text{NaOH}$  нинг миқдорга тўғри келади:

$$G_{\text{NaOH}} = V \cdot 0,04 \cdot 100 / 10$$

$G_{\text{NaOH}}$  - эритмадаги  $\text{NaOH}$  нинг миқдор, г/л;

0,04 – 1 мл 1н  $\text{HCl}$  эритмасига тўғри келувчи  $\text{NaOH}$  нинг массаси;

**$Na_2CO_3$  миқдорни аниқлаш.** Намунадаги  $Na_2CO_3$  ни аниқлаш учун, умумий ишқорлик ва  $NaOH$  миқдорлари орасидаги фарқни ҳисоблаш керак:

$$G_{Na_2CO_3} = ((a-b) \cdot 0,053 \cdot 1000) / 10 \frac{(a-b) \cdot 0,053 \cdot 1000}{10}$$

$G_{Na_2CO_3}$  - эритмадаги  $Na_2CO_3$  ниниг миқдор, г/л;

0,053 – 1 мл 1н  $HCl$  га тўғри келувчи  $Na_2CO_3$  нинг массаси.

**Эслатма:** 1. Концентраланган ишқор эритмаларини (масалан, техник каустик сода) олдиндан суюлтиқилиши керак. Бунинг учун анализ қилинаётган эритмадан 50 мл олинади ва 1 л ҳажмли колбага солиб суюлтирилади. Ҳисоб-китоб вақтида суюлтириш ҳисобга олинади.

2. Кучсиз, суюлтирилган ишқорий эритмалар (чиқинди сувлар) намунаси  $HCl$  нинг 1н эритмаси билан титрланади.

### Назарий саволлар.

1. Номакобнинг умумий ишқорлигини аниқлаш усуллари.
2. Номакобдаги карбонатни аниқлаш усули.
3. Умумий ишқорийликни ҳисоблаш формуласини ёзинг.
4. Эритмадаги натрий карбонат миқдор қандай ҳисобланади.

### 8-Мавзу: Мураккаб ўғитлар таркибидаги озуқа компонентларини аниқлаш

#### Фосфор ( $P_2O_5$ ) миқдорини аниқлаш усули

1).  $P_2O_5$  -умумий.

Стаканга тортилган навеска (аниқланаётган ўғит) солинади. Устига 25-30 мл нитрат кислота (40%) ли қуйилади ва қайнатилади. Қайнаш бошлангандан ҳисоблаб ярим соат туради, яҳни қайнатилади. Сўнг ҳона ҳароратигача совутилади. Совугандан кейин 250 мл.ли колбага қуйилади ва стакан тозалаб ювиб устига қуйилади ва меткагача сув қуйилади. Аралаштириб филтрдан ўтказилади.

2).  $P_2O_5$  – лимон кислотада эрийдиган.

200 мл ли колбага тортилган навеска солиниб, устига колба ярим бўлгунча лимон кислотаси (20%) ли қуямиз ва ярим соат аралаштирамиз, сўнг яна меткагача лимон кислотаси қуямиз ва филтрдан ўтказамиз.

3).  $P_2O_5$  Тр.Б. да эрийдиган.

200 мл колбага навеска солиниб устига 100 мл 90 °C ли қиздирилган Тр.Б қуямиз. Уни 15 минут аралаштирамиз ундан кейин ҳона ҳароратигача совутамиз, сўнг меткагача сув қуйиб филтрдан ўтказамиз. Ҳаммаси тайёр бўлгандан кейин, ҳар биридан аликуват (намуна) олиб ва унга КОФ қуйиб яхшилаб аралаштирамиз. Ҳар бирини стандартга солиштирган ҳолда ФЭК да  $P_2O_5$  ни аниқланади.

$P_2O_5$  ни қуйидагича ҳисоблаб топамиз.

$$P_2O_5 = \frac{(1 + F \cdot D) \cdot V \cdot 100}{V_{al} \cdot m_{nav} \cdot 1000} ;$$

Бу ерда: F- стандарт кўрсаткич;

D –ФЭК кўрсаткич;

V – колба ҳажми;

$V_{al}$  – аликуват ҳажми;

$m_{nav}$  – намуна оғирлиги;

Мисол:

F=6.41

D = 0.121

V = 200мл

$V_{al}$  = 2 мл

$m_{nav}$  = 1.0292

$$P_2O_5 = \frac{(1 + 6.41 \cdot 0.121) \cdot 200 \cdot 100}{2 \cdot 1.0292 \cdot 1000} = 17.25\%$$

### Калцийни аниқлаш

1 мл аниқланаётган ўғит намунасидан тортиб оламиз ва 35 мл нитрат кислота, кейин дистилланган сув стаканга қуйиб аралаштирамиз. Стаканни газ плитасига қайнагунча ушлаб турилади (худди  $P_2O_5$  ни аниқлашдагидек). Кейин совутилиб 200 мл ли колбага қуйилади, меткагача дистилланган сув қуйиб аралаштирилади. Бир ҳил таркибга эга бўлгунча қўйилади ва керак бўлса намуна ҳолатига қараб филтрланади. Филтратдан 2 мл аликуват (намуна) оламиз ва уни устига ТЭА дан 5 мл КОН дан 10 мл ва дистилланган сувдан 100 мл қуйиб аралаштирамиз. Ҳар бирини устига сарғимтир ранг бериш учун индикатордан бироз қўшамиз ва микробюреткада титрлаймиз.

СаО миқдорини қуйидаги формула бўйича ҳисобланади

$$X = \frac{\alpha \cdot 0.0014 \cdot 250 \cdot 100}{g \cdot al}$$

Бу ерда:  $\alpha = A - B$

A- Намунага сарфланган Тр.Б ҳажми (мл)

B- Сувга сарфланган Тр.Б ҳажми (мл)

Мисол;  $\alpha = A - B = 4.36 - 0.3 = 4.06$

$$g = 1.00765$$

$$al = 2$$

$$X = \frac{4.06 \cdot 0.0014 \cdot 250 \cdot 100}{1.00765 \cdot 2} = \frac{142.1}{2.0153} = 70.51\%$$

#### Назарий саволлар.

1. Мураккаб ўғитлар таркибидаги озуқа компонентларини айтинг?
2. Асосий озуқа компоненти бўлган  $P_2O_5$  ни аниқлаш усули.
3.  $P_2O_5$  умумийни ҳисоблаш формуласини ёзинг.
4. Эритмадаги СаО миқдори қандай ҳисобланади?



## 9-Мавзу: Нитрозанинг таркибидаги азот оксидларини аниқлаш

**Ишнинг мақсади** – нитрозадаги азот оксидларини аниқлаш усулларини амалий ўрганиш.

*Нитрозадаги азот оксидларини аниқлаш усуллари.*

Нитрозадаги азот оксидларини аниқлашнинг бир неча усуллари-перманганометрик, нитрометрик ва газ ҳажмини ўлчаш усуллари мавжуд.

Перманганометрик усул анча оддий, шунинг учун бу усул кенг тарқалган. Аммо, анализ пайтида азот оксидларини оксидланиш жараёнида уларнинг йўқолиши бўлмаса,  $\text{KMnO}_4$  билан нитроза эритмасини титрлаш натижаси тўғри бўлади.

Нитрозилсулфат кислотанинг гидролизи, кислотани суюлтиришда ажралиб чиқаётган иссиқлик ҳисобига эритма ҳарорати кўтарилиши туфайли, титрлаш вақтида азот оксидлари учиб чиқиб кетиши мумкин. 0,5н  $\text{KMnO}_4$  эритмаси билан титрлаш усули ҳар доим ҳам ишончли эмас, шунинг учун бу усул тез ва таркибий ҳисоблаш усули сифатида ишлатилади. Бу ҳолатни шундай тушунтириш мумкин: титрлаш жараёнида  $\text{KMnO}_4$  концентрациясини камайиши натижасида азот оксидларининг оксидланиш жараёни секинлашади ва уларнинг бир қисми  $\text{KMnO}_4$  қолдиқ қисми билан реакцияга киришмай эритмадан чиқиб кетиши мумкин.

Анча аниқ натижалар Бесков ва Слизковский усули бўйича бажарилганда олинади. Бу усулнинг моҳияти қуйидагича: маълум намунадаги нитроза ортиқча  $\text{KMnO}_4$  билан таъсирлаштирилади ва азот оксидларини барчаси реакцияга киришгандан сўнг, ортиб қолган  $\text{KMnO}_4$  ни Мор тузи  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  билан титрланади.  $\text{KMnO}_4$  ёрдамида нитрозадаги  $\text{N}^{+3}$  бирикмаларини аниқлаш мумкин ва буларга  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  ва кўп ҳолларда минорали системаларда айланиб юрувчи нитрозилсулфат кислотаси киради.

Аммо, бир неча ҳолатларда, масалан азот кислотаси концентраторидан чиқаётган кислоталарда, кучсиз кислоталарда, азот оксидлари  $\text{HNO}_3$  кўринишида бўлиши мумкин. У ёки бу сабабларга кўра газ фазада ортиқча  $\text{NO}_2$  бўлганда минорали системалардаги айланиб юрувчи кислоталарда  $\text{HNO}_3$  бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда перманганометрик усул тўғри келмайди ва нитрозадаги азот

оксидларининг умумий миқдор азот оксиди кўринишидаги нитрометр ёрдамида аниқланади. Нитрометр усул билан аниқланган азот оксиди ва  $\text{KMnO}_4$  билан титрлаб аниқланган азот оксидлари миқдор орасидаги фарқдан эритмадаги  $\text{HNO}_3$ -нинг миқдори аниқлаш мумкин.  $\text{HNO}_3$ -ни миқдори тўғридан-тўғри оксидиметрик усул билан ҳам аниқлаш мумкин.

### **Перманганотометрик усул билан $\text{N}_2\text{O}_3$ ни аниқлаш.**

$\text{N}_2\text{O}_3$  ни эриган ҳолда ёки  $\text{HNO}_2$  ёки бўлмаса  $\text{NOHSO}_4$  кўринишида  $\text{KMnO}_4$  билан кислотали муҳитда таъсирлашганда азот кислотасигача оксидланиши кузатилади:



ёки



Юқорида таъкидланганидек, азот оксидларини учувчанлигини йўқотиш мақсадида кислота билан ўлчанган ҳажмдаги  $\text{KMnO}_4$  эритмаси тескари титрланади ёки намуна  $\text{KMnO}_4$  нинг ортиқча миқдор билан ишланади, ортиб қолган  $\text{KMnO}_4$  эса Мор тузи эритмаси билан титрланади. Бу усулда  $\text{N}_2\text{O}_3$  ни аниқлаш анча тўғри бўлади. Шунинг учун бу усул кенг қўлланилади.

### **Ишни бажариш тартиби.**

*Бесков ва Слизковский усули.* Шиша амплитуда ёки катта бўлмаган 3-5 см<sup>3</sup> ли махсус пробиркада 1-1,5 гр нитрозаа намунаси олинади. Намунаси бор пробирка 250-300 см<sup>3</sup> ли шиша банкага туширилади ва тикин билан зич ёпилади. Банкага олдиндан 0,1н  $\text{KMnO}_4$  эритмасидан маълум ҳажмда қуйилади ва 100 см<sup>3</sup> дисстилланган сув билан суюлтирилади.  $\text{KMnO}_4$  ни ортиқча миқдорда олиш керак, масалан, 6% атрофида азот оксидлари ( $\text{HNO}_3$  га ҳисоблаганда) бўлган 1 нитроза намунасига 0,1н 25 см<sup>3</sup>  $\text{KMnO}_4$  эритмаси олинади. Пробиркани банкага тушурилгандан кейин, банка оғзи зич ёпилади ва эритма яхшилаб аралаштирилади. Агар ортиқча  $\text{KMnO}_4$  Мор тузини эритмаси билан титрлаш давом эттирилса, эритмани қизил рангини рангиз ҳолатга ўтишини билиш одатда анча қийин ва аксинча рангсиздан қизил рангга ўтишини ортиқча бир томчи

КМnО<sub>4</sub> қўшиш билан аниқлаш осон. Шунинг учун эритмасга 0,1н Мор тузини ортиқча миқдор қўшилади ва унинг ортиқча миқдор 0,1н КМnО<sub>4</sub> эритмаси билан титрланади. Кислотадаги N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг фоиз миқдор қуйидаги формуладан аниқланади:

$$X_{N_2O_3} = \frac{0,0019 \cdot (a - b) \cdot 100}{g}$$

ёки HNO<sub>3</sub> га ҳисоблаганда:

$$X_{HNO_3} = \frac{0,00315 \cdot (a - b) \cdot 100}{g}$$

Бу ерда: 0,0019 – 0,1н 1 см<sup>3</sup> КМnО<sub>4</sub> эритмасига тўғри келувчи N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг миқдор, г;

**a**- анализда ишлатилган КМnО<sub>4</sub> нинг умумий ҳажми, см<sup>3</sup>;

**b**- 0,1н Мор тузи эритмасининг (КМnО<sub>4</sub> бўйича) ҳажми, см<sup>3</sup>;

**g**- намуна оғирлиги, г;

0,00315 – 0,1н 1 см<sup>3</sup> КМnО<sub>4</sub> эритмасига тўғри келувчи HNO<sub>3</sub> нинг миқдор, г.

*Тескари титрлаш усули.* Баъзи ҳолларда, масалан ўта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳолларда, КМnО<sub>4</sub> эритмаси нитрозаа билан тескари титрлаш усулини қўллаш мумкин.

Азот оксидларини аниқлаш учун ҳажми 500 см<sup>3</sup> бўлган конуссимон колбага 50см<sup>3</sup> 0,5 н КМnО<sub>4</sub> эритмаси қуйилади ва 150 см<sup>3</sup> иссиқ дистилланган сув билан суюлтирилади. Текширилаётган нитроза эритмаси билан суюлтирилган КМnО<sub>4</sub> эритмаси бинафша ранг тугагунча титрланади. N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>нинг миқдор қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$G_{N_2O_3} = \frac{0,0095 \cdot 50 \cdot 100}{V \cdot \rho}$$

$$V = \frac{0,0095 \cdot 50 \cdot 1000}{V}$$

Бу ерда, 0,0095 – 1 см<sup>3</sup> 0,1н КМnО<sub>4</sub> эритмасига тўғри келувчи N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг миқдор, г;

$V - 0,0095 - 50 \text{ см}^3$   $0,5\text{н}$   $\text{KMnO}_4$  эритмасини титрлашга сарфланган нитрозаанинг ҳажми,  $\text{см}^3$ ;

Агар анализ учун  $50 \text{ см}^3$   $\text{KMnO}_4$  эритмаси эмас, балки бошқа ҳажм олинса формулага ўзгартириш киритилади. Кислота анализида эса  $10 \text{ см}^3$   $0,1\text{н}$   $\text{KMnO}_4$  эритмаси олинади.  $\text{N}_2\text{O}_3$  нинг миқдорни фоизларда аниқлашда эса нитрозанинг зичлиги( $\rho$ ) ареометр ёки маълум ҳажмдаги нитрозаанинг оғирлигини тортиш ёрдамида аниқлаш керак ва унинг миқдор қуйидаги формуладан аниқланади:

$$X_{\text{N}_2\text{O}_3} = \frac{0,0095 \cdot 50 \cdot 100}{V \cdot \rho}$$

Азот кислотасининг миқдори қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$X_{\text{HNO}_3} = \frac{0,0095 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 126}{V \cdot \rho \cdot 76}$$

Оғирлик анализларида ҳисоб-китобларни енгиллаштириш учун 1-жадвалда ҳар хил зичликдаги кислоталар учун  $\text{KMnO}_4$  ни титрлашга сарфланган нитрозаанинг миқдорларини  $\text{N}_2\text{O}_3$  нинг  $\text{HNO}_3$  га қайта ҳисоблангандаги қийматлари, 2-жадвалда эса  $10 \text{ см}^3$   $0,1\text{н}$   $\text{KMnO}_4$  эритмасини титрлашга кетган ҳар хил кислоталардаги  $\text{N}_2\text{O}_3$  нинг  $\text{HNO}_3$  га қайта ҳисоблангандаги қийматлари келтирилган. 1 ва 2 жадвалдаги қийматлардан, асосан шу жадвалда келтирилган зичликлар бўйича ҳисоблаш керак, акс ҳолда тегишли формулалардан фойдаланиш шарт.

### Назорат саволлари.

1. Нитрозадаги азот оксидларини аниқлаш усуллари.
2. Азот оксидларини аниқлашни Бесков ва Слизковский усулини тушунтиринг. Ҳисоблаш формуласини ёзинг.
3. Нитрозадаги азот оксидларни аниқлашнинг нитрометрик усули.
4. Азот оксидларини аниқлашни перманганометрик усулини тушунтиринг.

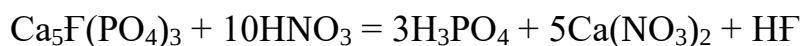
5. Азот оксидларини аниқлашни тескари титрлаш усулини тушунтиринг.  
Хисоблаш формуласини ёзинг.
6. Азот оксидларини перманганометрик усулда аниқлашдаги кимёвий реакцияни ёзинг.

## **10-Мавзу: Фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш**

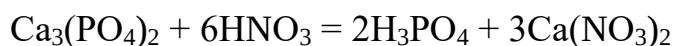
**Ишнинг мақсади** – фосфатларни нитрат кислота билан парчалашни амалий ўрганиш.

*Фосфатларни нитрат кислота билан қайта ишлаш усули.*

Фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш нафақат кислотанинг кимёвий энергиясидан фойдаланиш, балки кислота таркибида озика элементи бўлган азотнинг борлиги билан характерланади. Бундан ташқари, парчаланиш вақтида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг кристалланиш (чўкмалар ҳосил бўлиши) жараёнлари содир бўлмайди. Бу эса технологик жараёнларни амалга оширишни осонлаштиради. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, фосфатларни нитрат кислота билан тўла парчаланишидан фосфор кислотаси ва кальций нитратдан иборат бўлган бир жинсли эритма ҳосил бўлади:



ёки



Нитрат кислотасини миқдор кам бўлганда фосфатларни парчаланиши охиригача бормайди. Бунда эритмада кальций нитрат, фосфор кислотаси, монокальцийфосфат ҳосил бўлади, каттиқ фазада эса парчаланмай қолган фосфатнинг бир қисми бўлади. Фторапатитни нитрат кислота билан таъсирлашувидан ҳосил бўлган водород фторид газини эса фосфат таркибидаги кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ) билан таъсирлашиб,  $\text{SiF}_4$  ва  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  ларни ҳосил қилади.

Хом - ашёдаги бошқа қўшимчалар, масалан, нефелин, эгирин, камёб элементларнинг уч валентли оксидлари ҳам нитрат кислота билан реакцияга киришиб, тегишли тузларни ҳосил қилади ва кремний кислоталари ажралиб

чиқади. Фосфатларни парчаланиш тезлиги фосфатнинг табиатига (унинг тузилиши ва ғоваклилиги), фосфат зарраларининг ўлчамига, қўлланиладиган кислотанинг концентрациясига ва меъёрига, ҳамда аралаштириш тезлигига боғлиқ. Нитрат кислотасининг қулай концентрацияси фосфат табиатига боғлиқ бўлиб, апатит концентрати учун у 45-50% га, Қоратоғ фосфорити учун эса 30-40% га тенг. Фосфатга нисбатан олинган кислотанинг меъёри реакция тезлигига, парчаланиш даражасига, ҳамда жараённинг механизмига таъсир қилади. Бизнингча, стехиометрик нисбатларга қараганда кам миқдорда  $\text{HNO}_3$  олинганда, юқоридаги келтирилган реакция тенгламаларига кўра, жараён икки босқичда кетади. Биринчи босқичда барча нитрат кислота эквивалент миқдордаги фосфатни парчалаб, фосфат кислота ва кальций эквивалент миқдордаги фосфатни парчалаб, фосфат кислота ва кальций нитратини ҳосил қилади. Иккинчи босқичда эса ҳосил бўлган фосфор кислотаси эса ортиқча фосфорит билан реакцияга киришиб, монокальцийфосфатни ҳосил қилади. Иккинчи босқичнинг тезлиги ҳосил бўлган фосфор кислотасининг (ёки дастлабки нитрат кислотанинг) концентрациясига боғлиқ. Энг юқори тезлик ва парчаланиш, ҳом ашёдаги кальций оксидининг миқдорга нисбатан стехиометрик ҳисобланган 105-110% меъёрдаги нитрат кислота ишлатилганда содир бўлади. Ҳароратнинг кўтарилиши билан қуйқанинг қовушқоқлиги камаяди ва фосфат сиртига кислотанинг диффузияланиш шароити яхшиланади, бунинг натижасида эса жараённинг тезлиги ортади. Аммо бу жараённи 50-60<sup>0</sup>С дан юқорида олиб бориш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда жиҳозларнинг коррозияси кучаяди ва қуйқани қиздиришга тўғри келади. Бундай шароитларда апатит концентратининг 98-100% га парчаланиши 1-2 соатда содир бўлади. Фосфатни нитрат кислота билан парчалош тезлиги фосфат заррасинининг ўлчами камайиши билан, ҳамда қуйқани аралаштириш тезлигини ортиши билан ортади. Одатда фосфат ҳом - ашёси стандарт майдаланган ҳолда (апатит концентрати ёки фосфорит уни кўринишида) ишлатилади. Жараён аралаштиргич ёрдамида 500 айл/мин тезликда айлангани ҳолда олиб борилади.

## Ишни бажариш тартиби.

Фосфатни нитрат кислота билан парчалаш  $400-500\text{ см}^3$  ҳажмга эга бўлган реакцион идишда, қийин суюқланадиган шишадан тайёрланган стаканда ёки уч бўғинли шиша идишда олиб борилади. Реакцион идиш аралаштиргич, тескари совутгич ва намуна олувчи мослама билан жиҳозланган. Реакцион идишда доимий ҳарорат бўлиши учун, у маълум ҳароратга келтирилувчи термостатга ўрнатилади. Тажрибани бажариш учун чашкага таркиби маълум бўлган 50 г фосфат ва ўлчов цилиндрида ўлчанган етарли миқдордаги нитрат кислота олинади. Кислотанинг миқдор апатит учун СаО миқдорга, фосфорит учун СаО дан ташқари MgO ва элементларнинг уч валентли оксидларининг миқдорга қараб ҳисобланади. Ўлчанган кислота реакцион идишга солинади ва 15-20 дақиқа давомида термостатда тегишли ҳароратга келгунча ушлаб турилади. Бу вақтда кейинги тажриба учун апатит, кислота ва реакцион идиш тайёрланади ёки олдинги тажрибадаги пульпани қайта ишланади. Реакцион идишдаги кислотанинг ҳарорати белгиланган ҳароратга етгандан сўнг, идишга апатит солинади ва бир вақтнинг ўзида айлантиргич ва сония ўлчовчи секундомер ишга туширилади, ҳамда кўрсатилган шароитда апатитнинг парчаланиши олиб борилади. Тажрибалар ҳар хил концентрацияли кислоталар билан, кислотанинг ҳар хил меъёрларида, ҳар хил ҳароратларда, ҳамда жараённинг ҳар хил давомийлигида олиб борилади ва ҳар бир тажрибаларда тажриба шароитлари ўзлаштирилмасдан доимий сақланади.

Масалан, апатитни парчаланиш даражасига кислотанинг концентрацияси таъсирини ўрганишда камида 3-5 та тажриба ўтказилади ва ҳарорат  $50^{\circ}\text{C}$ , реакциянинг давомийлиги 15-20 дақиқа мобайнида 25,30,40,50 ва 55% ли кислоталар ишлатилади. Парчаланиш даражасига вақтнинг таъсирини ўрганишда эса  $50^{\circ}\text{C}$  да 45-50% ли нитрат кислота (кислотанинг меъёри 105%) билан 10, 30, 60, 90 ва 120 дақиқаларда олиб борилади. Реакция тугагач, реакцион идиш термостатдан олинади ва тезда 2-3 марта дистилланган сув билан суюлтирилади ва катта диаметрли (15-20 см ли) Бюхнер воронкасига қуйилади ва вакуум остида қисқа вақт ичида филтрланади. Бунда суюқ фаза қаттиқ фазадан тезда ажралади ва кислотанинг фосфат билан таъсири тўхтатилади. Суюлтириш вақтида

пульпанинг ҳарорати пасаяди ва кислотанинг концентрацияси ҳам камаяди, бу ҳолат эса реакциянинг секинлашишига олиб келади. Филтрлаш давомида (15-20 сония) реакцияни кетишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Филтрация тугагач, чўкма метилсарик бўйича нейтрал муҳитгача иссиқ дистилланган сув билан ювилади. Бундан кейин суюлтирилган филтрат 500 ёки 1000 см<sup>3</sup> ҳажмли ўлчов колбасига ўтказилади, сўнгра эса колбани ўлчов белгисигача сув билан тўлдирилади ва маълум усулларда аниқлаш учун 25-30 см<sup>3</sup> дан 2-3 та намуна олинади. Олинган намуналардан апатитнинг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> бўйичава СаО бўйича  $K_{CaO}$  парчаланиш даражаси қуйидагича ҳисобланади:

$$K_{P_{2O_5}} = \frac{G_{P_{2O_5}} \cdot V}{0,01 \cdot Bg \cdot 1000} \cdot 100$$

Бу ерда:  $G_{P_{2O_5}}$  - олинган эритмадаги P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> миқдор, г\дм<sup>3</sup>;

V – эритма ҳажми (филтрдан утган эритма ва филтрда ювилган сув миқдори), см<sup>3</sup>;

B – дастлабки хом-ашёдаги P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> миқдори, %;

g – тажрибани бажариш учун улчаб олинган фосфат намунаси, г.

$$K_{CaO} = \frac{G_{CaO} \cdot V}{0,01 \cdot Cg \cdot 1000} \cdot 100$$

Бу ерда:  $G_{CaO}$  - олинган эритмадаги СаО миқдор, г\дм<sup>3</sup>;

C – дастлабки фосфатдаги СаО миқдори, %;

V – дастлабки хом-ашёдаги P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> миқдори, %;

g – намуна миқдори, г.

Худди шундай йўл билан бошқа тажрибаларнинг ҳисоб – китоблари ҳам қилинади. Қолган тажрибалар ҳам юқорида келтирилганидек олиб борилади.

Бу усул анча вақтни олади, аммо бунда аниқ натижалар олинади ва фосфатларни нитрат ва сульфат кислота аралашмаси ёки нитрат кислота билан аммоний ёки калий сульфат иштирокида парчаланиш тезлигини ўрганиш мумкин.



Аммо маълум бир шароитларда (кислотанинг меъёри ва концентрацияси, ҳарорат) апатитни парчаланиш тезлигини ўрганиш учун пульпани иккита индикатор билан титрлашга асосланган тезкор усулларни қўллаш мумкин. Бу усул суперфосфатли пульпадаги парчаланиш даражасини аниқлашга ўхшаш бўлиб, пульпадаги нитрат ва фосфат кислоталарга нисбатан пачаланиш коэффициентини ( $P_2O_5$  бўйича) аниқлашга асосланган. Бу ҳолда апатитнинг нитрат кислота бўйича парчаланиш даражаси қуйидаги формуладан ҳисобланади

$$K=0,476 \cdot H \cdot 100 / (0,476 \cdot A + 1) \cdot 1,38 \cdot B$$

Бу ерда  $H$  - 100 г фосфатга тўғри келувчи 100% ли  $HNO_3$  нинг меъёри;

$A$  - пульпадаги  $HNO_3$  ва  $H_3PO_4$  нинг оғирлик нисбатлари;

$B$  - фосфатдаги  $P_2O_5$  нинг миқдор, %;

Апатитда  $B \approx 39,4\%$  бўлганда, формула қуйидагича кўринишга эга бўлади:

$$K=0,858 \cdot H / 1 + 0,476 \cdot A$$

Бу усул билан фосфатнинг парчаланиш даражасини аниқлаш учун реакцион идишдан даврий равишда (масалан, ҳар 15-30 дақиқада) пульпа намунаси олиб турилади ва суперфосфат пульпаси каби нитрат ва фосфат кислоталарнинг нисбатлари иккита индикатор- метилсарик (ёки бромкрезолкўк) ва фенолфталеин билан титрланади. Бунда титрлашдаги хатони олдини олиш учун эритмага барча кальцийни чўктиришга етарли миқдорда калий ёки натрий оксалатни киритиш керак. Назарий жиҳатдан етарли бўлмаган калий ёки натрий оксалатидан кўпроқ, яъни олинган натижалар янада тўғри бўлиши учун бу миқдорни 1,5-2 марта оттириш мумкин. Пульпани титрлаш қийматларига қараб нитрат ва фосфат кислоталарнинг нисбатларини миқдор ( $A$ ) қуйидагича ҳисобланади:

$$A = \frac{0,063 \cdot a - (b' - a)}{0,098 \cdot (b' - a)}$$

$$A = 0,063 \cdot a - (b - a) / 0,098 \cdot (b - a) = 0,642(a/(b - a) - 1) \quad 0,642 \cdot \left( \frac{a}{b' - a} - 1 \right)$$

Бу ерда  $a$  ва  $b'$  - нитрат кислотали пульпани 1-нчи ва 2-нчи индикатор ёрдамида 0,1н NaOH эритмаси билан титрлангандаги ҳажм сарфланган.

### **Назарий саволлар**

1. Фосфоритларни нитрат кислота билин парчалаш реакциясини ёзинг?
2. Фосфоритларни парчалаш учун нитрат кислота хажми қанча бўлиш керак?
3. Фосфоритларни нитрат кислота билан парчаланишига ҳароратнинг таъсири.

### **Адабиётлар.**

1. Технический анализ и контроль производства неорганических веществ. 2-издание Под ред. Торочешникова М. М., Высшая школа 1976 г. с. 241 – 248, 256 – 258.
2. Горошев А.П. Технический анализ, стр. 362-371, Госхимиздат,1953.
3. Шрайбан С.С Контроль производства хлора и каустика, стр. 57-66, ОНТИ,1934.
4. Исмамов А.А. ва бошқалар. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси,-Т: Ўзбекистон, 2002, 336 б.

### **НМКТ фанидан мустақил иш мавзулари**

1. Сульфат кислотасининг физик-кимёвий хусусиятлари ва халқ хужалигидаги аҳамияти
2. Сульфат кислота ишлаб чиқариш усуллари
3. Таркибида олтингугурт диоксиди гази бор булган газлар
4. Сульфат кислотасини контакт усули билан ишлаб чиқариш
5. Сульфат кислотасини нитроза усули билан ишлаб чиқариш
6. Элементар азотнинг асосий хусусиятлари ва боғлаш усуллари
7. Атмосфера хавосини ажратиш усуллари ва назарий асослари
8. Карбамид ишлаб чиқариш асослари
9. Нитрат кислота хусусиятлари ва ишлаб чиқариш асослари
10. Аммиакни хусусиятлари ва ишлаб чиқариш асослари
11. Камёб ва қийин эрийдиган металллар технологияси
12. Калцинацияланган сода ишлаб чиқариш усуллари
13. Минерал ўғитлар турлари
14. Экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқариш
15. Аммоний нитрат ишлаб чиқариш усуллари
16. Аммоний сульфат ишлаб чиқариш технологияси
17. Калий хлорид олиш усуллари ва технологияси
18. Суперфосфат ишлаб чиқариш технологияси ва қурилмалари
19. Портландцемент ишлаб чиқариш
20. Хлорид кислота ишлаб чиқариш технологияси ва унинг ишлатиш соҳалари
21. Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг минорали усули
22. Ўзбекистонда ноорганик моддалар кимё саноатлари ва истиқболлари
23. Кальций нитратнинг олиниш усуллари ва халқ хўжалигидаги аҳамияти
24. Аммофос ишлаб чиқариш технологияси
25. Керамика маҳсулотлари технологияси
26. Чинни буюмлар ишлаб чиқариш технологияси
27. Шишалар кимёвий технологияси
28. Водородни олиш хусусиятлари