

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

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

**«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» kafedresi**



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 – 2018 yil**

O'quv uslubiy majmua NamMTI «Kimyoviy texnologiya» kafedrasining 2018 yil \_\_\_avgust (\_\_\_– sonli bayonnoma) va NamMTI ilmiy-uslubiy kengashining 2018 yil \_\_\_\_\_ ( – sonli bayonnoma) majlislarida ko'rib chiqilgan va chop ettirishga tavsiya etilgan.

Mualliflar: Sherquziyev D.Sh., Dexqanov Z.Q.

Taqrizchilar: Shamshidinov I. – NamQI «Kimyoviy texnologiya» kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi  
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. Mikrogruhlarda ishlash.** Uning mohiyati shundaki, guruh talabalari 4 – 8 kishidan iborat mikrogruhga bo'linadi. Mikrogruh darsning tashkiliy qismida raqamli yoki harfli kartochkalar yordamida shakllantiriladi va alohida ish o'rinlariga o'tiradilar. Barcha mikrogruhga bir xil yoki har biriga alohida topshiriq beriladi. Mikrogruh a'zolari o'zaro fikr almashib, topshiriqni mustaqil echishlari zarur. O'qituvchi mikrogruhni oralab, ularga (har bir talabaga ham) topshiriqni bajarish uchun yo'llanma va maslahatlar berib boradi. Mikrogruh tarkibi va sardorlari har bir topshiriq hal qilingandan so'ng yoki navbatdagi mashg'ulotda almashtirilishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Mikrogruhlarda 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 Sistem for Effective Reading and Thinking) usuli – asosan o'quv material (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'zini o'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 hattiharakatni 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 qatorga 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. | _____ | <b>bug'latgich</b>                            |
| 2. | _____ | <b>davriy, uzluksiz</b>                       |
| 3. | _____ | <b>maxsulot erituvchisini bug'latadi</b>      |
| 4. | _____ | <b>Jem, povidla, quyultirilgan sut, pasta</b> |
| 5. | _____ | <b>Suvsizlantirish</b>                        |

Tuzilgan cinkveynni 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 soʻzlar ham jadallik bilan fikrlash natijasida izlab topiladi. Bu esa, «seyalka» tushunchasining maʼnosini puxtaroq anglashga olib keladi.

**5. “Aqliy hujum”** – (Brain Storming) usuli universal qoʻllanish xarakteriga ega. Bu usul birinchi boʻlib 1933 yilda Obara (AQSH) tomonidan qoʻllanilgan. «Miyaviy hujum» ning vazifasi mikrogruh yordamida yangiyangi gʻoyalarni yaratishdir (mikrogruhning yaxlitligidagi kuchi uning alohida aʼzolarining kuchlari yigʻindisidan koʻp boʻladi). “Miyaviy hujum” muammoni hal qilayotgan kishilarning koʻproq, shu jumladan aql bovar qilmaydigan va hatto fantastik gʻoyalarni yaratishga undaydi. Gʻoyalar qancha koʻp boʻlsa, ularning hech boʻlmaganda bittasi ayni muddao boʻlishi mumkin. Bu “miyaviy hujum” ning negizidagi tamoyildir.

«Miyaviy hujum» quyidagi qoidalar boʻyicha oʻtkaziladi:

- fikr hech qanday cheklanmagan holda, iloji boricha balandroq ovozda aytilishi lozim;
- har qanday fikrni aytish mumkin, u qabul qilinadi.
- gʻoyalarga tushuntirish berilmaydi, ular vazifaga bevosita bogʻliq holda aytiladi;
- takliflar berish toʻxtatilmaguncha, aytilgan gʻoyalarni tanqid yoki muhokama qilishga yoʻl qoʻyilmaydi;
- ekspert guruhi barcha aytilgan takliflarni yozib boradi.

“Miyaviy hujum” toʻxtatilgandan soʻng, ekspertlar guruhi aytilgan barcha gʻoya (fikr) larni muhokama qilib, eng maqbulini tanlaydi.

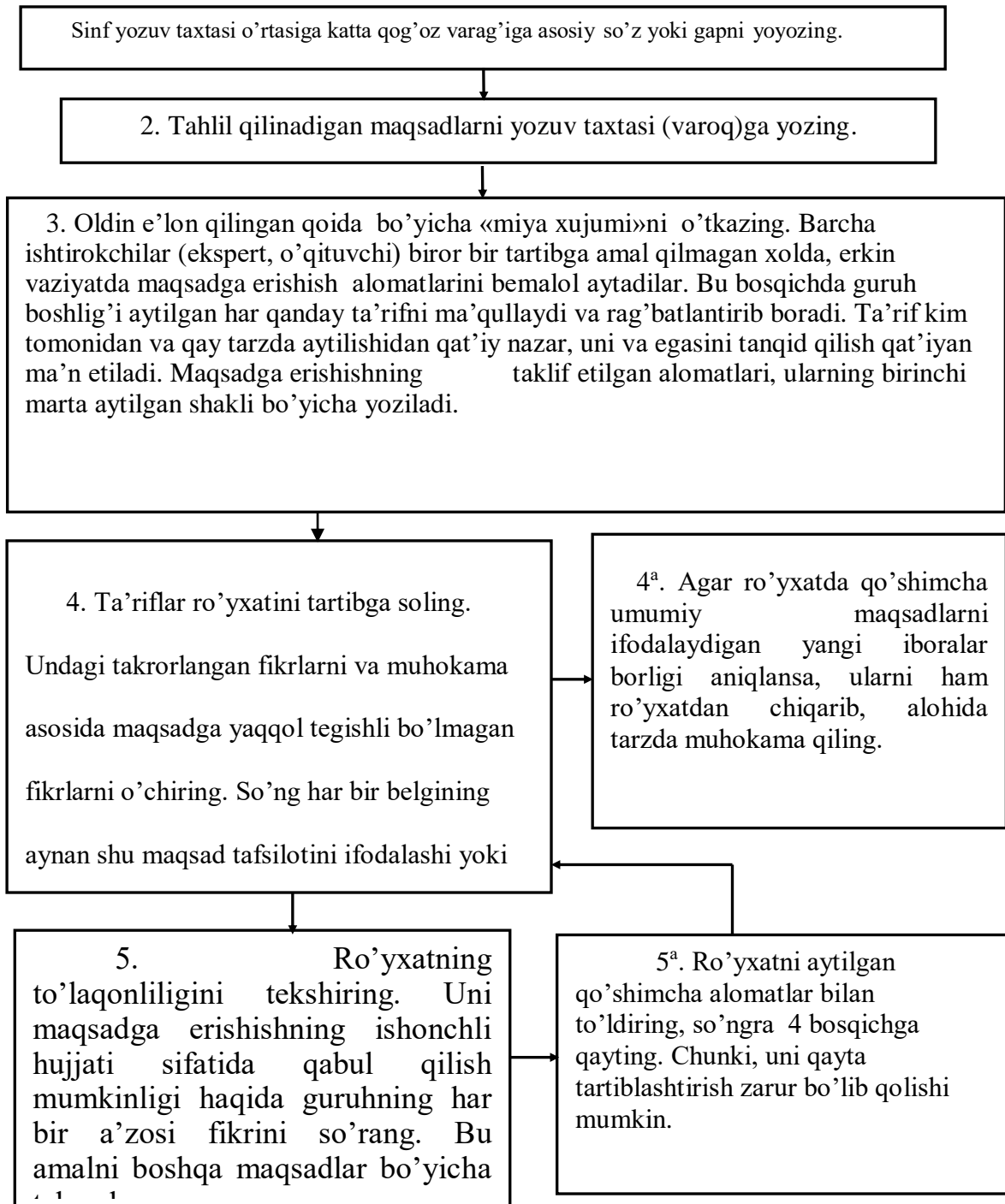
“Miyaviy hujum” ni maʼruzalarda yakka tartibda yoki juftlik (uchlik) da, amaliy va seminar mashgʻulotlarda esa, 4 – 8 kishidan iborat mikrogruhlarda, shuningdek, gruh boʻyicha ham oʻtkazish mumkin. Miyaviy hujum mashgʻulotlarda talabalar faolligini oshirishga, charchoqni yoʻqotishga, barchani mavzuning eng maqbul echimini izlashga sharoit yaratadi. Pedagogik texnologiya asosida mashgʻulotning maqsad va vazifalarini belgilashda «miyaviy hujum» oʻtkazish algoritmi 5rasmda ifodalangan.

**6. Klaster «axborotni yoyish» usuli.** «Klaster» soʻzi gʻuncha, bogʻlam maʼnosini anglatadi. Klasterlarga ajratish interfaol taʼlim strategiyasi usuli boʻlib, u koʻp variantli fikrlashni, oʻrganilayotgan tushuncha (hodisa, voqea) lar oʻrtasida 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:**



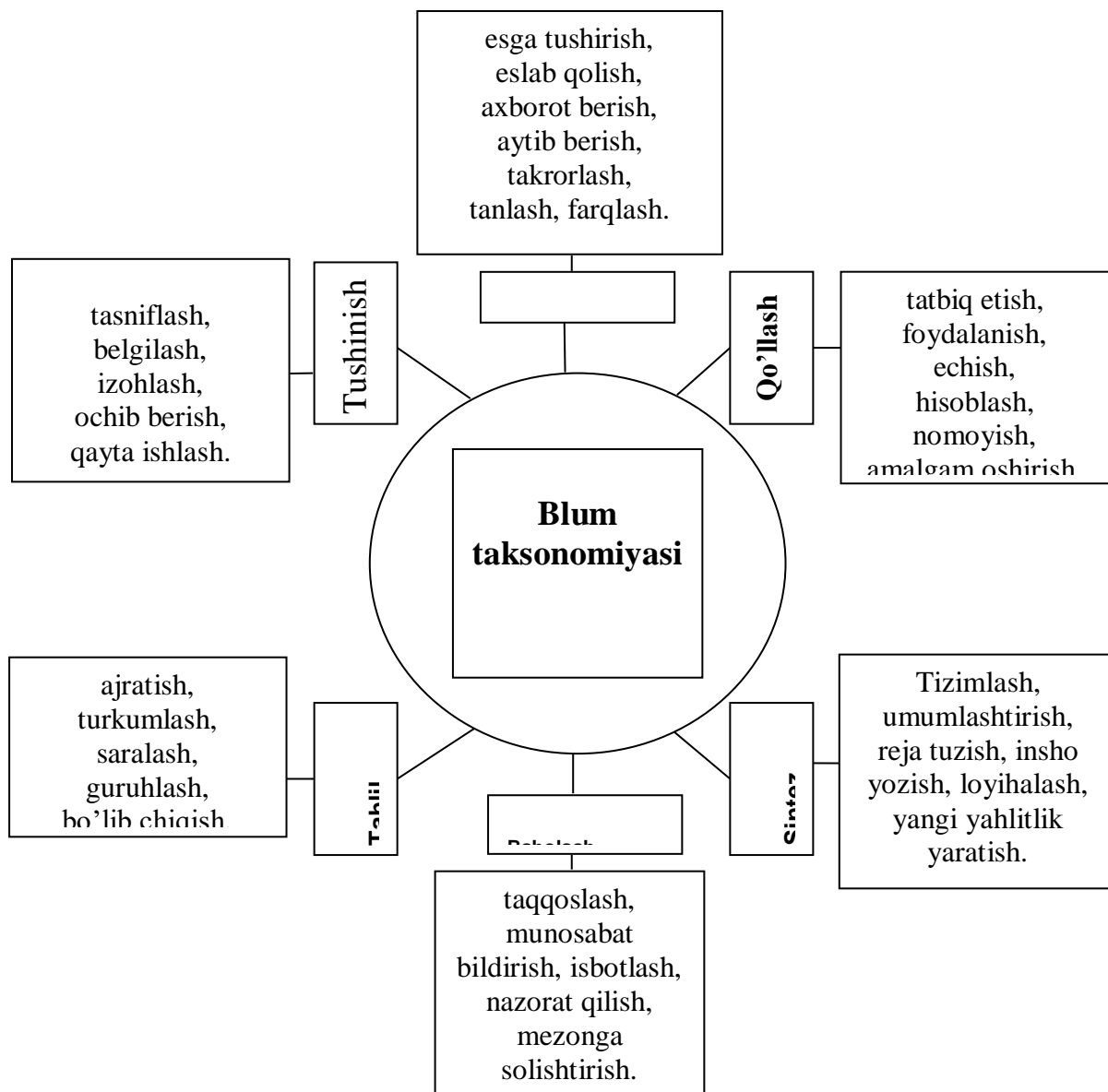


1- rasm. Identifikatsiyalanuvchi o'quv maqsadlarini guruhda ishlab chiqish (Klarin M.V. 1997).

- 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.

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, tashhislash, 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.



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

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.

Kasbiy muhit / SHaxs tipi	R	I	S	K	T	B	SHartli belgilar: (+ +) – shaxs tipi atrofmuhitga juda yaxshi moslashadi. (+) – shaxs tipi atrofmuhitga yaxshi moslashadi. ( ) – shaxs tipi atrofmuhitga umuman moslasha olmaydi. ( ) – shaxs tipi atrofmuhitga etarli darajada moslanmaydi.  <b>Konventsiya</b> – biror maxsus masala bo'yicha bitim, kelishuv, shartnoma).
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>• Talabalarning 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 jihatlari, 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. 2. Asosan o'qituvchi olib boradi. 3. Fan uchun jihozlangan xonada o'tkaziladi.	1. Aniq maqsadga yo'naltirilgan. 2. Vaqti chegaralangan. 3. Dars jadvali asosida o'tiladi. .....	1. Psixomotorik xarakterdagi ko'nikmalar shakllantiriladi. 2. Nazariy mashg'ulotdan keyin o'tiladi. 3. Trenajyorlardan foydalaniladi. .....

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 mikroguruhdan 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 mikroguruhlariga 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 chiqilmaguncha 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 ketmaktetlikka 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 talabaning baholash shakllari – joriy, oraliq va mustaqil ish bo'yicha bajargan topshiriqlari va ularga o'z vaqtida qo'yilgan ballari jamlab boriladi. Portfolio talabaning 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 talabning 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 tadbiiq 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 etarililigi;
- 2) keysni yozish jarayonida topmenejning albatta ishtirok etishi;
- 3) echimni izlash paytida tahlil qilishning turlituman uslublarini qo'llash imkonini beruvchi e'tiborga molik biznesvaziyatning mavjudligi.

# 1-MA'RUZA

## AMMIAKLI SELITRA ISHLAB CHIQRISH

### 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 eritmalari ishlatiladi.

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

Ammoniyli va nitratli tuzlarning ko'chiligi hamda karbamid suvda yaxshi eriydi. Ulardagi azot o'simliklarga yaxshi o'zlashadi (ayniqsa,  $\text{NO}_3^-$  ning tu'roqda 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. Mahlumki, ammoniy nitrat – ammiak va nitrat kislotasining o'zaro tahsirlashuv jarayonida hosil bo'ladi.

Ammiakli selitra ishlab chiqarish texnologiyasini bayon etishdan avval bu modda hakida 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 xarorat oralig'ida besh xil kristallik shaklida bo'ladi.  $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{N}_2\text{O}$  'olitermik diagrammasida ammoniy nitratning I-IV turg'oq kristall shakli uchun xarorat oraliqlari ko'rsatilgan. U  $169,6^\circ\text{C}$  da suyuqlanadi va V-shakli esa  $-16,9^\circ\text{C}$  dan quyi xaroratdagina turg'oq bo'ladi. Kristall shakllarining o'zgarish chegarasi hamda xarorati 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 gigrosko'ik modda hisoblanadi.  $30^\circ\text{C}$  xaroratda to'yingan eritmasi (70,2% li) ning yuzasidagi bug' bosimi 2,46 K'a (yoki 18,5 mm.sim.ust.) atrofida, gigrosko'ik nuqtasi esa 60% atrofida bo'ladi. Bunda havoning nisbiy namligi



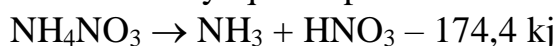
60% dan yuqori bo'lganda u namlanib qoladi. Ammoniy nitrat gigrosko'ikligi va uni havodan nam tortish tezligi unga eruvchan noorganik tuzlar qo'shilganda ortib boradi. Masalan, 1,2% magniy nitrat qo'shilsa, ammoniy nitratning gigrosko'ik nuqtasi 8-12% gacha pasayadi, nam tortish tezligi esa oshadi.

Suvda yaxshi eruvchanligi, eruvchanlik koeffitsienti yuqoriligi, gigrosko'ikligi va 'olimorf o'zgaruvchanligi sababli ammoniy nitrat kristallari o'zaro yo'ishib, qattiqlashib qoladi. Se'iluvchanligi yo'qolib, uni ishlatish qiyinlashadi.

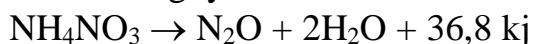
Ammoniy nitratning yo'ishqoqligini kamaytirish uchun:

1. Mahsulot tarkibida juda oz miqdorda (0,2%) suv qolguncha bug'latiladi, donadorlanadi va sovutiladi. Bunda 32,3°C dan quyi xaroratda turg'oq (stabil) bo'lgan uning IV-shakli hosil bo'ladi.
2. Mahsulot kristallanguncha turli qo'shimchalar qo'shiladi. Bunday qo'shimchalar sifatida magnezit yoki dolomitni nitrat kislotada 'archalash yo'li bilan olingan magniy nitrat, kalg'tsiy va magniy nitratlari, fosforit yoki a'atitni nitrat kislotada 'archalash orqali hosil qilingan mahsulotlar, diammoniyfosfat, ammoniy sul'fat, shuningdek tu'roq, talg'k, diatomit, vermikulit va boshqalardan foydalaniladi. Bunda magniy nitrat  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  kristallogidratini hosil qilib, ammoniy nitratning II-shaklini III-ga o'tishini sekinlashtiradi va II-shaklini IV-ga metastabil o'tishini tahminlaydi. 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-formalg'degid (NF) ning 40% li eritmasi ishlatiladi. Mahsulot 'olietilen yoki qog'oz qo'larga 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 'archalanish 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.

$NH_4NO_3$  ning mineral kislotalar va engil oksidlanuvchi (moylovchi va boshqa organik moddalar kabi) qo'shimchalar ishtirokida 'ortlashi tezlashadi. Toza holatda esa zarbaga chidamli, lekin yo'iq muhitda qizdirish natijasida 'ortlashi mumkin. Portlash xususiyatini kamaytirish maqsadida unga karbamid (0,05-0,1%), kalg'tsiy 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 'ortlatiladi.

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 sul'fat va sul'fat-fosfat qo'shimchali ammiakli selitrada 0,2% dan ko'p emas (B markali 1-navda esa 0,3% dan ko'' 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  $\text{CaO}$  ( $\text{MgO}$ ) hisobida 0,2-0,5%, fosfatlar (RAP)  $\text{P}_2\text{O}_5$  hisobida 0,5-1,2%, ammoniy sul'fat 0,3-0,7%, ammoniy sul'fati va fosfatlari 0,4-0,6% bo'ladi. B markali 1-navda esa qo'shimchalar miqdori mehyorlanmaydi. Ammiakli selitra 10% li suvli eritmasining rN 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 selitranning 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. Se'iluvchanligi har ikkala marka uchun ham 100% bo'ladi. Buning uchun 5 qo' ammiakli selitra 1 m balandlikdan erga 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, yahni ammiakli selitra hosil qilinadi:

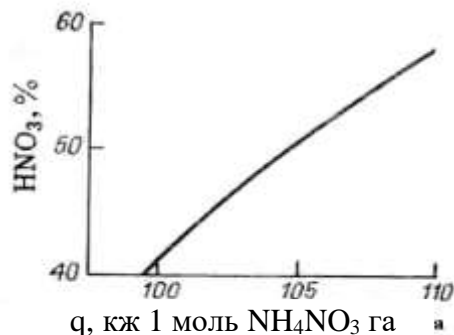


Bu geterogen sistema ekzotermik jarayon bo'lib, katta tezlik bilan boradi va ko'' miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Sanoatda bu issiqlikdan reaksiya natijasida hosil qilingan eritmaning konsentratsiyasini oshirishda unumli foydalaniladi.

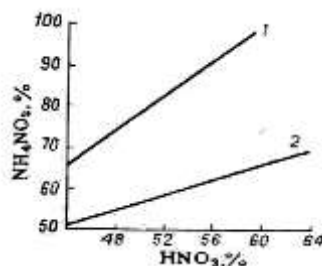
47-60% li nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallash natijasida ammoniy nitrat eritmasi hosil bo'ladi. Bu eritmani bug'latishda neytrallanish issiqligidan foydalaniladi. Bunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori nitrat kislotasining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi (5.2 – rasm). Olinadigan eritmadagi ammoniy nitrat miqdori reaksiya uchun olingan nitrat kislotasi konsentratsiyasiga 'ro'rtsional o'zgaradi hamda neytrallanish issiqligidan foydalanilganda uning eritmadagi miqdori oshib boradi (5.3 – 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) oraliq'ida aylana edi. Keyinchalik bu usul o'rnini boshqasi egalladi, yahni eritma

neytrallash jihozi (apparati) dan bug'latgichga beriladigan bo'ldi. Bu usulda neytrallash 180-200<sup>o</sup>S xarorat va 0,35-0,6 M'a bosimda olib boriladi. Bug'latish esa atmosfera bosimida yoki undan 'astroq 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.



1 – rasm. Nitrat kislotasini gaz holdidagi ammiak bilan neytrallash issiqligi – q (atmosfera bosimi va 18<sup>o</sup>C da)



2 – rasm. Eritmadagi NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> miqdorining reaksiya uchun olingan HNO<sub>3</sub> konsentratsiyasiga bog'liqligi (xarorat 70<sup>o</sup>C):

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

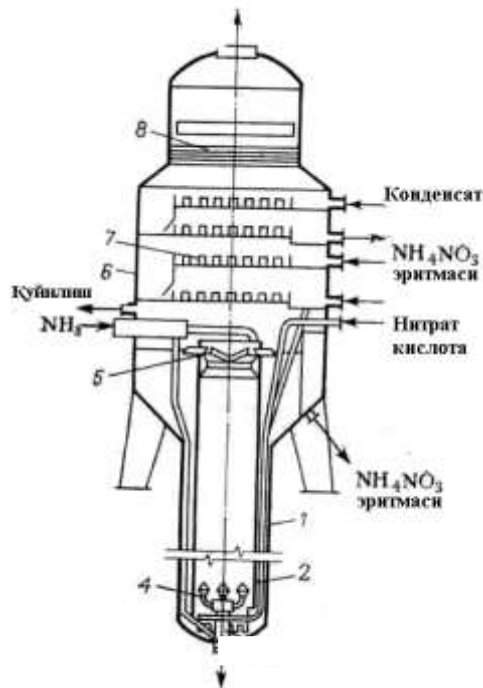
Bizda qo'llaniladigan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihozining o'zi ishlatiladi. Bunda neytrallanish bilan bir 'aytda eritma qaynaydi va bug'lanadi. Bunday jihozni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (3 – rasm).

Ilgarilari sanoatda 47-57% li nitrat kislotasi ishlab chiqarilar edi. NIF da neytrallash natijasida 62-83% NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 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 qo'langan, 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 kelmokda. Bunday qurilmalar AS-67, AS-72 va AS-72M (takomillashgan) yuqori texnik darajada ishlangan, avtomatlashgan, samarali usul va sharoitlar bar'o 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 kislotasi) 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.



3 – rasm. NIF jihozi:

1 – reaktor – neytrallagich qismi qobig'i; 2 – reaksiya stakani; 3 – ammiak 'urkagich; 4 – nitrat kislotasi 'urkagich; 5 – gidroblagich; 6 – se'arator qobig'i; 7 – qal'oqli tarelka; 8 – turli tomchi qaytargich.

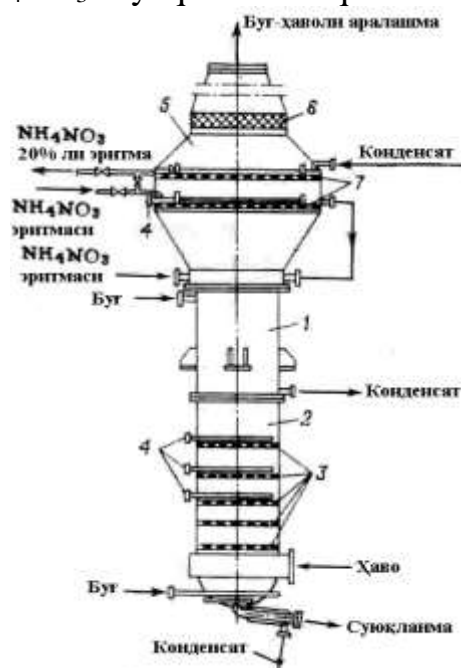
Texnologiyada asosiy jihoz NIF hisoblanadi (3 – rasm). NIF 03X18N11 va 12XN10T markali zanglamaydigan 'o'latdan tayyorlangan bo'lib, ikkita tsilindrik qismdan: ostki reaktor qismi ( $d = 1,6$  m) va ustki se'eratsiya qismi  $d = 3,8$  m) dan iborat. Umumiy balandligi 10 m ni tashkil etadi.

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 'urkagich 3 va 4 orqali ammiak va nitrat kislotasi 'urkaladi. 'urkagich 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 diametrlil 2160 ta teshik bor). Hosil bo'lgan  $NH_4NO_3$  eritmasidagi mahlum miqdor suv reaksiya issiqligi tahsirida bug'lanadi. Natijada ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi va bug'-suyuq emulg'siya 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 'archalanishi hamda ularning erkin azot eolatida yo'qolishi juda oz bo'ladi.

Jihozning yuqori qismida se'arator 6 bo'lib, tomchili bug' 0,6 m/sek tezlikda ko'tarilib, to'rtta barbotaj qal'oqli 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 konsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (4 – rasm). Bu jihoz 08X22N6T markali 'o'latdan 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 M'a bosimli bug'ni quvurlararo bo'shliqqa beriladi va issiq ( $180^\circ\text{S}$ ) havo quvurlar ichida tomayotgan eritmaga qarshi yuboriladi. Havo esa jihozning konsentratsiyalovchi qismi 2 ( $d = 2,8$  m,  $H = 6$  m) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar 3 dan o'tib boradi. Konsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo'shimcha issiqlik beruvchi ilonizi quvurlar bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 g/kg dan oshmasligi lozim. Konsentrlash qismidan xarorati 175-185 $^\circ\text{S}$  bo'lgan 99,7% li  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  suyuqlanmasi oqib tushadi.



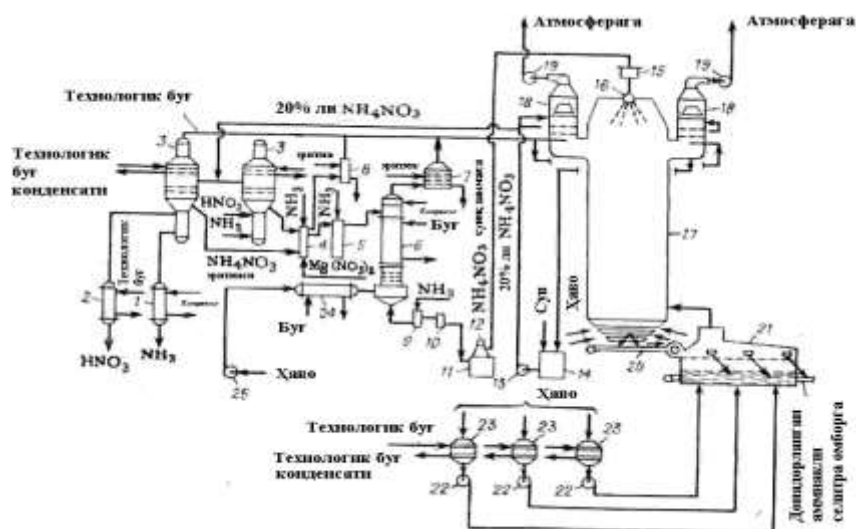
4 – rasm. Kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi:

1 – qobiq-quvurli qism; 2 – konsentratsiyalash 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 kisman bug'latish va bug'-havo aralashmasini yuvishga xizmat qiladi.

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

Gaz holatidagi ammiak isitgich 1 dan o’tib, 120-160°C gacha kiziydi. Nitrat kislotasi (58-60% li) esa isitgich 2 dan o’tib, xarorati 80-90°C gacha ko’tariladi. Ular ikkita ‘arallel ishlaydigan NIF jihoziga tushadi.

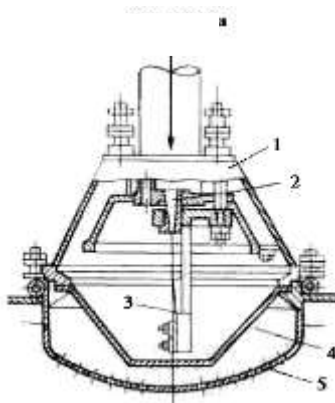


5 – rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi:

- 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 filg’tri; 11 – suyuqlanma baki; 12 – nasos; 13 – markazdan qochma nasos; 14 – ammoniy nitrat eritmasi uchun bak; 15 – bak.

Azotni bug’-tomchi bilan ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  holda) yo’qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislotasi mehyoridan 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°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 gidrotusqich – neytrallagich 9 va filg’tr 10 orqali yig’uvchi bak 11 ga tushadi. Bakdan nasos 12 yordamida bak 15 ga yuboriladi. Bu bak esa donadorlovchi minora 17 ustida joylashgan buladi. Yuqoridagi bak 15 dan suyuqlanma uchta vibroakuistik (tebranma akuistik) donadorlagich 16 orqali minoraga sochiladi (bundan tashkari yana uchta donadorlagich zaxirada – navbatda turadi). Donadorlovchi minora 17 kesimi to’g’ri burchakli 11x8 m, qalinligi 2 mm li 08x17T markadagi ‘o’latdan yasalgan va uning balandligi 63,5 m ga teng. Minoraning tashqi tomoni uglerodli ‘o’lat bog’lamlar bilan mahkamlangan.

Hosil qilingan suyuqlanma tebranma akuistik donadorlagich (6 – rasm) da plastika 3 ga o’rnatilgan so’lodan tushadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akuistik tebranishni singdirib sochiladi.



6 – rasm. Akustik donadorlagich:

1 – kor'usi; 2 – so'lo; 3 – 'lastinka; 4 – to'rli filg'tr; 5 – teshikli tebranuvchi taglik.

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 167<sup>o</sup>C atrofidagi xaroratda kristallana boshlaydi, 140<sup>o</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 trans'ortyor 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>o</sup>C, qish faslida esa 20-30<sup>o</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.

## 2 – MA'RUZA

### AMMONIY SUL'FAT ISHLAB CHIQRARISH

#### 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. Ka'rolaktam 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>o</sup>C dan yuqori xaroratda

qizlirilganda ammiak va sul'fat kislotaga 'archalanadi. 100°C da nordon tuz hosil qilish bilan dissotsiyalanish boshlanadi; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ustidagi NH<sub>3</sub> ning bosimi 205°C xaroratda 0,067 k'a ni, 300°S 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 tu'roqda sul'fat kislotasining to'lanishi tufayli uni neytrallash uchun davriy ravishda ohaklash zarurati kelib chiqadi.

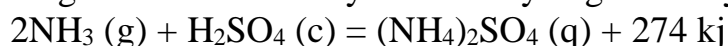
Sanoatda ammoniy sul'fat ishlab chiqarish usulining asosini sul'fat kislotasini ammiak bilan neytrallash tashkil etadi. Bu maqsadda toshko'mirni kokslash jarayonida hosil bo'ladigan gazlar aralashmasidan ajratib olingan ammiak gazi ishlatiladi. Koks gazini ammiak (va shu bilan bir vaqtda 'iridin asoslari) dan tozalash jarayoni ammoniy sul'fat ishlab chiqarish bilan bog'langan. Sintetik ammiakdan esa boshqa turdagi yuqori konsentratsiyali azotli o'g'itlar: ammiakli selitra, karbamid ishlab chiqarishda foydalaniladi. Chet ellarda, qisman ammoniy sul'fat, gi'sni ammoniy karbonat eritmasi bilan qayta ishlash natijasida konversiyalab ishlab chiqariladi. Bundan tashqari ka'rolaktam ishlab chikarish 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 (1–jadval). Ammoniy sul'fat qogoz yoki 'olietilen qo'larda yoki vagonlarda tashiladi.

1 – jadval

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

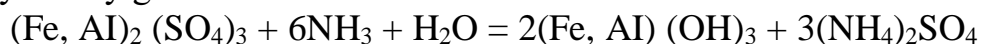
**Ammoniy sul'fat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari.** Sul'fat kislotasini gaz xolatidagi ammiak bilan neytrallash kuyidagi reaksiyaga asoslangan:



Bunda ko'' 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 tag'minlashi muhim ahamiyatga ega. Sul'fat kislotasidagi qo'shimchalar, ayniqsa, temir va alyuminiy sul'fatlari ammoniy



sul'fatning kristallanishin qiynlashtiradi. Kislalani neytrallash 'aytida kolloid holatda temir va alyuminiy gidroksidlari cho'kadi:



Bunda ammoniy sul'fat kristallarining o'sishi qiynlashadi. SHu maqsadda neytrallash 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'' miqdordagi energiya talab etiladi.

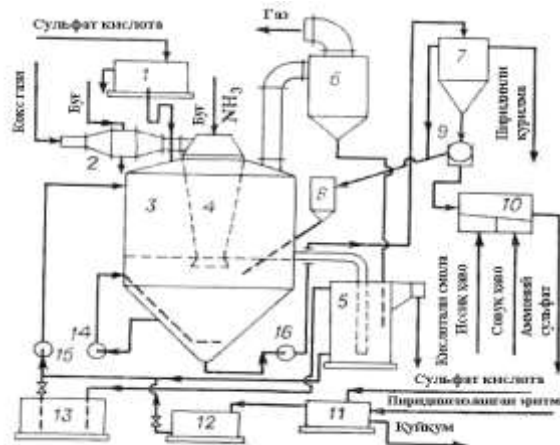
*Belvosita usul* bo'yicha ammiak gazining sul'fat kislotasi eritmasida yutilishi hisobiga ammoniy sul'fat hosil qilish bilan oldindan 68<sup>0</sup>S gacha sovutilgan va elektrofilg'rlarda smoladan tozalangan koks gazini doimiy yuborish orqali amalga oshiriladi.

Iqtisodiy jihatdan maqbul va keng tarqalgan usul bu *yarimbevosita usuldir*. Bunda koks gazidagi smolani kondensatlash uchun 25-30<sup>0</sup>S 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 elektrofilg'rlarda 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 kristallantirishligi birgina jihoz – saturatorda amalga oshiriladi. Bu texnologik rejimni tanlash imkoniyatini chegaralaydi, yahni bir vaqtda ikkala jarayon (yuttirish va kristallantirish) uchun bir xil o'timal sharoit: ammiakning maksimal yutilishi va ammoniy sul'fat kristallarini ajratib olish uchun yirik kristallar hosil bo'lishini tag'minlovchi 'arametrlarni belgilashni ko'rsatadi.

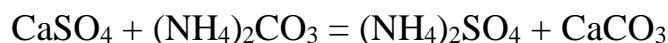
Ko''gina zavodlarda ko'llanilayotgan saturatorsiz usul bo'yicha yuqoridagi jarayonlar alohida-alohida: ammiakni yuttirish saturatorlarda, ammoniy sul'fatni kristallantirish esa kristalizatorlarda amalga oshiriladi.

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



7 – 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-iridinsizlantirilgan 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 kislotasi sarflamasdan, tabiiy gi’s yoki ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlab chiqarish chiqindisi - fosfogi’sdan ammoniy sul’fat olish ham mumkin. Gipsni ammoniy sul’fatga konvertsiyasi 50-55<sup>o</sup>S xaroratda 32-33% li ammoniy karbonat eritmasi bilan suyuqlik usuli deb ataladigan quyidagi reaksiya yordamida amalga oshirilishi mumkin:



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

CaCO<sub>3</sub> cho’kmasi ajratilgandan so’ng [1 t (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 gi’s, 0,74 ammoniy karbonat, 1,4 t bug’, 225 m<sup>3</sup> suv, 65 kvt/soat elektroenergiya, 71,5 kg shartli yoqilg’i sarf bo’ladi.

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

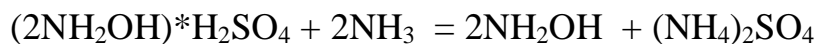


Lekin bu usulda hosil bo’ladigan CaSO<sub>3</sub> kristallari mayda, ignasimon bo’lib, uni filg’trlashda qiyinchiliklar kelib chiqadi. SHuning uchun konversiya jarayonini uzoq vaqt o’tkazish talab etiladi. Bundan tashqari reaksiya issiqligini yo’qotish maqsadida reaktor ichiga sovutgich o’rnatish va yutilmagan gazni sul’fat kislotasi eritmasidan o’tkazish talab qilinadi.

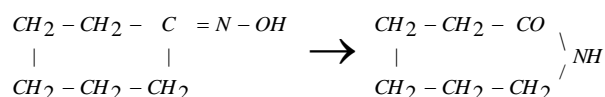
**Ka’rolaktam chiqindisidan ammoniy sul’fat olish.** ‘oliamid – ka’ron tayyorlash uchun ishlab chiqariladigan ka’rolaktam olishdagi tugallanuvchi bosqich benzol va fenoldan olinadigan oraliq mahsulot – tsiklogeksanon

$\begin{matrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ | \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{matrix}$  ni gidroksidaminosul’fat – (2NH<sub>2</sub>OH)\*H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bilan oksimirlashdan

iborat. Hidroksidaminosul’fatning ortiqcha miqdori ammiak tahsirida ‘archalanadi:



Hosil bo'lgan tsiklogeksanoksim suvli eritmadan ajratib olinib, kontsentrlangan sul'fat kislotasi (oleum) da ishlov beriladi. Natijada ka'rolaktamga izomerlanadi:



Izomerlanish jarayoni tugachach, 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 MDj bug', 24-30 kv/soat elektroenergiya va 56 m<sup>3</sup> suv sarflanadi.

### 3 – 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. Silg'vinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari
3. Silg'vinitdan 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: silg'vinit, kainit, tabiiy rudalarni qayta ishlash kontsentrlangan mahsulotlari – kaliy xlorid va ularning kontsentrlangan kaliyli mahsulotlar bilan aralashmasi kiradi. Xlorsiz kaliyli o'g'itlarga esa: kaliy sul'fat, kaliy va magniy sul'fatlarning 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 kontsentratsiya 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 – KON,  $\text{KSiO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ , 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 silg'vinit, aralash o'g'it (kaliy xlorid va yanchilgan silg'vinit aralashmasi) va kaliy xlorid ishlatiladi. Yanchilgan silg'vinit tarkibida 22% KCl (14%  $K_2O$ ) bo'lib, o'lchami 4 mm dan yirik bo'lgan zarrachalar 20% dan ortmasligi kerak. Aralash o'g'it tarkibidagi  $K_2O$  miqdori 40% dan kam bo'lmaydi va  $N_2O$  2% dan oshmasligi lozim. Tarkibida 52,4% KSl (63,1%  $K_2O$ ) bo'ladigan kaliy xlorid – rangsiz kubsimon kristallardan iborat bo'ladi. Uning zichligi  $1990 \text{ kg/m}^3$  bo'lib,  $776^\circ\text{S}$  da suyuqlanadi. Kaliy xloridning tabiiy minerali – silg'vin va rudalari tarkibida qo'shimchalar bo'lganligi sababli rangli bo'ladi. Kaliy xloridning  $20^\circ\text{S}$  dagi tuyingan eritmasida – 25,6% va  $100^\circ\text{S}$  dagi to'yingan eritmasida esa – 35,9% KSl 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  $584^\circ\text{S}$  ni tashkil etadi. U  $1069^\circ\text{S}$  da suyuqlanadi. Kaliy sul'fatning  $20^\circ\text{S}$  dagi to'yingan eritmasida 10,0% va  $100^\circ\text{S}$  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'' bo'lmagan Cl va 0,1%  $N_2O$  bo'ladi; 'olimineral 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-langbeynit rudalarini flotatsiyali boyitish yo'li bilan olinadi va unda 17,5%  $K_2O$ , 9% dan kam bo'lmagan MgO, 20% dan ko'' 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'' 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 silg'vinit rudasidan olinadi. U silg'vin 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: ‘oligalit  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , 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) glenezem 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, Ka‘etkivichsk va ‘etrikovskda), G‘arbiy Ukrainada (‘rikar‘atg‘eda) va boshqa joylarda uchraydi. Bu konlardagi zaxiralarning 88% ulushi Verxnekamskga to‘g‘ri keladi. CHet mamlakatlardagi kaliyli tuz konlari Kanadada, Germaniyada, Isroilda, AQSH da, Is‘aniyada va Frantsiyada mavjuddir. 1980 yilda Rossiyaning Sibir O‘lkasida Ne‘skoe (silg‘vinit 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 ‘erm dengizining bug‘lanishidan hosil bo‘lgan. Bu konning maydoni  $3500 \text{ km}^2$  bo‘lib, qatlamning qalinligi 1000 metrgacha yetadi. Karnallit va silvinit qatlamlari 90-220 metr chuqurlikda, quyi silg‘vinit maydonining qalinligi 7-8 m dan 40 metrgacha bo‘lib, bir-biridan KCl qatlami bilan ajralib turadigan oltita 6-8 metr qalinlikdagi silg‘vinit qatlamlaridan iborat. Ruda tarkibida 17-40% KCl, 0,2-0,3%  $MgCl_2$ , 1-4,5% erimaydigan qoldiq bo‘ladi. Yuqori yuza qalinligi 20-115 metr bo‘lib, 9 ta qatlamni tashkil qiladi. Bu qatlamlar karnallit, silg‘vinit va kulrang, havorang hamda ko‘k gallit aralashmalaridan iboratdir. Silg‘vinit rudasi tarkibida 21-39% KCl, 0,2-1,2%  $MgCl_2$ , 0,9-6,3% erimaydigan qoldiq, karnallit rudasi tarkibida esa 13,5-20,5% KCl, 14,5-19%  $MgCl_2$ , 1,4-4,5% erimaydigan qoldiq bo‘ladi.

Kar‘atg‘e konidagi kaliy tuzlari sul‘fat-xloridlar shaklida bo‘lib, xloridli qatlamlar silg‘vinit (8-19%  $K_2O$ ) va boshqa rudalardan iborat. Sul‘fat-xloridli qatlamlarning 35-36% qismi kainitdan (10-12%  $K_2O$ ), 20-40% qismi gallitdan, 3-7% qismi ‘oligalitdan va 6-15% qismi tu‘roq materiallaridan iborat. Kainit-langbeynit qatlamlarining 20-30% ini kainit, 10-20% ini langbeynit, 30-40% ini galit, 5-10% ini kazerit  $MgSO_4 \cdot H_2O$  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‘‘ hisoblanadi. Suv havzalarida dengiz suvlarini bug‘latilib kaliy tuzlari olinishi mumkin. Xuddi shu usul bilan yuqori minerallashgan O‘lik dengiz suvidan kaliy xlorid tuzi olinadi. Ayrim turdagi sanoat korxonalarining chiqindilari kaliyli tuzlarning qo‘shimcha manbai hisoblanadi. Masalan, tsement ishlab chiqarish zavodlarining elektrofilg‘trlarida tutib qolingan chang tarkibida 20-30% gacha  $K_2O$  ( $K_2SO_4$  va  $K_2CO_3$  shaklida) bo‘lishi mumkin. CHunki shixta tarkibida 0,2-1%  $K_2O$  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,  $K_2SO_4$  va  $K_2CO_3$  lar ishlab chiqariladi.

Silg‘vinit va karnallit rudalaridan kaliy xlorid quyidagi usullarda olinadi:

- xom ashyoni mexanik usul bilan ishlov berish yoki ko‘‘incha (80% dan ko‘‘roq) flotatsiyalash usuli bilan KCl olinadi;

- rudadagi tuzlarning erish xarorat koeffitsentlariga 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 ashratib olinadi. Masalan, O'lik dengiz sho'r suvlari bug'latuvchi havzalarda kontsentrlandi. 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'ikli 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 'ufakchalariga yo'ishib, ko'ikka chiqadi. Silg'vinit rudalari asosiy kom'onent, qo'shimchalar va tu'roq 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 silg'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. Silg'vinitni flotatsiyalashga tayyorlash (9.1 – 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 kom'onentlarining 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.



8 – rasm. Flotatsiyalashga tayyorlanadigan kaliyli rudani boyitish sxemasi.

2. *Maydalangan rudani quyqumdan – flotatsiya jarayoniga va sus'enziyani ajratishga halaqit beradigan mayda dis'ers tu'roq-karbonatli qo'shimchalardan ajratish.* Uni flotatsiyalash (asosiy flotatsiya jarayonidan oldingi), gidravlik (tu'roq-karbonatli va tuzli minerallarning cho'kish tezligi farqi asosida maydalangan ruda sus'enziasini ajratish), flotatsiyali-gidravlik, gravitatsiyali va boshqa usullarda amalga oshiriladi. Rudadagi quyqum miqdori oz bo'lsa, ularning salbiy ta'sirini, yahni flotoreagentlarni quyqum sirtiga absorbttsiyalanishini yo'qotish uchun flotatsiyalash jarayonida reagent-de'ressorlar ishlatiladi.



9 – rasm. Silg'vinit rudasini quyqumsizlantirish sxemasi.

Namli maydalangan silg'vinit sus'enziasini quyqumdan ajratish gidrotsiklon va gidrosaralagichlarda amalga oshiriladi. Rudadagi zarrachalar o'lchami 3 mm dan kichik bo'lishini tahminlash uchun sus'enziya ( $S:Q = 6:10:1$ ) avvalo diametri 750 mm bo'lgan gidrotsiklonda ajratiladi. Sus'enziyadan 75-80% quyqum ajratiladi. U gidrose'arator ( $d = 18$  m) ga yuboriladi (9 – rasm). Sus'enziya fraktsiyaga ajratilgandan so'ng, 0,8 mm dan kichik zarrachali qumlar qaytadan gidrotsiklonga yuboriladi. Sus'enziya s'iral 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 s'iral saralagichdan chiqqan tozalangan xom ashyo flotatsiyaga yuboriladi, oqava suvlar esa tsiklga qaytariladi.

3. *Ruda minerallarining flotatsiyali ajratilishi.* Silg'vin zarrachalari yuzasini gidrofoblovchi – teruvchi (kollektorlar) sifatida va havo 'ufakchalariga ilashishi (yo'ishishi) ni tahminlovchi modda sifatida kationaktiv (kationfaol) va noionogen (ionogen bo'lmagan) – a'olyar yuqori molekulyar ( $S_{10}-S_{22}$ ) organik

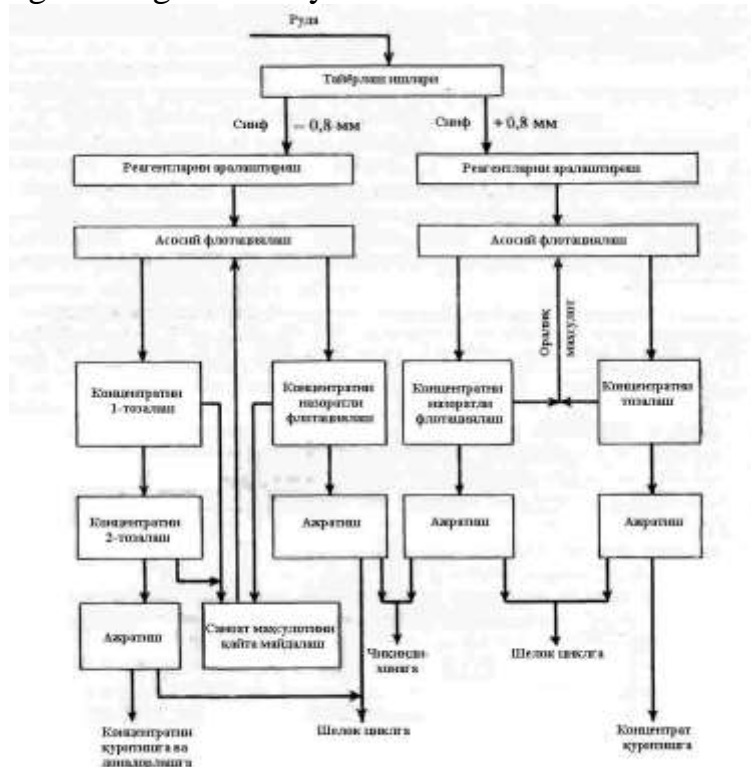
birikmalar – birlamchi alifatik aminlarning atsetatlari yoki xloridlari va ‘arafinli, naftenli aromatik va geterotsiklik uglevodorodlar ishlatiladi. Kationaktiv (oktadetsilamin, fettamin va b.) va noionogen (neftni haydashda olinadi) tergichlar qo‘shilganda silg‘vinning yirik (3 mm gacha) fraktsiyalarini ham flotatsiyalash imkonini beradi.

Reagent modifikatorlar teruvchilarning minerallar yuzasiga sorbtseyalanishini kamaytiradi, tu‘roqli quyqumning koagulyatsiya va flotatsiyasini tahminlab, silg‘vin flotatsiyasini faollashtiradi.

Flokulyant sifatida noorganik (ishqoriy metallarning ‘oli- va metafosfatlari va silikat kislotasining kolloid eritmaları) va organik moddalar (‘oliakrilamid, karboksimetiltellyuloza, lignosulg‘fonatlar, mochevina formalg‘degid smolasi va b.) ishlatiladi.

Eritma muhiti (pH) ni o‘timal holatini tahminlash uchun esa muhitni boshqaruvchilar – ishqor yoki kislotalar ishlatiladi.

Silg‘vinitni flotatsiyalash mahsus reagentlarsiz – ko‘‘ik hosil qiluvchilarsiz ham amaga oshirilishi mumkin. KCl va NaCl ning to‘yingan eritmalaridan havo o‘tkazilsa (barbotaj usuli) o‘zi ham ko‘‘iklanish xossasiga ega. Lekin qo‘shimcha ko‘‘iklatgichlar (qayrag‘och moyi, dioksan va ‘iran qatori s‘irtlari va boshqalar) havo ‘ufakchalarining dis‘erslliligini oshiradi, turg‘oq ko‘‘ik hosil bo‘lishini tahminlaydi. Bu reagentlar fazalar (suyuq faza – havo va suyuq faza – mineral) chegarasida sorbtseyalanib, mineral zarrachalarning sirtini gidrofoblaydi.



10 – rasm. Silg‘vinit mayda va yirik donachali fraktsiyalarining aloqida-alohida flotatsiyalash sxemasi.

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 tahminlovchi sxemalarning bir qator afzalliklari bor. Bu sxemalarda maydalash va donadorlash, yuvish va quyqumni

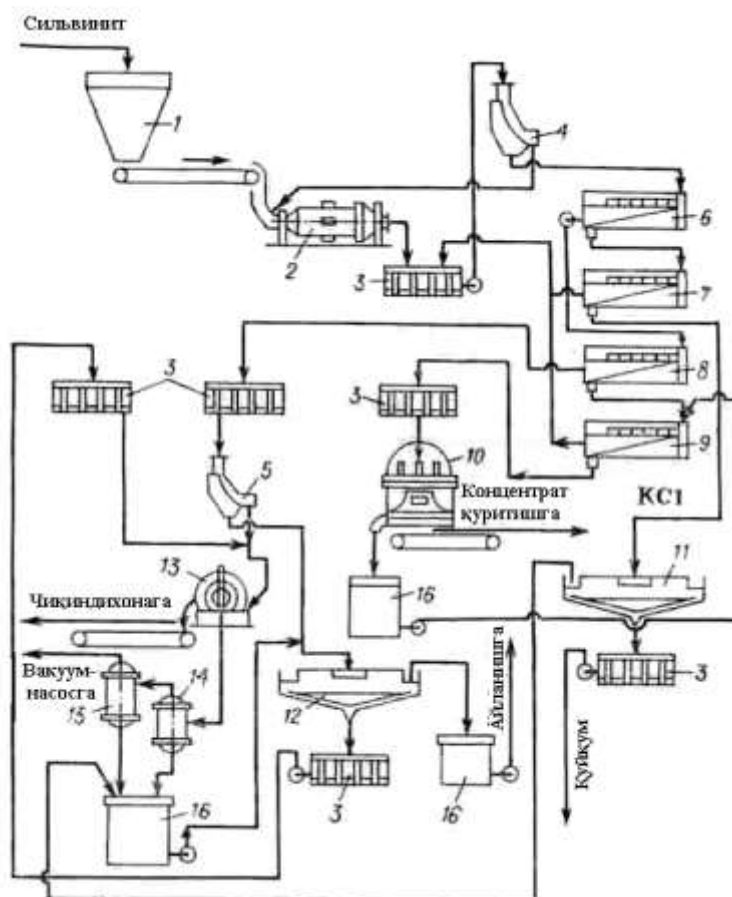


saqlash xarajatlarini kamaytirish, quyqum miqdori va mahsulot namligini kamayishi hisobiga KCl ning ajratib olish darajasini oshirish, o'g'itning agrokimyoviy xossasini oshirish imkoniyatlari yaratiladi. Bunday jarayonlarda yirik (+0,8 mm) va mayda (-0,8 mm) fraksiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiyalanishi amalga oshiriladi.

Yirik fraksiyali flotatsiyalashda esa konsentrat bir marta qayta tozalanadi va chiqindini nazoratli flotatsiyalash amalga oshiriladi. Konsentrat vakuum-filg'trda ajratib olinib, quritgichga yuboriladi.

4. *Sus'enziyani quyultirish va filg'trlash yo'li bilan ajratish (suvsizlantirish), nam konsentratni tayyor mahsulotga qayta ishlash (quritish va mayda fraksiyani donadorlash).*

Tarkibida quyqum ko'' bo'lmagan (3% gacha) rudalar uchun asosiy va qayta tozalash – flotatsiyalash texnologiyasi qo'llaniladi (11 – rasm). Bunda reagentlar sifatida FR-2 (uayt-s'irtning oksidlanish mahsuloti) teruvchisi va 'oliakrilamid flokulyanti ishlatiladi. Quyqumning ko''iklanish mahsulotiga o'tish darajasi 80-90% ni tashkil etadi.



11 – rasm. Oldindan tu'roqli 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, sillg'vinni asosiy flotatsiyalash, KCl konsentratini qayta tozalashga muvofiq keluvchi flotatsiya mashinalari; 10 – tsentrifuga; 11 – quyqumni quyushtirgich; 12 – galit

chiqindilarini quyultirgich; 13 – galit chiqindisi uchun vakuum-filtr; 14 – vakuum-yig’gich; 15 – resiver; 16 – aylanma eritma yig’gichi.

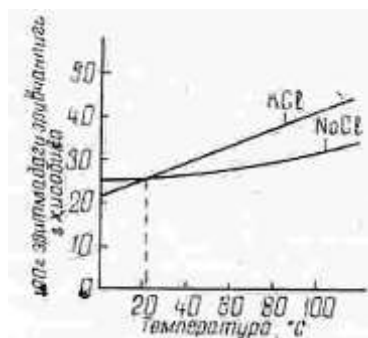
Kamerali mahsulot (silg’vin va galit zarrachalari) silg’vin flotatsiyasi tsikliga yuboriladi. Qayta tozalash flotatsiyasidan o’tgandan so’ng tu’roqli quyqum quyultiriladi va yuviladi. Biroq flotatsiyalanishda hosil bo’ladigan ko’rik ‘archalanib bu jarayonga xalaqit beradi va ma’lum miqdordagi kaliy xloridning suyuq faza bilan chiqib ketib qolishiga (yo’qotilishiga) sabab bo’ladi. Bunda kaliy xloridning yo’qotilishini kamaytirish uchun tashlanadigan galit sus’enziyasini 60-70<sup>o</sup>S 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’ik bo’lsa, sus’enziya qovushqoqligi ortadi, natijada esa flotoreagent miqdori ko’ik sarf bo’ladi, quyqumni yuvilish darajasi ‘asayadi 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. Silg’vinitni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari.**

Silg’vinit tarkibidagi kaliy xlorid bilan natriy xloridni ajratish, ularni har xil xaroratdagi eruvchanligiga asoslangan. 0<sup>o</sup>S da 100<sup>o</sup>S intervalda natriy xloridning amaliy eruvchanligi xaroratga deyarli bog’liq emas. Kaliy xloridning eruvchanligi esa xarorat ortishi bilan sezilarli darajada ortadi. 26<sup>o</sup>S da KCl bilan NaCl ning eruvchanlik egri chizig’i o’zaro to’qnashadi (12 - rasm), yahni bu xaroratda ikkala tuz ham bir xil eruvchanlikka ega bo’ladi. 26<sup>o</sup>S dan ‘astda KCl ning eruvchanligi NaCl ning eruvchanligidan kam, 26<sup>o</sup>S dan yuqori xaroratda esa aksincha bo’ladi. SHunday qilib, kaliy xlorid va natriy xlorid tuzlarining aralashmasi 100<sup>o</sup>S atrofida eritilganda, eritmadagi kaliy xloridning miqdori NaCl miqdoriga qaraganda deyarli ikki barobar ortiq bo’ladi. Bunday to’yingan eritma (100<sup>o</sup>S da to’yingan) sovutilganda faqat kaliy xlorid kristallarigina cho’kmaga tushadi.

Sovutilgan eritmadan kaliy xlorid kristallari ajratib olingandan so’ng eritma yana 100<sup>o</sup>S gacha kizdirilganda, eritma KCl ga to’yinmagan, NaCl ga esa to’yingan bo’ladi. Bunday eritmaga yana silg’vinit qo’shilib ishlov berilsa, faqat KCl eritmaga o’tadi. Silg’vinitga shunday yo’l bilan ishlov berilib, KCl ni ajratib olish – ishqorlash usuli deb ataladi.



12 – rasm. KCl va NaCl ning suvda eruvchanligining xaroratga bog’liqligi.

Silg'vinit rudasini qayta ishlash 'rintsi'ial sxemasida quyidagi asosiy bosqichlar amalga oshiriladi:

- 1) maydalangan silg'vinitni KCl ning kristallanishidan qolgan eritma bilan ishlanadi; bunda silg'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 tu'roqli 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'' miqdordagi tu'roq 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<sup>o</sup>S dan 20<sup>o</sup>S 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<sup>o</sup>S xaroratga qadar kizdirilib, yana a''arat (1) ga – yangi solingan silg'vinitni ishqorlashga beriladi. Bu usul bilan silg'vinit tarkibidagi kaliy xloridning 90% qismi ajratib olinadi. Filg'tr (2) da qolgan cho'kmaning 91% qismi NaCl dan va 1,7% qismi esa KCl dan iborat bo'lib, bu ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi; bahzida u tuz eritmaları, sodali mahsulotlar va shu kabilar olishda ishlatiladi.

1 tonna kaliy xlorid (95% KCl) olish uchun 5 t atrofida silg'vinit (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 'oliakrilamid 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 tu'roq va tuzli quyqum hosil bo'ladi.

## 4 – MA’RUZA

### 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 ‘olimineral kaliy sul’fatli rudalarni galurgik, flotatsiyali yoki kombinatsiyalangan sxemalarda qayta ishlashga asoslangan.
- 2 – usul. Bu usul natriy, magniy, ammoniy, kalg’tsiyning sul’fatli tuzlari, sul’fat kislotasi va boshqalar bilan kaliy xloridning konversiyalanishiga asoslangan.

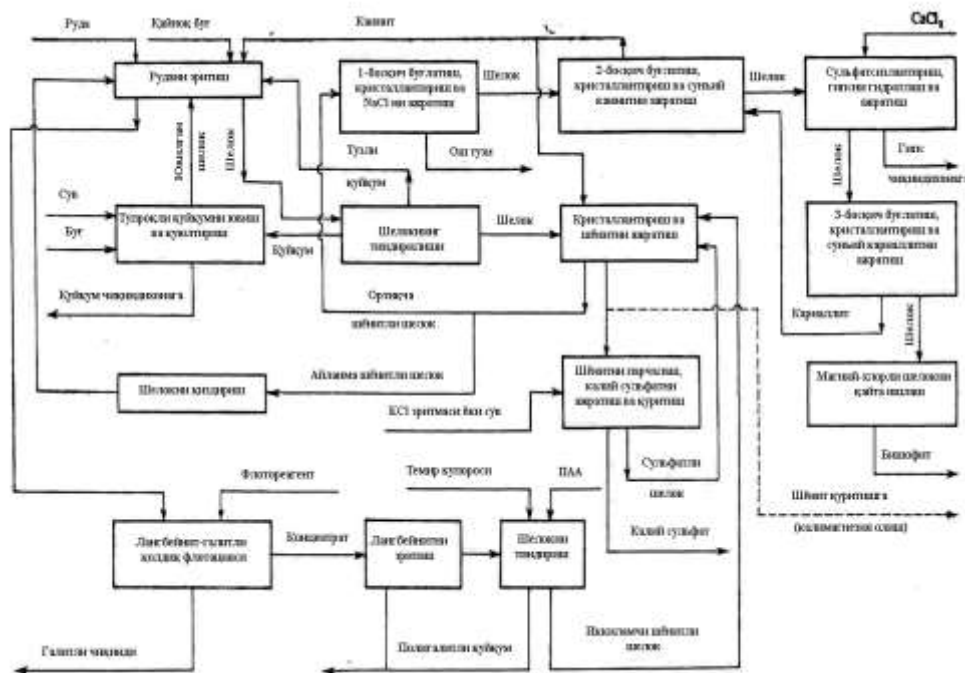
Bundan tashqari ayrim kimyoviy jarayonlarda (masalan, alunitni qayta ishlashda) qo’shimcha mahsulot sifatida kaliy sul’fat hosil bo’ladi.

**Polimineral rudalarni qayta ishlash.** Dunyoda xlorid-sul’fatli turdagi eng yirik kaliyli ruda (zahirasi 2,5 mlrd.t) koni ‘rikar’atiyada 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 (13 – 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<sup>o</sup>S 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 (silg’vinitdan 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 NaCl va langbeynit, ozroq miqdorda kazerit, ‘oligalit  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , gi’s  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , angidrit  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  va boshqalar bo’ladi.



13 – rasm. ‘rikar’atiya ‘olimineral rudasini qayta ishlash sxemasi.

Quyqum cho‘ktirilgandan so‘ng issiq shelok birinchi tindirgichdan vakuum-kristallantirish qurilmasiga shyonitni ajratib olish uchun yuboriladi. NaCl siz toza shyonitni kristallantirish uchun shelokka suv, shyonitni ‘archalab kaliy sul’fat olishda hosil bo‘ladigan eritmalar, shuningdek «sunhiy kainit» deb ataladigan flotatsiyalash bo‘linmasidan keladigan langbeynitli shelok qo‘shiladi. SHyonitning kristallanishi 20°S da tugallanadi. Olingan sus‘enziya quyultiriladi va filg‘trlanadi. Bir qism eritma rudani eritishga, qolgan qismi esa tozalangan xlormagniyli shelok ishlab chiqarish uchun va kaliyli tuzlarni ajratib olishga ishlatiladi (buni xlormagniyli tsikl deyiladi). U quyidagicha kechadi: 1) osh tuzi ajratilishi bilan amalga oshiriladigan shelokni bug‘latishning birinchi bosqichi; 2) shyonitli tsiklga yoki rudani eritishga qaytariladigan KCl, NaCl va MgSO<sub>4</sub> aralashmasi – «sunhiy kainit» ni kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug‘latishning ikkinchi bosqichi; 3) 25% li CaCl<sub>2</sub> eritmasi bilan kainitli shelokni sul’fatsizlantirish; 4) «sunhiy kainit» ni kristallantirish bosqichiga qaytariladigan KCl, NaCl va MgCl<sub>2</sub> aralashmasi – «sunhiy karnallit» ni kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug‘latishning uchinchi bosqichi. Tarkibida MgCl<sub>2</sub> bo‘lgan tozalangan shelok – elektrolitik usulda magniy olish uchun ishlatiladigan sintetik karnallitga, yoki bishofit MgCl<sub>2</sub>\*2H<sub>2</sub>O ga qayta ishlanadi.

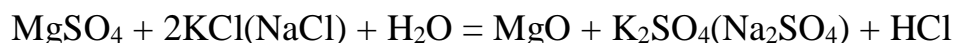
Barcha shyonit yoki uning bir qismi 50°S xaroratda suv bilan ‘archalanadi (agar boshlang‘ich rudada silg‘vin miqdori yetarli darajada bo‘lmasa, ‘archalanish bosqichida KCl qo‘shilishi mumkin). Bunda kaliy sul’fat va shyonitni kristallantirilishiga yuboriladigan eritma hosil bo‘ladi. ‘archalanmagan shyonitni quritilib, mahsulot sifatidagi tarkibida 28-30% K<sub>2</sub>O tutgan kalimagneziya olinadi.

Rudada lanbeynit miqdori ko‘‘ bo‘lsa, cho‘kindini qayta ishlash lozim. Buni flotatsiya yo‘li bilan – og‘ir sus‘enziyadan ajratish yoki galitni suv bilan yuvish orqali bajariladi. Galitni suv bilan yuvish oson, ammo ko‘‘ miqdordagi NaCl eritmasini tashlab yuborilishiga to‘g‘ri keladi.

Flotatsiya yo'li bilan ajratib olingan langbeynit tarkibida ko'' miqdorda 'oligalit 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<sup>o</sup>S xaroratda suvda eritiladi, shelokni (undagi flotoreagentlarni bog'lash uchun) temir ku'rosi eritmasi bilan qayta ishlanadi, quyqundan tindiriladi va shyonitni vakuum-kristallantirish uchun yuboriladi. Yana boshqa murakkabroq usulda – langbeynit sheloki 20<sup>o</sup>S gacha sovutiladi, kristallangan shyonit ajratib olinadi va asosiy shyonit oqimiga qo'shib, kaliy sul'fat olish uchun suv bilan 'archalanish bosqichiga yuboriladi. 'oligalit esa chiqindi tarzida chiqadi.

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

Havo kislorodi, ayniqsa suv bug'i 800<sup>o</sup>S xaroratda konversiyalanishni tezlashtiradi. Magniy xlorid kislorod bilan tahsirlashganda 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:



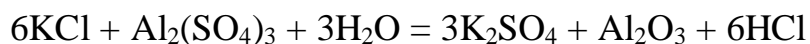
Bunda suv bug'i qanchalik ko'' berilsa, reaksiya shunchalik intensivlashadi. CHiqadigan gaz fazada vodorod xlorid, qoldiqda esa – magniy oksid va kaliy (natriy) sul'fat bo'ladi. Agar reaksiya aralashmasiga 20-25% SiO<sub>2</sub> (tre'el), MgO va boshqalar qo'shilsa reaksiyaning kechishi osonlashadi. Bu holda massa sochiluvchan bo'lib, xaroratni 800-900<sup>o</sup>S 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 gi's ishlatilishi orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu holda shixtaga tre'el qo'shish CaO ni CaO\*mSiO<sub>2</sub> tarzida bog'lash uchun zarurdir.

'rikar'atiya rudasini gidrotermik ishlov berishdagi konversiya mahsuloti – tarkibida kaliy va natriy sul'fatlari bo'lgan suvda eriydigan qismdan va tarkibida tre'el, magniy oksid va magniy silikat bo'lgan suvda erimaydigan qismdan iboratdir. Kuydirish mahsulotidagi eruvchi tuzlar – 100-106<sup>o</sup>S xaroratda, yuvuvchi suv bilan suyultirilgan qaytuvchi eritma bilan eritiladi. Hosil qilingan shelok vakuum-kristallizatorida bosqchli sovutiladi; 100-30<sup>o</sup>S xarorat oralig'ida glazerit 3K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>\*Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kristallanadi. Uni 20<sup>o</sup>S 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<sup>o</sup>S 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 aralastirilib (92% langbeynit va 8% ko'mir), 800-900<sup>o</sup>S xaroratda shaxtali 'echda qayta ishlansa:



reaktsiyasi sodir bo'ladi.

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

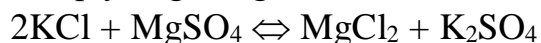


Qattiq fazadagi kaliy sul'fat suv bilan eritilib (100<sup>o</sup>S da), magniy oksidi filg'rlashda ajratiladi. Filg'rat tindirgichli-kristallizatorlarda sovutilib kaliy sul'fat kristali olinadi.

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

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

**Konversiya usulida kaliy sul'fat olish.** Kaliy xlorid va magniy sul'fat (e'somit MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) larning o'zaro tahsirlashuvidan kaliy sul'fat olishni ko'rib chiqamiz. Ularning o'zaro tahsirlashuvi 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<sup>o</sup>S dagi) izotermasi 10.2 – ramda ko'rsatilgan.

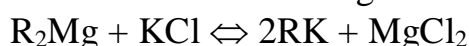
Jarayonni ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda shyonit kristallantiriladi. SHyonitning maksimal unumini tahminlash uchun boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi S<sub>1</sub> nuqta *shR* chizig'ida yotishi kerak. Bu chiziq shyonit 'olyusi *sh* dan *R* nuqtaga qarab yuradi. Uning holati ishlangan (qaytarilgan) eritma tarkibiga to'g'ri keladi. U shyonit, silg'vin 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 yo'iq tsiklni amalga oshirish uchun bir qism e'somitni 2-bosqichga yoki KCl (~1/3 qismini) birinchi bochqichga berish kerak.

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



sodir bo'ladi. Eritma 10<sup>o</sup>S gacha sovutilganda K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kristallanadi.

Kationit regeneratsiyasi KCl ishtirokida amalga oshiriladi:



## 5 – MA'RUZA

### TABIY FOSFATLARNI SUL'FAT KISLOTALI PARCHALASH

#### Reja:

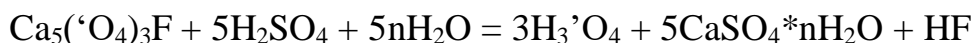
1. Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari
2. Superfosfat
3. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

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

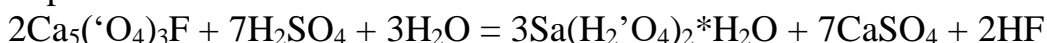
**Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari.** Tabiiy kalg'tsiy fosfatlarning kiltolar bilan parchalanishidan fosfat kislotasi va kalg'tsiyning tegishli tuzlari hosil bo'ladi. Kalg'tsiyli tuzlari suvda yaxshi eriydigan kislotalar (masalan, nitrat yoki xlorid kislotasi) ishlatilganda olingan eritmalarni o'g'itga aylantirish, o'simliklar tomonidan o'zlashmaydigan yoki qiyin o'zlashadigan fosfatli birikmalarga aylanishiga olib keladigan kimyoviy o'zgarishlarni oldini olish uchun kalg'tsiyning bir qismini ajratib olish yoki bog'lash orqali amalga oshiriladi. Bundan farqli o'laroq, fosfatlarni sul'fat kislotali parchalashda ajraladigan suvda kam eruvchi kalg'tsiy 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 kislotasi olinadi.

Tabiiy fosfatlarni sul'fat kislotasi bilan ishlov berilganda, fitorapatit:

- fosfat kislotasi olishda:

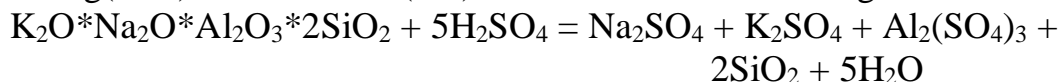
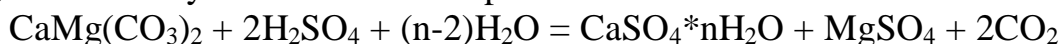


- superfosfat olishda:

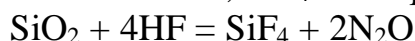


reaktsiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi.

SHu bilan bir vaqtda fosfatli xom ashyo tarkibidagi boshqa minerallar: kalg'tsit, dolomit, temir- va alyumosilikatlar ham parchalanadi. Masalan:



Kremniy dioksid HF bilan tahsirlashib, SiF<sub>4</sub> hosil qiladi:



SiF<sub>4</sub> ning bir qismi gazli fazaga o'tadi, qolgan qismi esa eritmada qoladigan geksaforsilikat kislotaga aylanadi:



Tarkibida kislotada 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 Fe'O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O shaklida kristallanish sekin kechadi. Buning oqibatida fosfat



kislota olishda kalg'tsiy sul'fat cho'kmasi bilan birgalikda erimaydigan temir fosfati shaklida P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning bir qismi yo'qotilishi hisobiga uning unumi kamayadi; superfosfat olishda esa mahsulotdagi suvda eriydigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning miqdori kamayadi, chunki uning mahlum ulushi o'simliklarga qiyin o'zlashadigan, tsitratli eritmada qisman eriydigan Fe'O<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O shakliga o'tadi. Eritmadan qiyin eriydigan shaklga o'tish P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning *retrogradatsiyasi* deyiladi. SHu boisdan sul'fat kislotali parchalashda tarkibida ko'p miqdorda temir tutgan fosforitlar ishlatilmaydi.

Rudalarni oldindan oksidlovchilik atmosferasida 850-1150<sup>o</sup>S xaroratda qizdirish Fe(II) birikmalari – gyotet FeO(OH), gidrogyotet FeO(OH)\*nH<sub>2</sub>O larning kislotalarda qiyin eriydigan gematit Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, magnetit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 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 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og'irlik nisbati 0,08 dan katta bo'lmagan ruda va konsentratlar qo'llaniladi; bunda P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> retrogradatsiyasi sezilarsiz darajada bo'ladi.

Fosfatli rudalardagi karbonatlar – kalg'tsit, dolomit qo'shimchalari ularning parchalanishi uchun qo'shimcha miqdordagi sul'fat kislota sarflanishiga, SO<sub>2</sub> ajralishi hisobiga reaksiya jihozlarda ko'p miqdordagi ko'pik hosil bo'lishiga, buning natijasida esa ular ish unumining pasayishiga olib keladi. Kalg'tsit va dolomitning parchalanishi natijasida superfosfatdagi usiz ham unchalik katta bo'lmagan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> konsentratsiyasini kamaytiruvchi yoki fosfat kislota olishdagi tashlandiq gips miqdorining oshiruvchi qo'shimcha miqdordagi kalg'tsiy sul'fat hosil bo'ladi.

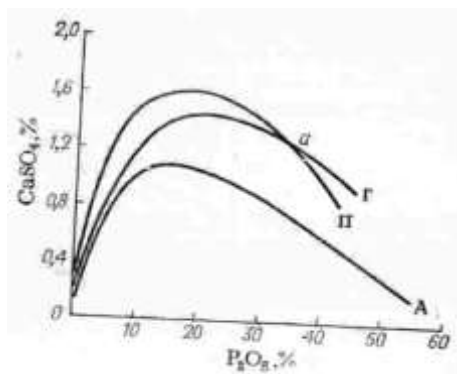
Rudani kuydirish natijasida karbonatlar parchalanadi va SO<sub>2</sub> yo'qotiladi. SHuning uchun kuydirilgan ruda ishlatilganda ko'piklanishning oldi olinadi. Ko'piklanishni birdaniga kamaytirishning boshqacha usuli, bu reaktorga uzatiluvchi rudalarni tashish moslamalari (shnek yoki lentali transportyor) 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 CaSO<sub>4</sub> – H<sub>3</sub>'O<sub>4</sub> – H<sub>2</sub>O sistemasining xossasi asos hisoblanadi. Bunda kalg'tsiy sul'fat uch xil: bitta suvsiz (angidrit SaSO<sub>4</sub>) va ikkita kristallogidrat [yarimgidrat (polugidrat) yoki bassanit CaSO<sub>4</sub>\*0,5H<sub>2</sub>O va digidrat yoki gips CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O] shaklida mavjud bo'lishi mumkin. Ko'rsatilgan shakllar kristallanishining xaroratli va konsentratsiyali sohalari – fosfat kislotaldagi 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 kalg'tsiy sul'fatning 80<sup>o</sup>S dagi eruvchanlik izotermasi 12 – rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, eritmadagi fosfat kislotalning miqdori ortib borishi bilan uchta modifikatsiyaning barchasini eruvchanligi dastlab ortib boradi, 16-22% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da maksimumga erishadi va so'ngra pasayadi. 80<sup>o</sup>S da angidrit minimal eruvchanlikka ega bo'ladi, uning o'zi, shuning uchun qattiq faza bilan muvozanatga

sabab bo'ladi. 33,3% dan kam  $P_2O_5$  tutgan eritmalarda metastabil gips (metastabil kristallogidratlar izotermalari kesishgan a nuqtada) bevosita anhidritga aylanadi; nisbatan yuqori konsentratsiyali eritmalarda dastlab gipsning kam eriydigan yarimgidratga konversiyasi sodir bo'ladi, shundan keyin yarimgidrat anhidritgacha degidratlanadi. Bu o'zgarishlar stabiligi kam fazaning asta-sekin erishi va shu bilan bir paytda eritmada stabiligi yuqori fazaning kristillinishi yo'li bilan sodir bo'ladi.

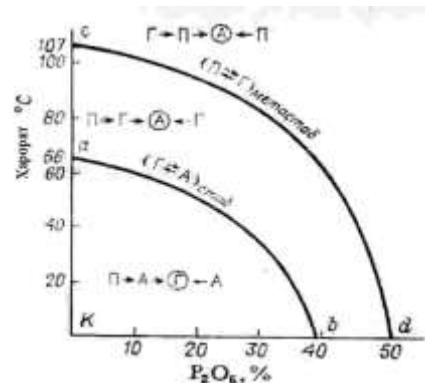


12 – rasm. 80<sup>o</sup>S da fosfat kislotada kalg'tsiy sul'fatning eruvchanlik izotermasi:

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

13 – rasmda  $CaSO_4 - H_3O_4 - H_2O$  sistemasida kalg'tsiy sul'fatning fazali o'zgarish yo'nalishi va tartibini ifodalovchi politermik diagramma keltirilgan. Sistemadagi stabil qattiq faza gips (pastdagi ab egri chiziq) va anhidrit (yuqoridagi cd egri chiziq) hisoblanadi. sd egri chiziqdan yuqorida joylashgan sohada sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblangan yarimgidratning katta qismi anhidritga o'tadi; Bu o'zgarish 80<sup>o</sup>S da tarkibida 33,3% dan ko'p  $P_2O_5$  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 anhidrit hisoblanadi, ammo bu yerda plugidrat anhidritga 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 anhidritning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Osvalg'd qoidasiga binoan ab egri chiziqdan pastdagi sohada stabil faza bo'lgan gips P–A–G o'zgarish bo'yicha gipsga aylanishi kerak. Vaholanki, amaliyotda bu sohada anhidritning hosil bo'lishi kuzatilmaydi. Buni fazalarning o'zgarish kinetikasi, masalan keltirilgan xarorat va  $P_2O_5$  konsentratsiyasi sohasida A→G o'zgarishning P→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 ta'sir etishi mumkin.

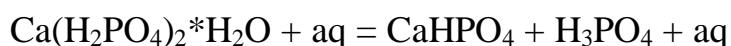


13 – rasm. Fosfat kislota eritmalarida kalg’tsiy sul’fat kristallogidratlarining bir-biriga aylanish tasviri:

A – CaSO<sub>4</sub>; P – CaSO<sub>4</sub>\*0,5H<sub>2</sub>O; G – CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O

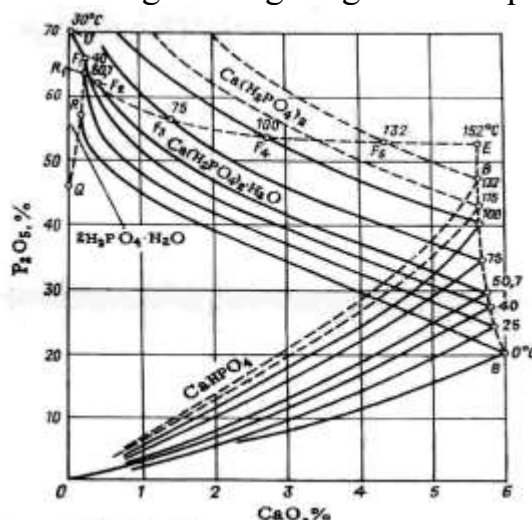
Shunday qilib, tabiiy fosfatlarni sul’fat kislotali parchalashning xarorat va kontsentratsiya sharoitlarini tanlashda kalg’tsiy sul’fat modifikatsiyalarining hosil bo’lishi va bir-biriga aylanishining o’ziga xosligini ehtiborga olgan holda amalga oshirish lozim. Bu ayniqsa ekstraksion fosfat kislota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

**Monokalg’tsiyfosfat suv bilan tahsirlashib, erkin fosfat kislota va dikalg’tsiyfosfatga parchalanadi:**



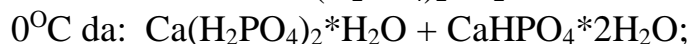
Parchalanish darajasi tuz va suvning nisbiy miqdoriga bog’liqdir. SHuning uchun monokalg’tsiyfosfatning eruvchanligi haqida faqatgina shartli fikr yuritish mumkin. Ayni haroratdagi eritmaga mahlum miqdordagi tuzni o’tkazish uchun talab etiladigan suvning faqat shunday miqdorigina doimiy hisoblanadi.

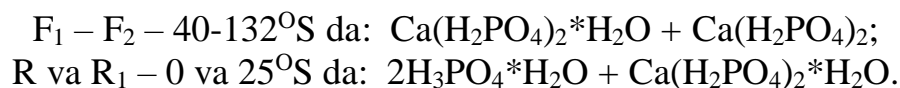
14 – rasmda turli xil xaroratlardagi CaO – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – H<sub>2</sub>O sistemasida eruvchanlik izotermasi tasvirlangan. Eritmadagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kontsentratsiyasi ortishi bilan monokalg’tsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig’idagi CaO miqdori kamayadi, dikalg’tsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig’idagi CaO miqdori esa ortadi.



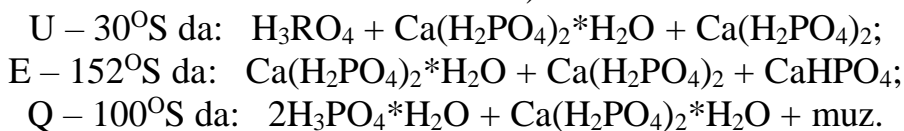
14 – rasm. CaO – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – H<sub>2</sub>O sistemasi.

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





Uchta komponent bilan to'yintirilgan eritmalarning tarkibi (invariantli muvozanat):



**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 kalg'tsiyani to'la bog'lashga ketadigan miqdorga nisbatan shunday hisobda kam olinadiki, buning natijasida quyidagi tenglama bo'yicha monokalg'tsiyfosfat va kalg'tsiy sul'fatning aralashmasi hosil bo'ladi:



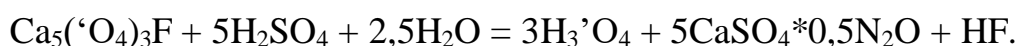
Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xom ashyo va sul'fat kislotaning aralashirilishidan dastlab suspenziya hosil bo'ladi, unda kimyoviy reaksiyalar va kristallanish jarayonining sodir bo'lishi tufayli u asta-sekin quyiladi va yaxlit massa holatida qotadi. Uning maydalanishidan hosil qilingan superfosfat – kul rang kukun yoki donador mahsulotdir. U bir necha qattiq faza va ularga shimilgan suyuq fazadan iboratdir. Qattiq fazada kalg'tsiy (asosan monokalg'tsiyfosfat), 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 monokalg'tsiyfosfatga 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 pishirilishi 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 monokalg'tsiyfosfatning kristallanishi natijasida kuchli yopishqoq bo'lib qoladi. Sovutilgan va yetarli darajada pishirilgan superfosfatda kristallanish tugallanganligi uchun yopishqoqligi 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 pishitilishi davrida tugaydi. Kalg'tsiy sul'fat yarimgidrat shaklida cho'kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiyon massa xaroratining yuqoriligi (110-120<sup>o</sup>S) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining ohirida 42-46%) P2O5 miqdorining ko'pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kalg'tsiy sul'fatning stabil shakli angidrit hisoblanadi (15.2 – rasm).

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



Hosil bo'lgan monokalg'tsiyfosfat dastlab eritmada bo'ladi, uning to'yinishidan kristallanishi boshlanadi. CaO – H<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – H<sub>2</sub>O sistemasidagi muvozanat diagrammasidan ko'rinadiki (15.3 – rasm), eritmadagi P2O5 miqdori 42-46% va xarorat 100<sup>o</sup>S dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo'lganda monokalg'tsiyfosfat Ca(H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O kristallanadi.

Stexiometrik nisbatdagi komponentlarning tahsirlashuvi natijasida sodir bo'ladigan quyidagi:



tenglama bo'yicha boradigan reaksiyaning birinchi bosqich jarayonida 70%, ikkinchi bosqichida esa 30% apatit tahsirlashadi. Birinchi bosqichda ko'p miqdordagi suyuq fazaga to'lgan to'r tuzilishli mikrokristallardan iborat kalg'tsiy sul'fat hosil bo'ladi. Reaksiyon massaning qotishi sul'fat kislot to'la sarflanguncha sodir bo'ladi, uning ishtirokida monokalg'tsiyfosfatning hosil bo'lishi mumkin emas; shu boisdan massa qotishining sabibini faqatgina kalg'tsiy 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 mehyori.** Fosfatni parchalashga sarflanadigan sul'fat kislotaning stexiometrik mehyori 7H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:3P2O5 nisbat orqali aniqlanadi va u 1 qism P2O5 ga 1,61 qism H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> to'g'ri keladigan miqdorga teng (bu yerda va keyinchalik ham massa nisbatida bo'ladi). Apatit konsentratida 39,4% P2O5 bo'lsa, 100 qism xom ashyoga to'g'ri keladigan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning stexiometrik mehyori 39,4x1,61 = 63,4 qismni tashkil qiladi. Parchalanishni tezlashtirish maqsadida va begona qo'shimchalar borligini hisobga olgan holda kislotaning amaliy mehyori nisbatan yuqori – 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sul'fat kislotaning stexiometrik mehyorini hisoblash – xom ashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini hamda reaksiyon muhit kislotaliligining kamayish darajasi bo'yicha uning parchalanish jarayonida sodir bo'ladigan ikkilamchi reaksiyalarni ham ehtiborga olingan holda amalga oshiriladi. Ajralib chiqadigan kislotalar (H<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, HF) ham boshlang'ich xom ashyo komponentlarini parchalaydi. Boshlang'ich xom ashyo tarkibidagi kalg'tsiyning bir qismigina monofosfatga aylanadi, qolgan asosiy qismi esa sul'fat kislot sarflanishi hisobiga kalg'tsiy sul'fatga aylanadi. Fosfatli anionlarning bir qismi kationli qo'shimchalar – Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup> bilan birikadi, natijada monofosfatga aylanadigan kalg'tsiyning mahlum ulushini kamayishiga, yahni hosil bo'ladigan CaSO<sub>4</sub> miqdorining ortishiga olib keladi; bu esa sarflanadigan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mehyorini orttirishni talab etadi.

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

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

Bu yerda: l, m, ', q, r – xom ashyo tarkibidagi (mos holda) CaO, '2O5, MgO, Fe2O3 va Al2O3 larning massa bo'yicha % miqdorlari; 56, 142, 40, 160 va 102 – tegishli ularning molekulyar massalari.

Sul'fat kislotaning aniq (real) mehyori uning hisoblangan mehyoridan birmuncha kichik bo'ladi, chunki Sa<sup>2+</sup> ionining bir qismi F<sup>-</sup> SiF<sub>6</sub><sup>2-</sup> ionlari bilan ham birikadi. Boshqa qo'shimchalar esa uning miqdorini oshirishi mumkin. SHuning uchun har bir turdagi xom ashyo uchun sul'fat kislotaning amaliy mehyori tajriba yo'li bilan belgilanadi.

Apatitni davriy sharoitda 63% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan yuqori konsentratsiyali sul'fat kislota eritmasi bilan parchalanganda kalg'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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan quyi konsentratsiyali sul'fat kislota eritmasi bilan o'tkazilganda esa kalg'tsiy 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 konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, mahsulotning namligi ham shunchalik kam bo'ladi va undagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miqdori ortadi. Lekin, sul'fat kislota konsentratsiyasining yetarli darajadan yuqori bo'lishi yuqorida izohlangan holatni keltirib chiqaradi. SHunday qilib, kislota konsentratsiyasining optimal doirasi bo'lib, uning chegarasi xarorat va aralashtirish sharoitiga bog'liqdir. Optimal konsentratsiya, xarorat va sul'fat kislota mehyori fosfat xom ashyosining xar bir navi uchun tajriba sharoitidan kelib chiqib aniqlanadi.

Ishlab chiqarish jarayonida reagentlarning uzluksiz aralashtirishda qisman tahsirlashgan reaksiyon aralashma – suspenziya (bo'tqa) kiritiladi, bunda 50-60<sup>o</sup>S xaroratdagi 68-69% li sul'fat kislota ishlatiladi. Bu holda suyuq fazada sul'fat va fosfat kislotalarning mahlum nisbati o'rnatiladi, kalg'tsiy 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 konsentratsiyasi kanchalik katta bo'lsa, aralashtirgichdan chiqadigan suspeziyadagi apatitning parchalanish darajasi shunchalik yuqori darajada ushlab turiladi va fosfat zarrachalari sirtiga suyuqlik o'tkazmaydigan kalg'tsiy sul'fat qobig'ining hosil bo'lmasligi uchun H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nisbat ham shunchalik kichik darajada bo'lishi kerak. Agar boshlang'ich sul'fat kislota konsentratsiyasi 68% li bo'lsa, optimal sharoit uchun aralashtirgichda suspenziyaning bo'lish vaqti 5-7 min, uning aralashtirgichdan chiqish xarorati 110-115<sup>o</sup>S 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 monokal'g'tsiyfosfatga 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 kal'g'tsiy sul'fat qobiqlarining hosil bo'lishi bilan izohlanishi mumkin.

## 6 – MA'RUZA

### OZUQALI VA TERMIK FOSFATLAR

#### Reja:

1. Ozuqali kal'g'tsiy fosfatlar
2. Ftorsizlangan fosfatlar
3. Pretsipitat ishlab chiqarish
4. Monokal'g'tsiyfosfat
5. Termik fosfatlar

**Ozuqali kal'g'tsiy fosfatlar.** Kimyo sanoatida ishlab chikariladigan ko'p birikmalar, masalan, kal'g'tsiy, natriy, ammoniy fosfatlar chorvachilikda keng qo'llaniladi. Ular bahzi 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 – koramollar yaxshi o'sadi va semiradi, go'shtning sifati yaxshilanadi, sutdagi yog' miqdori ortadi.

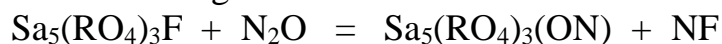
Ozuqali fosfatlar o'g'itli fosfatlardan nafaqat ulardagi foydali komponentlar miqdorining ortiqligi, balki jonivorlar uchun zararli bo'lgan qo'shimchalar – ftor, mishg'yak, og'ir metallar birikmalarining miqdorining chegaralanganligi bilan farqlanadi. Odatda o'g'itli tuzlardagi, ftordan tashqari, bu qo'shimchalarning miqdori, ozuqali vositalar uchun belgilangan mehyor chegarasidan oshmasligi kerak. Fosfatli xom ashyodan o'tadigan ftorning miqdori esa belgilangan mehyordan birmuncha katta bo'ladi, shuning uchun, bahzi 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 kal'g'tsiy fosfatlari – ftorsizlantirilgan fosfat (trikal'g'tsiyfosfat), ozuqali monokal'g'tsiyfosfat, ozuqali dikal'g'tsiyfosfat (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 ts 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> va 40% dan kam bo'lmagan SaO bo'ladi. Ftorning miqdori oldindan chegaralanmaydi.

**Ftorsizlangan fosfatlar.** Ftorsizlangan fosfatlar, ftorning HF + SiF<sub>4</sub> 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<sup>o</sup>S da apatitni gidrotermik qayta ishlash, dastlab, kristall panjaradagi ftorning gidroksid guruhi bilan almashishiga:



so'ngra esa, gidroksigapatitning parchalanishiga:



olib keladi.

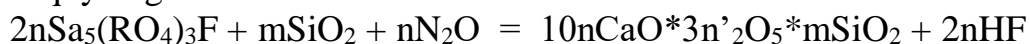
Parchalanish mahsulotlari limon kislotada eruvchi  $\alpha$ -trikalg'tsiyfosfat va tetrakalg'tsiyfosfatdan iboratdir. Trikalg'tsiyfosfat ikki xil –  $\alpha$  va  $\beta$  modifikatsiyada mavjud bo'ladi, ularning bir-biriga aylanish nuqtasi 1180<sup>o</sup>S ga tengdir. Bu xaroratdan pastda o'zlashmaydigan  $\beta$ -modifikatsiya, yuqorida esa o'zlashuvchan (limonli va tsitratli eruvchan) amorf  $\alpha$ -modifikatsiya turg'un (stabil) bo'ladi. Amorf trikalg'tsiyfosfatning  $\alpha$ -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 shixtadagi kremnezemning miqdoriga bog'liq holda, turli tarkibdagi kalg'tsiy fosfat va silikatlarning 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:

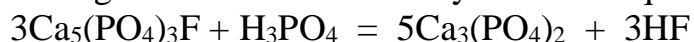


Fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirishi aylanuvchi barabanlarda, tsiklonli, konvertorli va boshqa pechlarda amalga oshirilishi mumkin. Vodorod bilan boyitilgan yoqilg'i, masalan tabiiy gaz yoki mazut ishlatilganda suv bug'ini maxsus uzatilishi talab etilmaydi, chunki yonish mahsulotlarida yetarli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



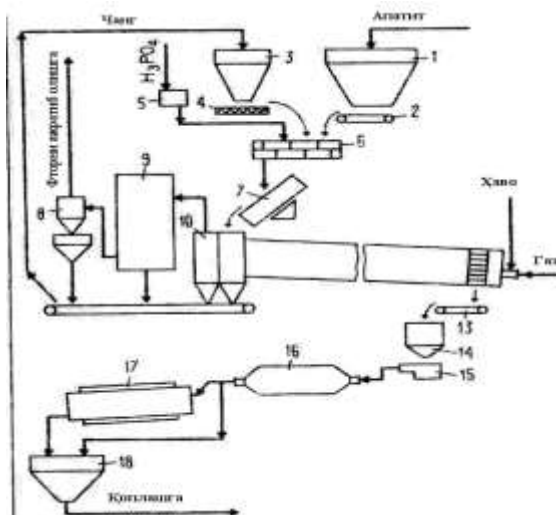
Apatit konsentrati va 20-25% (apatit massasiga nisbatan) kremnezemdan iborat shixta nisbatan past xaroratda suyuqlanadi. Shunday tarkibda kremnezem bo'lgan shixta suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olishda ishlatiladi. Kuydirishda esa, sezilarli darajada suyuq faza hosil bo'lishidan qutulish 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  $1380-1420^{\circ}S$  gacha pasayadi. Yuqorida keltirilgan ftorsizlanish reaksiyasidan tashqari:



reaksiya ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning umumiy ko'rinishidir. Reagentlar aralashtirilishidan, dastlab, monokalq'tsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra xaroratning ko'tarilishi natijasida kalq'tsiy meta- va polifosfatlarga aylanadi va ularning o'zaro tahsirlashuvidan esa trikalq'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  $1250-1300^{\circ}S$  xaroratda kuydirish orqali ftorsizlantirish imkonini beradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlarni ftorsizlantirishning boshqa usulida ular tsiklonli yoki konvertorli pechlarda  $1500-1600^{\circ}S$  da suyuqlantiriladi.

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni (15 – rasm) quyidagi: apatit va qaytarilgan changni fosfat kislotasi va suv bilan aralashtirish; shixtani donadorlash;



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

- 1 – apatit uchun bunker; 2 – og'irlik o'lchov mehyorlashtirgichi; 3 – chang uchun bunker; 4 – tahminlagich; 5 – fosfat kislotasi mehyorlashtirgichi; 6 – ikki valli aralashtirgich; 7 – likopchasimon donadorlagich; 8 – tsiklon (chang

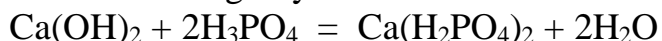
tutgich); 9 – issiqlik yutdirish qozoni; 10 – changli kamera; 11 – aylanuvchi pech; 12 – rekuperator; 13 – konveyer; 14 – klinker (qorishma) uchun bunker; 15 – tebranuvchi tahminlagich; 16 – tegirmon; 17 – sovutish barabani; 18 – tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

donachalarni kuydirish; mahsulotni maydalash; tayyor mahsulotni sovutish, qoplash va istehmolchiga 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 tahsir etuvchi o'g'itlar sifatida foydalanilishi ham yuqori samara beradi.

**Pretsipitat ishlab chiqarish.** Pretsipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan tahsirlashish mahsulotidir. Tsitratli eruvchan dikalg'tsiyfosfat  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan iborat fosforli o'g'it *pretsipitat* deyiladi. «Pretsipitat» so'zi nemischa 'räzi'itierung – cho'ktirish mahnosini anglatadi. Texnik pretsipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va alyuminiy fosfatlari, gips, kalg'tsiy ftoridlari va karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo'ladi. Texnik pretsipitatdagi  $\text{P}_2\text{O}_5$ (tsit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali pretsipitat (dikalg'tsiyfosfat) 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 kislotani 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.

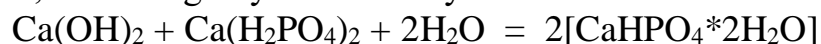
Pretsipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokal'g'tsiyfosfat hosil bo'ladi.



So'ngra fosfat kislotaning neytrallanib borishi natijasida monokal'g'tsiyfosfat inkongruent parchalanadi va dikalg'tsiyfosfat cho'kmasi ajralib chiqadi:



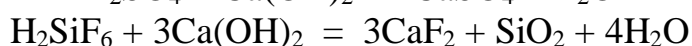
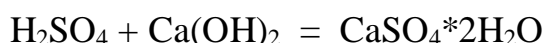
Shuningdek, monokal'g'tsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham tahsirlashadi:



Dikal'g'tsiyfosfatdagi  $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$  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 dikalg'tsiyfosfatning parchalanishi sodir bo'ladi:



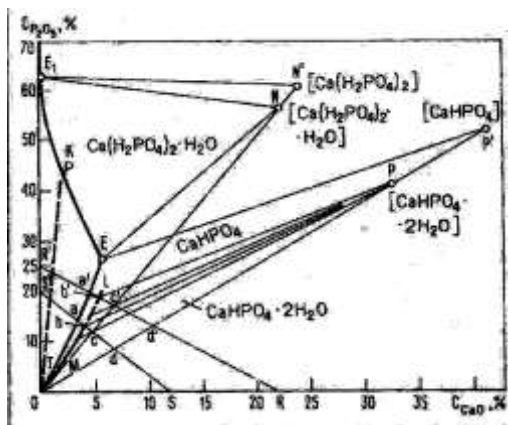
Fosfat kislotani tarkibidagi qo'shimchalar ham ohak yoki ohaktosh bilan tahsirlashadi:



Temir va alyuminiy fosfatlari, kalg'tsiy fluoridi va silikat kislotadan iborat balchiqli cho'kma pretsipitatning filg'trlanishini qiyinlashtiradi.

Dikalg'tsiyfosfatning 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  $36^\circ\text{S}$  dan quyi xaroratda tsitratli eruvchan dikalg'tsiyfosfat digidratini  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (brushit), yuqori xaroratda esa – suvsiz  $\text{CaHPO}_4$  (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina  $60^\circ\text{S}$  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%  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyali (S' nuqta) fosfat kislotaning tarkibida 12%  $\text{CaO}$  tutgan (S nuqta) ohak suti bilan pretsipitlash va 25%  $\text{P}_2\text{O}_5$  konsentratsiyali (R' 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  $40^\circ\text{S}$  dagi  $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}$  sistemasi diagrammasida ko'rsatilgan (16 – rasm). Pretsipitlashda sistema tarkibi SSP va RRP biriktiruvchi chiziqlar bo'ylab o'zgaradi.



16 – rasm. Fosfat kislotadan dikalg'tsiy-fosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi:

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

Muvozanatdagi sharoitda kislotani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashtirishda – erkin  $\text{H}_3\text{PO}_4$  va  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  dan iborat suyuq faza a va a' 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 b' nuqtalarda yuzaga keladi. Uning kristallanishi uchun metastabil faza bilan to'yingan eritma hosil bo'lishi kerak. Fosfat kislotani birinchi vodorod ionlarining to'la neytrallanish, ya'ni pretsipitatning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalg'tsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalg'tsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (S va SP nuqtalar).

$60^\circ\text{S}$  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  $\text{CaF}_2$  tahsiri natijasida dikalg'tsiyfosfatning eruvchanligi keskin kamayadi.

Tarkibida  $P_2O_5$  ga nisbati bo'yicha 15% gacha MgO tutgan fosfat kislota eritmasidan dikalg'tsifosfatni cho'ktirish  $MgO - P_2O_5 - CaO - H_2O$  sistemasi diagrammasi yordamida ko'rib chiqilishi kerak.

$CaO - P_2O_5 - H_2O$  sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislota ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kishi kerak. Amalda esa pretsipitlashning oxirida ohaktoshning va ayniqsa ohakning bir qismi dikalg'tsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlarni o'tishini 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 kislota birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. SHuning uchun sanoat sharoitida pretsipitlash dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikalg'tsiyfosfat filg'trda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish – uni dekantatsiyalash (filg'trlanmasdan) orqali quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonni ikkita bosqichda amalga oshirilishi mumkin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikalg'tsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, uni ajratiladi va o'g'itli mahsulot olinadi; qolgan eritmadan toza ozuqali mahsulot olish orqali cho'ktirish davom ettiriladi.

$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  ni quritishda uning degidratlanishi sodir bo'lishi mumkin, bundagi xarorat va tezlik pretsipitlashdagi bosimga, kristallar o'lchamiga va ularning hosil bo'lish sharoitiga bog'liqdir. Agar dikalg'tsiyfosfat atmosfera bosimida 1 soat davomida  $100^{\circ}S$  xaroratda qizdirilsa, u sezilarli darajada suvsizlanadi. Bunda o'zlashadigan  $P_2O_5$  juda oz darajada kamayishi kuzatiladi.  $175^{\circ}S$  dan yuqori xaroratda qizdirilganda dikalg'tsiyfosfatdan suv ajralib chiqadi va kalg'tsiy difosfatga aylanadi:

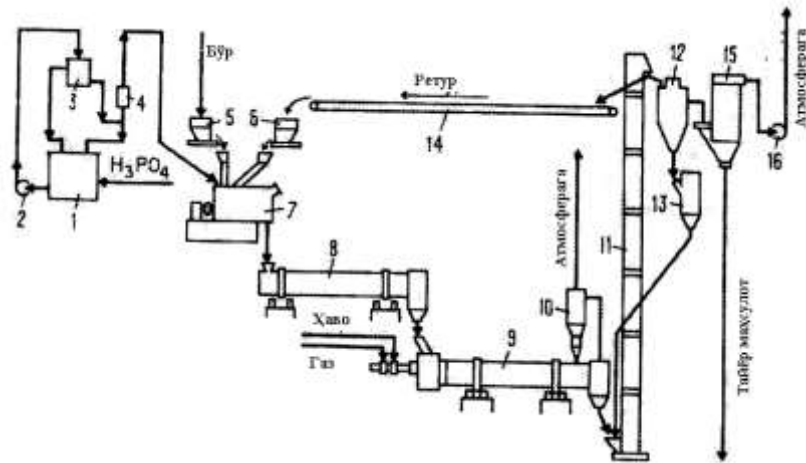


undagi  $P_2O_5$  esa qiyin eruvchan shaklda bo'ladi.

Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish tsiklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraksion fosfat kislotadan ozuqabop dikalg'tsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filg'trlash uchun zarurat tug'ilmaydi va kontsentrlangan (50-55%  $P_2O_5$  li) fosfat kislota ishlatish mumkin. MDH da ozuqabop dikalg'tsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

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

O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi 17 – rasmda tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha  $80-85^{\circ}S$  xaroratgacha qizdirilgan fosfat kislota gorizontalaralastirgichda bo'r va retur bilan  $CaO:P_2O_5 = 0,7-0,8$  nisbatda aralastiriladi. *Retur soni*, yahni retur massasining mahsulot massasiga nisbati  $(0,5 \div 1):1$  ni tashkil etadi. Uch minutli aralastirishdan so'ng 80% dikalg'tsiyfosfat tutgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda  $45-50^{\circ}S$  xaroratda 90 minut yetiltiriladi. SHundan so'ng mahsulotda yana 4-6% monokalgtsiyfosfat va 18%



17 – 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 – yangli filg'tr; 16 – ventilyator.

gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgichda mehyoriga (3% dan kam  $N_2O$ ) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda  $550-600^{\circ}S$ , chiqishda esa  $100-110^{\circ}S$  xarorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning xarorati  $90^{\circ}S$  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 yangli filg'trga 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 ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatiladi.

**Monokalq'tsiyfosfat.** Ozuqabop monokalq'tsiyfosfat 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 ekstraksiyon fosfat kislotasini apatit kontsentrati yoki bo'r bilan neytrallashtirish orqali olinadi. Ekstraksiyon fosfat kislotasini ftorsizlantirish soda yordamida amalga oshiriladi. Jarayonni amalga oshirish 20.3 – 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  $30-40^{\circ}S$  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.

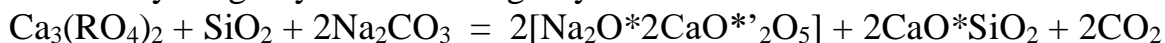
Yuqori sifatli mahsulot apatit konsentratini yoki Qoratog' fosforiti va termik fosfat kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatni termik ftersizlantirilishidan olinadi. Qo'shaloq superfosfatning yuqori kislotaliligi tabiiy fosfatning keyingi parchalanishi bilan bir vaqtda massaning yetarli darajada to'la ftersizlanishini tahminlaydi. Mahsulot tarkibida: 55% dan ortiq foydali P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> va 0,2% dan kam F bo'ladi.

**Termik fosfatlar.** Maydalangan tabiiy fosfat, soda va returlar donadorlangan aralashmasini 1100-1200<sup>0</sup>S da aylanuvchi pechlarda kuydirilib, sovutilib va maydalanib – *termofosfatlar*, shuningdek maydalangan tabiiy fosfat, ohaktosh va kvartsitlar aralashmasini marten yoki shaxtali pechlarda 1400-1450<sup>0</sup>S 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. Bunda umumiy P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning 90-98%i o'zlashadigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hissasiga to'g'ri kelari 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 trikalg'tsiyfosfat 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.

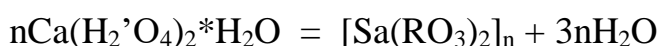
Trikalg'tsiyfosfat, kremniy dioksid va sodadan iborat aralashmani kuydirish natijasida natriy-kalg'tsiy fosfat va kalg'tsiy ortosilikat hosil bo'ladi:



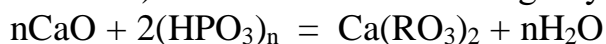
Kalg'tsiy fosfatlari va silikatlari 5CaO\*<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\*SiO<sub>2</sub> yoki Na<sub>2</sub>O\*4CaO\*<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\*SiO<sub>2</sub> turidagi silikofosfatlar hosil qiladi; SaO ortiqcha va kam bo'lsa yoki SiO<sub>2</sub> qatnashmasa, tetrakalg'tsiyfosfat 4CaO\*<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hosil bo'lishi mumkin. Bu barcha birikmalar limon kislotada ham, ammoniy tsitratda ham eriydi va shuning uchun ularning tarkibidagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> va 38-59% SaO, martenli shlak tarkibida esa 7-14% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. Ular tarkibidagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> limon kislotada va ammoniy tsitratda eruvchan bo'ladi.

Xuddi shunday o'g'itlarga *kalg'tsiy metafosfat* [Sa(RO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] ham kiradi. Toza kalg'tsiy metafosfat tarkibida 71,7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, texnik mahsulotda esa – 65% gacha o'zlashadigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. Ozuqa elementining yuqori konsentratsiyali bo'lishi uning asosiy yutuqlaridan biridir. U ammoniy tsitratning neytral eritmasida eriydi, suv tahsirida esa sekinlik bilan suvda eruvchan monokalg'tsiyfosfatga aylanadi. Kalg'tsiy metafosfatni 275-300<sup>0</sup>S xaroratda kalg'tsiy digidrofosfatni suvsizlantirish orqali ham olinishi mumkin:



Ohak yohud kalg'tsiy fosfat yoki digidrofosfat bilan 1000-1200<sup>o</sup>S xaroratda P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni (shuningdek metafosfat kislotani) tahsirlashtirilib ham kalg'tsiy metafosfat olinadi:



AQSH da kalg'tsiy 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 kalg'tsiy 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.

### Nazorat uchun savollar

1. Ozuqali fosfatlarga nimalar kiradi?
2. Ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
3. Pretsipitat nima? U qanday olinadi?
4. Pretsipitlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
5. O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
6. Monokalg'tsiyfosfat qanday olinadi?
7. Termik fosfatlar nima? Ularning olinish usullarini ko'rsating.

### Tayanch so'z va iboralar

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Qo'shaloq superfosfat                  | 6. Kamera-oqimli usul               |
| 2. Fizik-kimyoviy asoslari                | 7. Returli usul                     |
| 3. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish | 8. Barabanli donadorlash-quritgichi |
| 4. Kamerali usul                          | 9. Superfos                         |
| 5. Oqimli usul                            |                                     |

## 7 – MA'RUZA

### QO'SHALOQ SUPERFOSFAT ISHLAB CHIQRISH

#### Reja:

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

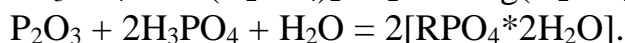
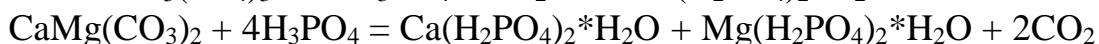
Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotasi bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan asosan fosfatli birikmalar (monokalg'tsiyfosfat va mahlum miqdordagi erkin fosfat kislotasi) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kalg'tsiy sul'fat qo'shimchasi – fosfatning, 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ning miqdori oddiy superfosfatdagiga nisbatan 2-3 marta ko'p va uning tarkibida: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>o'z.</sub> = 42-50% (xom ashyo sifatiga bog'liq holda); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>sumum.</sub> = 45-56%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>s.e.</sub> = 38-42% va P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>erkin</sub> = 1,5-5% bo'ladi.

Qo'shaloq superfosfat kontsentrlangan fosfat kislota (52-54% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ishlatilgan holda *kamerali* (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va 28-36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> li kislota qo'llagan holda *oqimli* (*kamerasiz*) usullarda olinadi. Kameraali 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 kameraali 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:

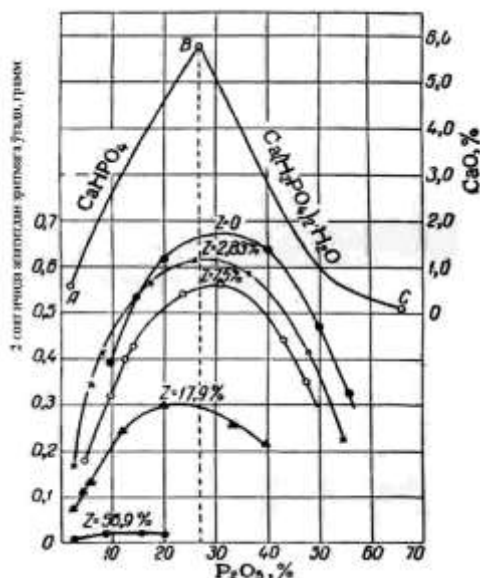


Mahlum xom ashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik mehyori – ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ich ekstraksion fosfat kislota eritmasidagi neytrallovchi (CaO, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) va kislotali (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qo'shimchalarning bo'lishini ehtiborga olgan holda hisoblanadi. Qo'shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin. Birinchi bosqichda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralashirilishidan harakatchan suspeziyada tahsirlashuv jarayoni sodir bo'ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislota, monokal'g'tsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo'ladi. Ularning suyuq fazadagi kontsentratsiyasi jarayonning xaroratiga, fosfat kislotaning kontsentratsiyasi va sarflanish mehyoriga bog'liqdir. Boshlang'ich paytda tez, ammo fosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga muntazam sekinlashadigan parchalanishning bu bosqichi suyuq fazaning kal'g'tsiy fosfatlari bilan to'yinishi natijasida to'xtaydi. Ishlab chiqarish sharoitida uning davomiyligi bir necha sekunddan (kamera-oqimli usulda) 3-10 minutgacha (kameraali jarayonda) va xattoki 1-1,5 soatgacha (oqimli usulda) cho'zilishi mumkin.

Fosfat parchalanishining ikkinchi bosqichi monokal'g'tsiyfosfatning 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 N<sup>+</sup> ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspenziyaning suyuq fazasi monokal'g'tsiyfosfat va dikal'g'tsiyfosfat 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 kal'g'tsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyalanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun SaO – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – N<sub>2</sub>O sistemasidagi eruvchanlik va apatitning erish egri chiziqlariga mos mahlumotlar



asos bo'ldi (18 – 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  $Sa^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyasining haraktalantiruvchi kuchi ham katta bo'ldi. Shuning uchun jarayonning



18 – rasm. Apatitning qisman neytrallangan ( $z$  – turli neytrallanish darajali, %) fosfat kislotada erish egri chizig'ini  $40^{\circ}S$  dagi  $SaO - P_2O_5 - N_2O$  sistemasi izotermasi (AVS chiziq) bilan taqqoslash.

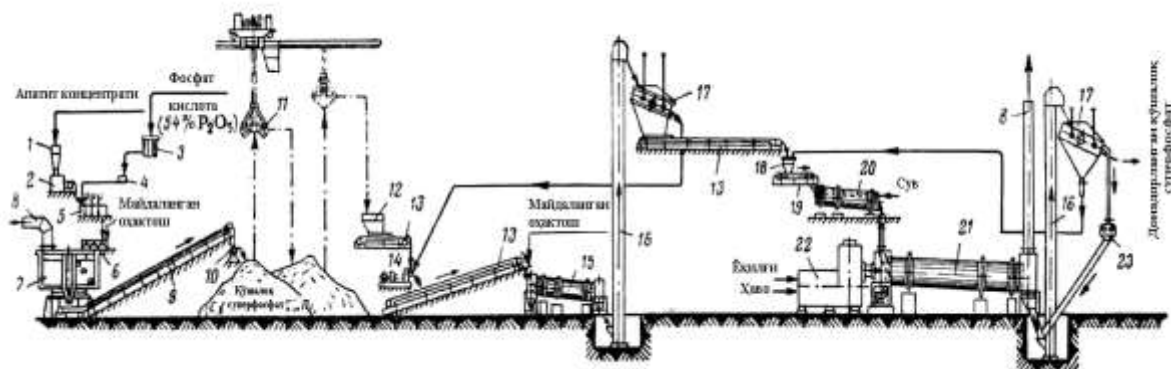
birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislotada qo'llanilishi maqsadga muvofiqki, qaysiki u  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  va  $CaHPO_4$  lar bilan muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan,  $75^{\circ}S$  da suyuq faza to'yinish paytida apatitning maksimal parchalanishi uchun – fosfat kislotadagi  $P_2O_5$  ning boshlang'ich miqdori 33,6% ga ega bo'lishi lozim. Xattoki bu holda ham kislotada mehyori stexiometriya bo'yicha 110% bo'lishiga qaramay, apatitning parchalanish darajasi – 36,5% ga teng bo'ldi. Mahlumki, tayyor mahsulotdagi fosfatning yuqori darajadagi parchalanish darajasiga erishish, jarayonning ikkinchi bosqichini amalga oshirish sharoiti orqali aniqlanadi. Shunga muvofiq holda,  $30-75^{\circ}S$  xarorat oralig'ida tarkibida 46-47%  $P_2O_5$  tutgan monokalgiy fosfat bilan muvozanatdagi eritmalarda 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%  $P_2O_5$  bo'lishi kerak. Bu shartga boshlang'ich tarkibi 55%  $P_2O_5$  li bo'lgan kislotada javob beradi. Birinchi bosqich oxirida  $75-100^{\circ}S$  da undagi xom ashyoning maksimal (muvozanatli) parchalanish darajasini 10% ga ko'tarish mumkin emas va parchalanish tezligi ham nisbatan kam bo'ldi. 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'radi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal xarorati 40-60<sup>o</sup>S ni tashkil etadi, uning pasayishi yoki ortishi apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45-50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tutgan kislotaga bilan parchalanadi. Ular apatit konsentratiga nisbatan tez va to'la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan SO<sub>2</sub> hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi tahminlanadi.

Kamerasiz usullarda fosforitlar 50-100<sup>o</sup>S xaroratdagi 28-40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tutgan fosfat kislotaga bilan qayta ishlanadi, bu ko'p darajada jarayonning birinchi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang'ich konsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay bo'lib, u Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>\*H<sub>2</sub>O + CaHPO<sub>4</sub> bilan yoki CaHPO<sub>4</sub> bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir bo'lmaydi. Jarayon reaksiyon massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo'qotilishi sistemaning monokalg'tsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o'tish va apatitning keyingi parchalanishini tahminlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiyon massadagi monokalg'tsiyfosfat 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.** 19 – 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 konsentratini va konsentrlangan fosfat kislotaga aralashtirgichga uzluksiz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenziyaga 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<sup>o</sup>S ni,



19 – rasm. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

1 – bunker; 2 – mehyorlashtirgich; 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.

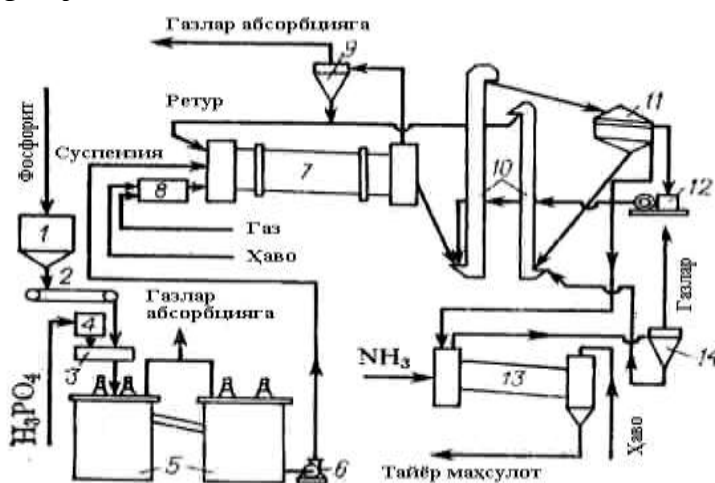
kamerada 90-100<sup>o</sup>S ni tashkil qiladi. Hozirda qo'llanilayotgan (7,1 m diametrli) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12-13 t ni, fosfat kislota (52-54 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 22-24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kameraadagi massani shakllantirish balandligi 1,2-2 m ga teng. Fosfat kislotaga konsentrlangan sul'fat kislota ham qo'shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislota solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ni qisman (51-52% gacha) kamaytiradi. Kamerada apatit konsentratining 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hisobidan fosfat kislota mehyori bo'yicha) olingan qo'shaloq superfosfat tarkibida 43-44% o'zlashadigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'ladi. 1 t o'zlashadigan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hisobidagi donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun 320-330 kg (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hisobida) apatit va 810-820 kg (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 yetiltirilishidir; bu esa – yirik omborli inshootlarga, meqnat sarflariga, mahsulotni bir necha bor davriy aralashtirishdagi energiyaga va atmosfera havosining ftorli gazlar bilan ifloslanishiga ketadigan xarajatlarning 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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 sovitishda esa 10-15%i) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70-80%i esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftorning konsentratsiyasi (asosan SiF<sub>4</sub> tarzida) hammasi bo'lib 0,15-0,2 gG'm<sup>3</sup> ni tashkil etadi. Donachalarni quritishda ajraladigan gazlar (2HFQSiF<sub>4</sub> aralashmasi) tarkibida ko'p miqdorda chang bo'ladi. SHuning uchun SiF<sub>4</sub> ning absorbttsiyasidan olinadigan H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> 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. 20 – rasmda apatit konsentratidan olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi 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 kislotasi (28-36%  $P_2O_5$ ) kelib tushadi. Yuqori konsentratsiyali kislotaning qovushqoqligi katta bo'lganligi uchun hosil bo'ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi (52-54%  $P_2O_5$ ) ishlatilganda, bu kislotani ishlatishdan oldin 34-36%  $P_2O_5$  gacha – jihozlardan chiquvchi gazlarni, undagi qo'shaloq superfosfat changlarini tutib qolish uchun yuvishdan olinadigan absorbtсион eritmalar bilan suyultiriladi. Suspenziya aralashtirgichdan uzluksiz ravishda reaktorlar 5 ga tushadi, ularning hajmi



20 – 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 mehyorlashtirgichi; 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 – ammoniyashtirgich, 14 - tsiklon.

undagi reaksiya massani 60-90 minut aralashtirilishini tahminlaydi. 70-100<sup>o</sup>S da shuncha vaqt ichida ~50% fosforit parchalanadi, suyuq faza dikalg'tsiyfosfat bilan to'yinadi va keyingi uning aralashtirilishi hech qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to'xtaydi.

Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikalg'tsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi. Xaroratning ortishi bilan dikalg'tsiyfosfatning 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 F<sup>-</sup> ionlaridan hosil bo'ladigan kalg'tsiy ftoridning 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 (19.4 – rasm). U gorizontaal yuzaga nisbatan 1-3° 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 chambarak 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.

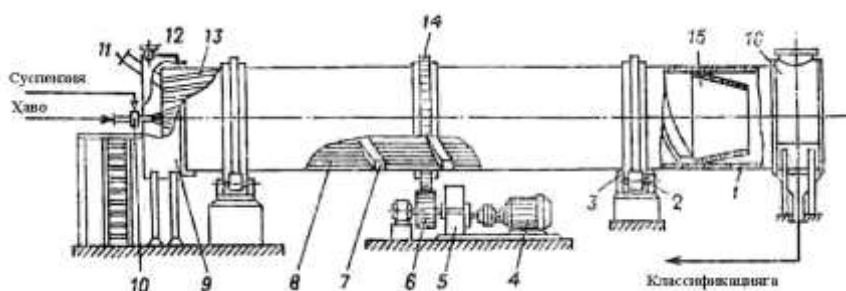
Issiqlik so'rg'ich yuklash kamerasiga ichki quvur 12 orqali kiradi. Ko'tarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQ dan chiquvchi gazning xarorati 120-125°S bo'ladi. U changdan dastlab tsiklon (chang tutgich) da, so'ngra esa absorbtсион 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°S bo'ladi. Sxemada (21 – 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 qolingan 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  $N_3RO_4$  konsentratsiyasi ortadi, erigan monokal g'itsiyofosfat konsentratsiyasi kamayadi, shuning uchun  $N^Q$  ionlarining aktivligi oshadi. Bu esa dikalg'itsiyofosfat quyqali qatlamining qisman erishini tahminlaydi va fosforit zarrachalarining parchalanishi davom etadi. Qurtilgan qo'shaloq superfosfatda uning parchalanish koeffitsienti 80-85% ga yetadi. Qurtilgan donador qo'shaloq superfosfatning kislotaliligini kamaytirish uchun donachalar aylanuvchi barabanda bo'r bilan changlatib yoki ammoniyashtirilib neytrallanadi. Barabanli ammoniyagich 13 da ammiak kollektor orqali donachalar qatlami ostiga beriladi. Ammoniyashtirishda ajraladigan issiqlikni yo'qotish uchun barabanga qarama-qarshi tomondan havo oqimi kiritiladi. Ammoniyashtirgichlan chiqadigan mahsulotning xarorati 40-45°S 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 qolingan chang returga qo'shiladi. Ammoniyashtirishdan

so'ng mahsulotdagi erkin fosfat kislotasi 4-5%  $P_2O_5$  (o'zlashadigan  $P_2O_5$  43-47% ) gacha kamayadi.



21 – 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 chambarak; 15 – tagi teshik konus; 16 – chiqarish kamerasi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarida suspenziyani quritish jarayonida fosforit va ekstraksiyon fosfat kislotadagi ftorning 50-55% i gazli fazaga ( $HF$  va  $SiF_4$  aralashmasi tarzida) ajraladi. CHiqadigan gaz miqdorining ko'pligi va ularda chang miqdorining yuqori darajada bo'lishligi ftoridlar adsorbtsiyasini yetarli darajada qiyinlashtiradi va olinadigan kremneftorid kislotaning sifatini yomonlashtiradi. Chiqindi gazlarini tozalash sistemalariga tsiklonlar (chaglarni tutib qolish uchun) va absorberlar kiradi. Adsorbtsiyalashning uch bosqichli sxemasida odatda mexanik absorberlar va Vetturi absorberlari ishlatiladi. Changli gazlarni tozalashda, shuningdek  $SiF_4$  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 adsorbtsiyaning oxirgi bosqichida ohak suti beriladi, bu esa chiqindi gazidagi ftor kontsentratsiyasini 2-3 marta kamaytiradi.

Qo'shaloq superfosfatning yuqori xarorat ( $130-140^{\circ}S$ ) dagi qisqa muddat (30-40 minut) li quritilishini amalga oshirish orqali uning ancha chuqur dehidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokalg'tsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari (60-65%  $P_2O_{5\text{umum.}}$ , 52-56%  $P_2O_{5\text{o'zl.}}$ , 18-32%  $P_2O_{5\text{s.e.}}$ ) bo'lgan bunday o'g'itlar – tuproqdagi fosfor zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin tahsir 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%  $P_2O_5$  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 fraksiyalari 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 kislotasi (100%  $P_2O_5$  hisobida), 271-280 kg fosforit uni (100%  $P_2O_5$  hisobida) va 35 kg  $NH_3$  sarflanadi.

Suyuq fazasining konsentratsiyasi 45-50%  $P_2O_5$  bo'lgan tabiiy fosfatni 3-5 karra ortiqcha miqdordagi fosfat kislotasi bilan parchalashga asoslangan kamerasiz tsiklik qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usuli ham mahlumdir; bunda hosil bo'ladigan monokalgi tsiyfosfat 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 kislotasi 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 filg'rlanish xususiyatiga 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 monokalgi tsiyfosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo'ladi. Mahsulot ammoniylashtirilgandan so'ng, tarkibida: 47-49%  $P_2O_5$  o'zlashadigan (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 uning 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 kalg'tsit,  $pP < 2,5$  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 kislotasi dolomit va kalg'tsitdan o'tuvchi  $Sa^{2Q}$  ionlari bilan neytrallanadi va ozgina miqdordagi kalg'tsiy sul'fatga 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 kislotasi 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 kislotasi sarfi (1-1,3 t  $H_2SO_4$  va 0,355 t  $P_2O_5$  li fosfat kislotasi) 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  $NH_4Mg'O_4 \cdot H_2O$  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.

## 8-MA'RUZA

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

Reja:

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

Sul'fat kislotasi 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 kislotasi deb nom beradi. Sul'fat kislotasi tannarxi bo'yicha arzon, kuchliligi jixatidan eng kuchli kislotalardan biridir; shuning uchun ham Sul'fat kislotasi 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, kuyidagi reaksiya bo'yicha ammoniy Sul'fati kabi mineral o'g'it ishlab chiqarishda ham ko'p ishlatiladi:

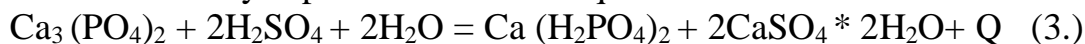


Sul'fat kislota noorganik kimyo sanoatida eng ko'p qo'llaniladigan moddadir. Masalan: ekstraksion fosfor kislotasini ishlab chiqarishda Koratog' yoki Kizilqum fosforitlariga uch molekula Sul'fat kislota ta'sir ettiriladi:



E.F.K. fosfogips

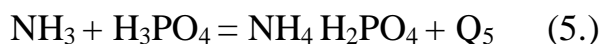
Sul'fat kislotasi oddiy superfosfat ishlab chiqarishda:



hamda pretsipitat ishlab chiqarishda qo'llanadi:



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



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

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

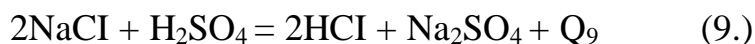




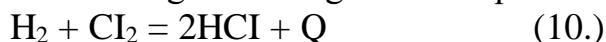
CHili selitrasidan nirat kislotasini:



Osh tuzidan vodorod xloridi kislotasini:



Xozirgi vaqtda NSI 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 AKSH 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 kislotaning 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**

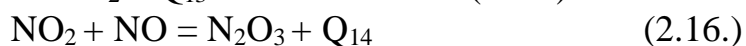
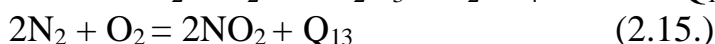
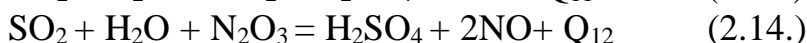
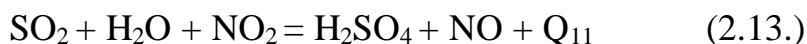
Xozirgi vaqtda dunyo bo'yicha Sul'fat kislotasi ishlab chiqarishning 2 xil usuli mavjuddir:

- 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 absorbtsiyalanib, shu

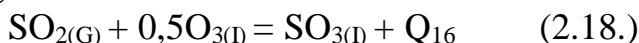
vaktning o'zida u, ya'ni SO<sub>2</sub> oksidlanib, suyuq fazada maxsuliy Sul'fat kislotasi hosil qiladi. Bu jarayonni sxematik tarzda qisqacha quyidagi reaksiyalar bilan ifoda etish mumkin:



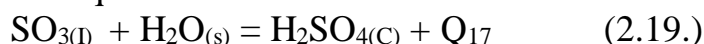
Bu reaksiyalar majmuasidan ko'rinib turibdiki, azot oksidlari-NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>lar SO<sub>2</sub> gazini oksidlash uchun zarur bo'lgan kislorodni yetkazib beruvchi moddalar bo'lib xisoblanishi mumkindir. Boshqacha qilib aytganda, bu azot oksidlarini, nitroza usulining katalizatori 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 miqdorida, ammo unumdorligi juda kam bo'lgan, qo'rg'oshindan yasalgan kameralar ishlatilganligi uchun bu texnologiya kamerali Sul'fat kislota olish deb ataladi. Bu vaqtda quyuqligi 65% Sul'fat kislotadan iborat, ammo tarkibida juda ko'p iflos birikmalar, ya'ni azot oksidlari, mish'yak, fluor birikmalari, Sul'fat qoldiqlari, qum va xokazolardan iborat bo'lgan Sul'fat kislota 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, minerali usul yaratilgandir. Rossiyada birinchi Sul'fat kislota qurilmalari 1803 yilga to'g'ri keladi. Minerali usulda 75% gacha quyuqlikga ega bo'lgan Sul'fat kislota olingan. Nitroza usuli bilan bundan yuqori kontsentratsiyaga ega bo'lgan Sul'fat kislota ishlab chiqarish mumkin emas, ya'ni oleum ishlab chiqarib bo'lmaydi. Bunday quyuq va toza Sul'fat kislota 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° S) 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 kislota ishlab chiqarishni  
rivojlanishiga qo'shgan xissalari**

Ularning ilmiy va amaliy ishlarining ahamiyati kattadir. Bu olimlar tomonidan dunyoda birinchi bo'lib 1935 yilda yuqori kontsentrangan vodorod sulfidli gazlar aralashmasidan "Nam kataliz usuli" bo'yicha Sul'fat kislotasi ishlab chiqarish nazariy asoslari yaratilgan va amaliyotga tatbiq etilgan. Bu olimlar tomonidan dunyoda eng katta unumdorlikka 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 kislotasi ishlab chiqaradigan kontakt apparatlari yaratildi. Bu olimlar tomonidan Sul'fat kislotasi ishlab chiqaradigan kontakt apparatlari yaratiladi. Bu olimlar tomonidan Sul'fat kislotasi olishning yangicha usullaridan biri-yani "Kuruk tozalash-1", "Kuruq tozalash-2", tsiklik tizim va xokazo usullar bo'yicha Sul'fat kislotasi olishdek yangiliklar yaratilgan.

#### **Tayanch so'zlar:**

- 1.Sul'fat kislotasi struktura formulasi.
- 2.Jabr ibn Xayyan.
- 3.Kuporos moyi.
- 4.Ammofos.
- 5.Sul'fat kislotasi fizik xususiyatlari.
- 6.Sul'fat kislotasi kimyoviy xususiyatlari.
- 7.Sul'fat kislotasi korxonalarida.
- 8.Sul'fat kislotasi ishlab chiqarish ko'lamini.
- 9.Nitroza usuli.
- 10.Kontakt usuli.

#### **Nazorat savollari:**

- 1.Sul'fat kislotasining fizik-kimyoviy xususiyatlari nimalardan iborat?
- 2.Sul'fat kislotasi xalq xo'jaligida qanday ahamiyatga ega?
- 3.O'zbekiston Respublikasida qaysi korxonalarida Sul'fat kislotasi ishlab chiqariladi?
- 4.Sul'fat kislotasi ishlab chiqarishning qanday usullari ma'lum?
- 5.Sul'fat kislotasi ishlab chiqarish ko'lamini qanday?

### **9-MA'RUZA**

#### **GAZLI OLITNGUGURT VA BOSHQA OLTINGUGURTLI XOM ASHYOLAR**

1. *Sul'fat kislotasi ishlab chiqarish xom ashyolari*
2. *Rangli metallurgiya chiqindi gazlari*
3. *Sul'fatli xom ashyolar*
4. *Oltingugurt va uning xossalari*
5. *Oltingugurt ishlab chiqarish*
6. *Chiqindi gazlaridan oltingugurt bug'i ishlab chiqarish*
7. *Aglomeratsiya gazlari*
8. *Tabiiy gazlarni tozalash jarayoni*

***Sulfat kislota ishlab chiqarish xom ashyolari.*** Sulfat kislota olish uchun xom ashyo sifatida elementar oltingugurt yoki tarkibida oltingugurt tutgan va undan elementar oltingugurt yoki sulfid angidrid olish mumkin bo'lgan moddalar ishlatiladi. Tug'ma oltingugurt tabiatda nisbatan kam tarqalgandir. Oltingugurt tabiatda ko'pincha temir, rux, qo'rg'oshin, mis va boshqa metallar bilan birikmasi holatida uchraydi. Er qobig'idagi oltingugurtning miqdori 0,1% ni tashkil etadi.

Sulfat kislota ishlab chiqarish uchun tarkibida asosan temir disulfid  $FeS_2$  tutgan pirit yoki temir kolchedani keng ko'lamda ishlatiladi. Oltingugurt ko'pgina minerallar tarkibida ikkita metall bilan hosil qilgan sulfidlari tarzida ham bo'lishi mumkin, masalan, mis kolchedani (xalkopirit) temir va misning oltingugurtli birikmasidir. Oltingugurt bundan tashqari tabiatda sulfatlar, masalan, gips (kalsiy sulfat), mirabalit (natriy sulfat), glauberit (natriy va kalsiy sulfat) va xokazolar tarzida ham uchraydi. U neft, toshko'mir, tabiiy va o'txona gazlari tarkibida ham bo'ladi.

Toshko'mirni kokslash paytida undagi oltingugurt vodorod sulfidga aylanadi va koks gazi tarkibiga o'tadi. Vodorod sulfid, shuningdek, generator gazi, neftni qayta ishlash gazlari, neftning yo'ldosh gazlari ko'pgina tabiiy gazlar tarkibiga kiradi va bu gazlardagi keraksiz qo'shimcha hisoblanadi. Metallurgiya o'choqlaridan chiqadigan gazlar tarkibida ham sezilarli miqdordagi sulfid angidrid bo'ladi.

Ko'mir qazib olishda ko'mir qatlamlari orasida bo'ladigan va uni boyitishda ajratib olinadigan temir kolchedanidan iborat ko'mirli kolchedan ham olinadi. Ko'mirli kolchedan ham sulfat kislota ishlab chiqarish uchun xom ashyo vazifasini o'tashi mumkin. Bunday maqsad uchun sulfat kislotasi ishlatiladigan ko'pgina ishlab chiqarish korxonalarining chiqindilaridan foydalanilishi ham mumkin. Bunday chiqindilarga kislotali gudronlar, yuvish eritmalari, fosfogips va boshqalar kiradi.

Turli mamlakatlarda ishlatiladigan xom ashyo turlari bir-biridan farqlanadi.

Ko'pgina mamlakatlarda hozircha asosan oltingugurtli kolchedan asosiy xom ashyo sifatida ishlatilayotgan bo'lsa, AQSH da sulfat kislota olish uchun ko'proq oltingugurtdan foydalanilmoqda. Shuni ham ta'kidlab o'tish mumkinki, sulfat kislota ishlab chiqarish xom ashyosi sifatidagi oltingugurt va kolchedanning nisbiy ulushi kamayib, uning o'rnini turli chiqindilardan ajratib olinadigan oltingugurt egallamoqda.

***Rangli metallurgiya chiqinidi gazlari.*** Misli, ruxli, qo'rg'oshinli rudalar va konsentratlar hamda boshqa rangli metallar tutgan rudalarni kuydirish jarayonida rangli metallar ajratib olish uchun qayta ishlashga keladigan qattiq qoldiq - kuyundidan ajraladigan chiqindi gazlar hosil bo'ladi. Chiqindi gazlar tarkibida sulfid angidrid bo'ladi va u sulfat kislota ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xom ashyo hisoblanadi.

Rangli metallurgiya chiqindi gazlaridan foydalanish muhim xalq xo'jaligi ahamiyatiga egadir, chunki, masalan har bir tonna mis suyuqlantirib olishda sulfat kislotali tizimdagi oltingugurtli xom ashyoni kuydirishga sarflanadigan xarajatlarsiz 10 t dan ortiq sulfat kislota olish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, chiqindi gazlari tarkibidagi oltingugurt oksidlarini tutib qolinishi hisobiga metallurgiya korxonalari havosining musaffoligi saqlab qolinadi.

Rangli metallurgiya rudalari qaynovchi qatlam (QQ) o'choqlarida kuydiriladi. Kuyundi gazlar va QQ o'choqlarining gazlari tarkibi bo'yicha oltingugurt kolchedani kuydirilishidan hosil bo'ladigan gazlardan kam farq qiladi va shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda to'g'ridan-to'g'ri foydalaniladi. Boshqa o'choqlarda hosil

bo'ladigan gazlar tarkibi ko'pincha xom ashyo sifatiga, qurilmalarga hamda o'choq va boshqa jihozlar holatiga va kuydirish jarayoni sharoitiga bog'liqdir. Shunga bog'liq holda bunday gazlardagi sulfid angidrid miqdori katta chegarada o'zgaradi.

Xom ashyoni kuydirish jarayonini intensivlash va olinadigan yarim mahsulotlar – rangli metallurgiya kuyundilari sifatini yaxshilash uchun o'choqqa beriladigan havoga purkashdan oldin uning tarkibida 30-35% O<sub>2</sub> bo'lguncha kislorod qo'shish qo'llaniladi yoki kuydirish jarayoni texnologik kislorod (95% O<sub>2</sub>) muhitida amalga oshiriladi. Kislorod ishlatiladigan barcha holatlarda ham kuydirishdan chiqadigan chiqindi gazlaridagi sulfid angidridning konsentratsiyasi ortadi.

Masalan, ruxli konsentratni QQ o'choqlarida kuydirishda tarkibida 30% O<sub>2</sub> tutgan havo berilishi (havodagi 21% O<sub>2</sub> o'rniga) orqali o'tkazilgan sanoat sinovlari shuni ko'rsatadiki, bunda chiqadigan gaz tarkibidagi SO<sub>2</sub> konsentratsiyasi 8 dan 14% ga ko'tariladi, o'choq unumdorligi 70% ga ortadi, kuyundidagi sulfidli oltingugurt miqdori 3 marta kamayadi.

**Sulfatli xom ashyolar.** *Gips.* Ko'pgina mamlakatlarda gips – kalsiy sulfat kristallogidрати CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O ning yirik konlari mavjuddir. Tabiatda kalsiy sulfat suvsiz tuz – angidrit CaSO<sub>4</sub> tarzida ham uchraydi, shuningdek fosfat kislota, fosforli va kompleks o'g'itlar sanoatining chiqindisi - fosfogips holatida ham hosil bo'ladi.

Sulfat kislota olish uchun gips (angidrit, fosfogips) ning ko'mir va tuproq bilan aralashmasi kuydiriladi. Bunda kalsiy sulfatning qaytarilishi natijasida sulfid angidrid hosil bo'ladi. qolgan kuyundi maydalangandan so'ng sement hisoblanadi. O'zbekistonda gipsdan sulfat kislota ishlab chiqarilmaydi, chunki bizda sulfat kislota ishlab chiqarish uchun gipsga nisbatan ancha arzon bo'lgan boshqa xom ashyolar etarlicha mavjuddir.

*Chiqindi kislotalar.* Neft mahsulotlarini tozalashda, organik moddalarni sulfolashda, suv tortib oluvchi modda sifatida va boshqa bir qancha maqsadlarda keng qo'llaniladigan sulfat kislota ishlatib bo'lingandan so'ng tarkibida ko'p miqdordagi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bo'lgan chiqindi sifatida korxonalaridan chiqariladi. Bunday chiqindilar miqdori yildan-yilga ko'payib bormoqda. Ularni tozalash inshootlarida ishqorlar bilan neytrallab oqavalarga qo'shib yuboriladi va bu ham iqtisodiy, ham ekologik zararlar keltiradi.

Ko'p hollarda chiqindi kislotalardan sulfat kislotasini ajratib olish maqbul hisoblanadi. AqSH da yiliga 0,8 mln t sulfat kislota (ikkilamchi kislota) chiqindi kislotalardan ajratib olinadi.

Chiqindi kislotalarni qayta ishlash usuli uning tarkibiga bog'liqdir. Bu kislotalardan foydalanishning iqtisodiy jihatdan eng maqbul yo'li, bu uning tarkibidagi qo'shimchalar ishlab chiqarish ko'rsatkichiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydigan sanoatlardir, masalan, mineral o'g'itlar sanoati, metallarni tozadash va boshqalar.

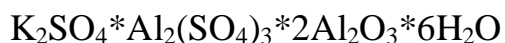
Chiqindi kislotalardan to'g'ridan-to'g'ri foydalanib bo'lmaydigan sharoitlarda ular tarkibidagi qo'shimchalar tozalanadi yoki kislotani termik parchalash yo'li bilan sulfid angidrid olinadi va undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

*Yuvindi eritmaları.* Metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil bo'ladigan chiqindi eritmalar yuvindi eritmaları deyiladi. YUvindi eritmaları tarkibida 2-4% erkin H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> va 25% gacha FeSO<sub>4</sub> bo'ladi. Yuvindi eritmalaridan temir sulfatning asosiy qismi FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O tarzida ajratib olinadi va

qoldiq eritma yuvish vannalariga qaytariladi. Yuvindi eritmalarni regenerasiyalashdan ajratilgan temir kuporosi mahsulot sifatida chiqariladi.

Ayrim qurilmalarda yuvindi eritmalardan oldindan temir kuporosini ajratib olmasdan sulfat kislotasi olinadi. Bunday qollarda yuvindi eritmalaridagi sulfat kislotasi ortiqcha miqdordagi kuyundi bilan neytrallanadi va bu aralashma o'choqlarda ko'mir bilan qaytariladi. Hosil qilingan sulfit angidrid sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

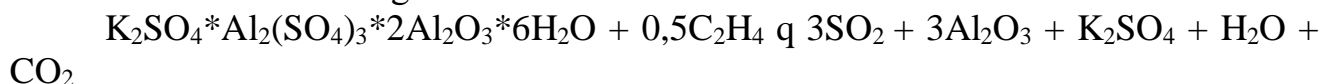
*Alunitlar.* Sulfat kislota ishlab chiqarishning kelajakdagi xom ashyolaridan biri alunitlar hisoblanadi. Toza alunit mineralining kimyoviy tarkibi quyidagi formula bilan ifodalanadi:



Alunit rudasidagi bu mineralning miqdori 50% ga etadi. Ruda tarkibida, shuningdek, kremnezem, temir va titan oksidlari va 0,2% gacha  $P_2O_5$  bo'ladi.

Alunit  $500^\circ C$  xaroratgacha qizdirilganda tarkibidagi barcha kristallizasiya suvini yo'qotadi,  $600^\circ C$  dan yuqorida esa mineral  $SO_3$  ajratish bilan parchalana boshlaydi.

Alunitning gaz holatdagi qaytaruvchilar bilan ta'sirlashishi natijasida quyidagi mahsulotlar hosil bo'lishiga olib keladi:



Ajraladigan gaz tarkibidagi  $SO_2$  miqdori hajm bo'yicha 75% ni (quruq gaz hisobida) tashkil qiladi. Gaz havo bilan suyultiriladi va kontaktli usulda sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Glinozem ( $Al_2O_3$ ) alyuminiy ishlab chiqarishga yuboriladi, kaliy sulfatdan esa o'g'it sifatida foydalaniladi.

***Oltingugurt va uning xossalari. Oltingugurt ishlab chiqarish.*** Elementar oltingugurt (yoki oltingugurt bug'i) tug'ma rudalardan, shuningdek sulfit angidrid yoki vodorod sulfid tutgan gazlardan olinadi. Elementar oltingugurt sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng yaxshi turdagi xom ashyolardan biri hisoblanadi. Uni yoqish natijasida katta miqdorda  $SO_2$  va kislorod tutgan va kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng muhim hisoblangan gaz hosil qilinadi. Oltingugurtning yonishi natijasida kul qolmaydi, vaholanki kolchedan kuydirilishi natijasida hosil bo'ladigan kulni yo'qotish uchun katta sarf-harajatlar talab etilar edi. Tug'ma oltingugurt tarkibida juda oz miqdordagi mishyak qo'shimchasi bo'ladi, bu esa kolchedandan sulfat kislota ishlab chiqarishdagi mishyakdan tozalash jarayonlari singari bosqichlardan holi bo'lgan sodda sulfat kislota ishlab chiqarish tizimini yaratish imkoniyatini yaratadi.

Elementar oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishda, sellyuloza-qog'oz sanoatida, qishloq xo'jaligida (qishloq xo'jaligi ekinlari zararkunandalariga qarshi kurashda) foydalaniladi. Bundan tashqari, elementar oltingugurt gugurt sanoatida, kauchukni vulkanlashda, sulfidli bo'yoklar va kimyo-farmasevtika preparatlari olishda hamda pirotexnikada ishlatiladi.

Dunyoda elementar oltingugurt ishlab chiqarish hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Bunga tug'ma oltingugurt konlaridan qazib olish, tabiiy gaz va neft mahsulotlarini tozalash orqali ajratib orqali erishilmoqda.

*Oltingugurtning xossalari.* Oltingugurtning nisbiy atom massasi 32,064. Oltingugurt odatdagi xaroratda qattiq holatda bo'ladi. qattiq oltingugurt ikki xil – rombik va monoklinik allotropik shakllarda bo'ladi.

Oltिंगugurt elektr tokini yomon o'tkazadi, suvda amalda erimaydi. Oltिंगugurtning suyuqlanishi uning hajmi (taxminan 15% ga) ortishi bilan sodir bo'ladi. 120 °C xaroratda suyuqlantirilgan oltिंगugurt harakatchan sariq rangdagi suyuqlikdir, uning qovushqoqligi xaroratning ortishi bilan o'zgaradi. 160°C dan yuqori xaroratda oltिंगugurt qorayadi va 190°S xaroratda to'q jigarrang qovushqoq massaga aylanadi. Xaroratning ortishi bilan massaning qovushqoqligi kamayadi va qariyb 400°C xaroratda oltिंगugurt suyuqlanmasi yana harakatchan suyuqlikka aylanadi. Oltिंगugurtning qaynash xarorati 444,6°C ni tashkil etadi.

Qizdirilganda oltिंगugurtning molekula tuzilishi o'zgarishi hisobiga uning xossasi o'zgaradi. Odatdagi xaroratda oltिंगugurt yopiq halqali sakkiz atomdan iborat molekula (S<sub>8</sub>) shaklida bo'ladi. 160°C xaroratda S<sub>8</sub> halqalari uziladi va chiziqsimon zanjir hosil qiladi, bu esa uning qovushqoqligini ortishiga olib keladi. Xarorat yanada ko'tarilganda esa uzun zanjirlar uziladi (destruksiyanadi) va oltिंगugurt qovushqoqligining yana pasayishiga olib keladi.

Oltिंगugurt bug'ida S<sub>8</sub>, S<sub>6</sub> va S<sub>2</sub> molekullari bo'ladi, xaroratning ortishi bilan S<sub>2</sub> molekullari miqdori ortadi, bunda bug' rangi o'zgaradi. qaynash xarorati yaqinida oltिंगugurt bug'i och sariq rangda bo'ladi va xaroratning ortishi bilan qizara boshlaydi, so'ngra yana tiniqlashadi va 650°C xaroratda to'q sariq rangga kiradi. 900°C xaroratda oltिंगugurt bug'lari amalda S<sub>2</sub> molekullaridan iborat bo'ladi. Uning atomlarga parchalanishi taxminan 1600°C xaroratdan boshlanadi.

Oltिंगugurt ishlab chiqarish. Tug'ma oltिंगugurt konlari qoldiqli yoki vulkanli xarakterdagi yotqiziqlar tarzida uchraydi. Tug'ma oltिंगugurt konlari Italiyada (Sisiliya orollarida), Yaponiyada (Xokkaydo orollarida), AQSH da (Texas va Luiziana shtatlarida) uchraydi.

Tarkibida 20% va undan ortiq oltिंगugurt tutgan tug'ma oltिंगugurt rudalari to'g'ridan-to'g'ri kuydirilib, sulfit angidridga aylantiriladi va undan sulfat kislota ishlab chiqariladi. Ammo odatda oltिंगugurtli rudalar kuydirilmaydi, balki undan oltिंगugurt suyuqlantirilib ajratilib olinadi. Oltिंगugurtni suyuqlantirib ajratib olish o'choqlarda, avtoklavlarda va to'g'ridan-to'g'ri er osti yotqiziqlarida amalga oshiriladi.

O'choqlarda oltिंगugurtni suyuqlantirishda ruda tarkibidagi 25% gacha oltिंगugurtni yoqish issiqligidan foydalaniladi. Bunda elementar oltिंगugurt unumi 75% ga etadi.

Oltिंगugurtni to'g'ridan-to'g'ri er osti yotqiziqlaridan Frash usuli bo'yicha qazib olishda (bu usul AQSH da ishlatiladi) oltिंगugurt qaynoq suv bilan suyuqlantiriladi va qisilgan havo bilan yuzaga siqib chiqariladi. Buning uchun quduqqa bitta quvur orqali bosim ostida 150-160°C xaroratgacha qizdirilgan suv berilsa, ikkinchisidan esa qisilgan havo yuboriladi. So'ngra suv ma'lum masofada joylashgan va oltिंगugurtli qatlamdan chuqurroq bo'lgan boshqa maxsus quduqdan chiqarib olinadi. Frash usuli bilan nisbatan arzon oltिंगugurt olinadi, lekin bunda kondan uni ajratib olish darajasi 30-60% ni tashkil etadi xolos. AQSH da oltिंगugurtning ko'p qismi temir yo'l va avtomobil sisternalarida suyuqlantirilgan holatda tashiladi.

Ko'pincha oltिंगugurtga boy bo'lgan tug'ma oltिंगugurt rudalaridan uni flotasiyalash yo'li bilan ajratib olinadi.

Tug'ma rudalardan oltingugurt olish uchun flotasiyalash va so'ngra flotasiya avtoklavlarida konsentratdan oltingugurtni suyuqlantirish usuli qo'llaniladi.

Kondan keladigan oltingugurtli ruda dastlab tegirmonlarda maydalanadi. Juda mayda holatigacha maydalangan ruda flotasiyalashga yuboriladi. Bunda flotoreagent sifatida suyuq shisha, kerosin va S<sub>7</sub>-S<sub>9</sub> spirtlari ishlatiladi. Tarkibida 70-75% elementar oltingugurt bo'lgan hosil qilingan konsentrat quyultiruvchilarda, so'ngra barabanli filtrlar yoki sentrifugalarda 10-15% namlik qolguncha suvsizlantiriladi. Suvsizlantirilgan oltingugurtli konsentrat ochiq suyuqlantirgichga yuboriladi.

Suyuqlantirgich unumdorligi oltingugurtli konsentrat namligiga bog'liq va u konsentrat namligi 10-15%, qizdirish yuzasi 1 m<sup>2</sup> bo'lganda 100-150 kg/s ni tashkil etadi. quruq konsentratni suyuqlantirishda unumdorlik 270-300 kg/s gacha etadi.

Muntazam ravishda suyuqlangan oltingugurtli konsentrat suyuqlantirgichdan 120-130°C xaroratda oltingugurtli suspenziya holatida flotasiyalash avtoklaviga tushadi. Bu erga shu bilan bir vaqtda yig'gichdan flotoreagentning suvli eritmasi ham beriladi.

Avtoklavlar po'latdan tayyorlangan silindrik idish bo'lib, konussimon taglikka egadir. Sirti bug'li qoplama isitiladi. Avtoklavda aralashtirgichlar bo'ladi. Avtoklavdagi ikkita shtuserning biridan suyuqlantirilgan oltingugurt, ikkinchisidan esa bekorchi jinslar chiqarib olinadi.

Avtoklavdagi massani aralashtirilganda suv mayda tomchilarga bo'linadi, u esa bekorchi jinslarga absorbilanishi natijasida massaning yuqori qatlamiga qalqib chiqadi. SHuning uchun avtoklavdan dastlab toza suyuq oltingugurt quyib olinadi, so'ngra esa bekorchi jins chiqariladi.

Flotasiyalash avtoklavining unumdorligi 1 m<sup>3</sup> hajmdagi jihoz uchun 1600 kg/s oltingugurtga to'g'ri keladi. Konsentratdan oltingugurtni umumiy ajratib olish darajasi 95-98% ni tashkil etadi.

**Aglomerasiya gazlari.** qora metallurgiyaning yirik korxonalarida temir rudasi domna o'choqiga berilishdan oldin maxsus fabrikalarda aglomerasiyalanadi (ruda shixtalarini metallurgik xossalarini yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshiriladi). Bunda ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfit anhidridga aylanadi va aglomerasiya gazlari tarkibiga o'tadi. Temir rudasida oltingugurt miqdori ko'p bo'lganda aglomerasiya gazi tarkibida 0,5-1,5% gacha SO<sub>2</sub> bo'ladi. Ayrim yirik aglomerasiya fabrikalarida atmosferaga chiqarib yuboriladigan gazlar 5 mln m<sup>3</sup>/s dan ortadi, ular bilan chiqib ketadigan oltingugurt miqdori yiliga bir necha yuz ming tonnani tashkil qiladi. Bunday gazlarni to'g'ridan-to'g'ri atmosferaga chiqarib yuborish ham ekologik, ham iqtisodiy jihatdan katta zararga olib keladi.

Qora metallurgiyaning aglomerasiya gazlarini ulardagi SO<sub>2</sub> ni turli xil yuttiruvchi materiallar yordamida ushlab qolish va so'ngra undan konsentrlangan sulfit anhidridni ajratib olish yo'li bilan yoki aglomerasiya gazlarini rudadan bir necha bor o'tkazish orqali uni tarkibidagi SO<sub>2</sub> konsentrasiyasini oshirish va konsentrlangan aglomerasiya gazidan SO<sub>2</sub> ni ajratib olishni yo'lga qo'yish ham ekologik, ham iqtisodiy samara olinishi mumkin.

Tabiiy gazlarni tozalash jarayoni. O'choqlarda ko'mir yoqilganda ko'mirdagi oltingugurt ham yonadi va atmosferaga chiqarib yuboriladigan o'txona gazlari tarkibida anchagin SO<sub>2</sub> ham bo'ladi. U atfosfera havosini ifloslantirib, ekologik



vaziyatni yomonlashishiga olib keladi. Shuning uchun o'txona gazlari ham tozalanadi. Bunday tozalash natijasida ko'p miqdordagi sulfid angidrid ushlab qolinadi va uni sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladi. Lekin o'txona gazlaridan SO<sub>2</sub> ni tozalash katta sarf-xarajatlar talab etadi, shuning uchun o'txona gazlarining ma'lum qismigina tozalashga yuboriladi. O'txona gazlarini tozalashning arzon usullarini o'ylab topish va uni ishlab chiqarishga joriy etish bir tomondan tabiiy manbaalardan oqilona foydalanish imkoniyatini ochsa, ikkinchidan, tabiatdagi ekologik muvozanatni saqlab qolish kabi muhim muammolardan birining echimi topiladi. Bunday ishlarni amalga oshirish albatta hozirgi paytda etishib chiqayotgan «Kimyoviy texnologiya» mutaxassisligi bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassislar zimmasiga yuklanadi.

Ko'pgina yoqilg'i gazlari (koks gazi, generator gazi, yo'ldosh gazlar, tabiiy gaz, neftni qayta ishlash gazlari) tarkibida anchagina miqdorda vodorod sulfid bo'ladi va u doimo gaz tarkibidagi zararli keraksiz qo'shimcha hisoblanadi. Masalan, marten o'choqlarida vodorod sulfid suyuq metallarga yutiladi va unda oltingugurt holdida qoladi, bu esa po'latning sifatini yomonlashtiradi. Neftni qayta ishlash gazlari, yo'ldosh va tabiiy gazlar asosan turli his mahsulotlar sintez qilishda, shuningdek turmushda ishlatiladi. Har ikki holatda ham gazlardagi H<sub>2</sub>S miqdori Davlat Standartlari talabiga muvofiq 20 mg/m<sup>3</sup> dan ortmasligi lozimdir. Shuning uchun tarkibida vodorod sulfid miqdori me'yoridan ko'p bo'lgan yoqilg'i gazlari, tarkibida yutuvchi moddalar (monoetanolami, soda va b.) bo'lgan eritmalar bilan qayta ishlanadi (yuviladi). Yutuvchi erimadan vodorod sulfidni qizdirish orqali ajratiladi va bunda yuqori konsentrasiyali (90% gacha H<sub>2</sub>S bo'lgan) vodorod sulfid olinadi. Vodorod sulfidli gazdan sulfat kislota yoki elementar oltingugurt ishlab chiqarishda foydalaniladi.

## 10- Ma'ruza

### Elementar azot ishlab chiqarish texnologiyasi

#### Reja

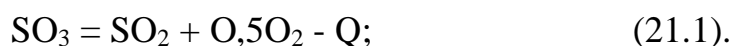
1. Atmosfera havosini ajratish usullari.
2. Sovuqlik hosil qilish nazariy asoslari.
3. Real gazlarni holat tenglamalari.
4. Kriyogen qurilmalar tsikllari guruxlari.

#### ATMOSFERA XAVOSINI AJRATISH USULLARI.

Ximiya va metallurgiya sanoatlarida O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, va bir qator inert gazlar-argon, kripton, geliy, neonlar toza xolatda keng kullanadi. Texnikada toza azot (sifati 99,999% N<sub>2</sub>), texnik kislorod (sifati 99,5% O<sub>2</sub>) va texnologik kislorod ( 95-97% O<sub>2</sub>) ko'proq foydalaniladi. Bunday toza gazlarni olishni 2 xil usuli bor:

1. Kimyoviy .
2. Fizik. Kimyoviy usulga:
  - 1) Barcha O<sub>2</sub> ajraladigan kimyoviy reaksiyalar kiradi:

2)



Bularni amaliy jixatdan amalga oshirish kiyin, chunki aralashmalar ko'pdir.

Kuydirilgan misni ustidan xavoni o'tkazsak:



Bu usulni amalga oshirish uchun energiya ko'p sarflanadi.

Piragollol orqali xavo aralashmasi utkazilsa, O<sub>2</sub> yutib qolinib, N<sub>2</sub> toza xolda chikadi;bu kimmat usuldir.

Fizik usulga kuyidagilar kiradi:

Xavoni komponentlarga ajratishni paramagnit usuli,  
Markazdan kochma kuch asosida ajratish. Komponentlar zichligi:

$$\text{N}_2 = 1,25 \text{ g/l}; \quad \text{O}_2 = 1,44 \text{ g/l};$$

Markazda azot, chetda O<sub>2</sub> ajralishi mumkin. Lekin bu usul xam qimmat, qo'llanilmaydi.

Suyuq xavoni fraksion bug'latish yoki kondensatsiyalash usuli. Buning uchun havoni deyarli suyultirish kerak; buni istib bug'latsak, temperaturasi pastrok bulgan komponent bug xolida ajralib chikadi, bunda birinchi bulib azot uchadi, chunki azot va kislorodning kaynash temperaturalarari xar xil, azotniki -195,8°S bo'lsa, kislorodniki esa - 183°S atrofida (bosim bir atmosfera bo'lgan sharoitda). Bunda deyarli ikkala komponent xam ajralib chikadi, chunki kaynash temperaturalarari bir-biriga yakin bulgani uchun. SHu munosabat bilan texnikada xavoni ajratib, toza azot va kislorod olish uchun rektifikatsiya usuli kullaniladi. Rektifikatsiya - bu suyuq moddalarni kup marotaba buglatish vam suyultirish jaraenidir. Lekin rektifikatsiyani amalga oshirish uchun esa xavoni avvalom bor sovutib, suyuqlikka utkazish kerak.

## **SOVUQLIKNI XOSIL QILISH NAZARIY ASOSLARI.**

Atmosfera xavosi olti atmosfera bosimda minus 173 -176°S atrofida suyuqlikka utadi. Buning uchun juda kup mikdorda sovuqlik ishlab chikarish kerakdir. Sovuqlik uch xilga bulinadi:

1. Urtacha sovuqlik minus 45°S gacha;
  2. Mutadil sovuqlik minus 100°S gacha;
  3. CHukur sovuqlik minus 100°S dan minus 273,16°S gacha.
- Texnikada 120 gradus Kelvin(-153°S ) dan past xaroratni kriogen texnikasi deyiladi.Umuman past xarorat olishni ikki usuli bor:

- 1)Kimyoviy;
- 2)Fizik;

Kimyoviy usulga barcha endotermik reaksiyalar misol bulishi mumkin. Ammo bu usulda urtacha xaroratgacha, ya'ni minus 45°S gacha sovuqlik olish mumkin. SHuning uchun fizik usul ishlatiladi. Bunga misol bulib suyultirilgan moddalarni

buglatish jarayonini kursatish mumkin. Masalan suyuq ammiakni buglanishi - minus 45°S gacha sovuqlik beradi. Ammo bu usul bilan chukur sovuqlik olib bulmaydi. Fizik usullardan biri yukori bosimda sikilgan gazlarni drossellash, ya'ni kengayish xisobiga olish mumkin. Bu jarayon ikki xil bulishi mumkin:

1.Oddiy drossellash, ya'ni sikilgan gazlarni izoentalp kengayishi,  $Iqconst$ . Bu jarayon xech kanday foydali ish bajarmasdan oddiy kuvurlarda amalga oshiriladi.

2.Izoentrop boglanish,  $S=const$ , Bu jarayon kimmat baxo detanderda amalga oshiriladi, tashki ish bajarish yuli bilan.

Bu jarayonlarning xammasidan riyal gazlar ishtrok etadi; ammo nazariyotda ikki xil gaz: ideal va real gazlar ishlatiladi.Ideal gaz deb,atom molekulari xech kanday tortishish va xech kanday itarish kuchiga ega bulmagan xayoliy gazga aytiladi.Real gaz deb,esa, atom molekullar uzaro tortishish va itarish kuchiga ega bulgan xamda uz xususiy xajmiga ega bulgan xakikiy gazga aytiladi.Ideal gazlar, fizika fanidan ma'lumki, uchta konunga buysinadi:

$$1.Boyl- Mariotta \quad R_1 V_1=R_2 V_2 ; \quad (21.4.)$$

$$2.Gey- Lyussak \quad R_2=R_1(1+\beta t_0)_{\varphi}; \quad (21.5.)$$

$$3.SHarlb konuni \quad V_2=V_1(1+\alpha t)_p \quad (21.6.)$$

Real gazlarga bu qonunlarni qo'llab bo'lmaydi.

### **REAL GAZLARNI XOLAT TENGLAMALARI.**

Har qanday gazni uchta - hajm (V), bosim (R), temperatura (T) kabi o'lchovi bo'lib, ulardan ikkitasi ma'lum bo'lsa, gazning holatini to'la ifodalash mumkin. Ularni o'z hajmlari bor. Yuqori bosim va past temperaturada (kritik holatga yaqin holatda) Mendeleev-Klayperon tenglamasini real gazlarga qo'llab bo'lmaydi.

$PV=p \cdot R \cdot T$  - bu Mendeleev-Klayperon tenglamasi.

Real gazlar uchun Vander-Val's tenglamasi qo'llanadi:

$$(P-(a/V^2)) \cdot (V-v)=RT$$

Bu yerda: a-real gazlarning ichki bosimi;

$a/V^2$ -ichki tortishuv kuchlari;

v-atom va molekulalarning xususiy hajmi.

Real gazlarni ideal gazlardan farqlari shundaki, real gazlarga uta qizigan bug' sifatida karalishi mumkin, chunki bug'ning sekin-asta sovutilsa, u suyuqlikka aylanadi, sovutish yana davom etirilsa u kristal holatga o'tadi.

Ideal gazlar xar qancha sovutisa ham suyuqlikka o'tmaydi. Gaz-suyuqlik, suyuqlik-qattiq, qattiq-gaz muvozanatdabo'lib turgan sharoitlar kritik holat deyiladi, va bunga to'g'ri kelgan  $R_k$ ,  $T_k$ ,  $V_k$  larni kritik bosim, kritik temperatura va kritik hajm deb ataladi. Kritik xaroratdan yuqori xaroratda xech bir gazni suyuqlikka utkazib

bo'lmaydi, kritik xaroratdan past xaroratda esa gazni suyuklikka aytantirish mumkin. Sababi, birinchi holatda modda gaz, ikkinchi holatda esa bug' holatida bo'lishidir.

Agarda gazlarni kritik o'lchamlarini Vander-Val's doimiylari orqali quyidagicha belgilasak:

$$R_k=(a/27v^2) \quad (21.8.)$$

$$V_k=3v \quad (21.9.)$$

$$T_k=(8a/27*R*v) \quad (21.10.)$$

(bu yerda: R-universal gaz doimiysi,  $R=8,31 \text{ g/mol*grad.}$ )

Vader-Val'sni keltirilgan teglamasi kelib chiqadi:

$$(\pi+(3/\varphi^2))*(3\varphi-1)=8\tau \quad (21.11.)$$

$$\text{Bu yerda: } \pi=(R/R_k) \quad (21.12.)$$

$$\varphi=(V/V_k) \quad (21.13.)$$

$$\tau=(T/T_k) \quad (21.14.)$$

ya'ni,  $\pi$ ,  $\varphi$ ,  $\tau$  lar keltirilgan bosim, hajm, temperaturadir.

## KRIYOGEN QURILMALAR TSIKLLARI GURUHLARI.

Kriogen qurilmalar deb, sovuk xarorat xosil kiluvchi kurilmialarga aytiladi. Ular asosan uch guruxga bulinishi mumkin:

1. Refrijeratorli tsikllar, ya'ni suyuklikni buglatib, past xarorat xosil kiladigan tsikllar. Bunga misol ilmiy tekshirish kriostatlarida past xarorat olish va saklash ( termos ) kurilmalari va xokazolar.
2. Suyuklantiruvchi tsikllar - bular suyuk xoldagi azot, kislorod, vodorod, metan, geliy va xokazolarni olish uchun ishlatiladi.
3. Gazlarni ajratish kurilmalari tsikllari. Ularda gaz aralashmalarini ajratish jaraenida ularni kuruk tuyingan xolatga keltirib va keyinchalik suyuklantirib, xamda bu olingan suyuklikni rektifikatsiyalash kuzda tutiladi. Bulish maxsulotlarini ( kislorod, azot va boshkalar ) gaz va ayrim kurilmalarda esa, suyuk xolatlarda olish mumkin. Gazlarni ajratish tsikllari sovutish usuliga karab uch asosiy xilga bulinishi mumkin:
  - a) Drossellash ta'sirini kullash tsikllari. Bunga bir pogonali drossellash tsikllari; xavoni ikki xil bosimli tsikllari, xamda shu tsikllari oralik ammiakli va freonli (metan va etan ftorxloridlarining texnikaviy nomi ; masalan: «Freon - 12» - bu  $\text{SF}_2\text{Cl}_2$  dir; uning kaynash xarorati minus  $30^\circ\text{S}$  dir) sovutgichli xillari.
  - b) Adiabat kengayishni kullaydigan va tashkariga ish beradigan tsikllar, ya'ni gazlarni detanderda kengayishi bilan ishlaydigan tsikllar.
  - v) Drossellash va gazni detandarda kengaytirish kushma tsikllari. Gazlarni o'zgarimas bosimda sovutish va suyuklantirish uchun ma'lum bir minimam ish sarflamok kerak: 1 kg suyuk xavo olish uchun 293 K va  $R = 0,1 \text{ Mpada}$  0,68 Mjga teng minimal ish sarflanadi.

## 11- Ma'ruza

### KAMYOB VA QIYIN ERIYDIGAN HAMDA TARQOQ METALLAR TEXNOLOGIYASI

#### REJA:

1. *Kamyob metallar xakida tushuncha*
2. *Kamyob metallarning sinflanishi*
3. *Kamyob metall ishlab chiqarish texnologiyasi*

***Kamyob metallar xakida tushuncha.*** XX asrning boshlariga kelib, sanoat miqyosida, kimyoviy elementlarni ishlatish katta ahamiyat kasb eta boshladi. Bunday elementlar «kamyob elementlar», keyinchalik esa «kamyob metallar» deb atala boshlandi.

D.I.Mendeleev tuzgan kimyoviy elementlarning davriy sistemasi hamma gruppasida «kamyob» gruppasi metallari joylashgan. Bu xil metallar fizik-kimyoviy xossalari bilan boshqa elementlardan katta farq qiladilar.

O'zining bir qator sanoat miqyosidagi qo'llanilish sabablariga ko'ra, kamyob metallar gruppasiga kiritilgan. Chunki kamyob metallarning ishlatilishi ularning topilishiga ham bog'liq bo'lib, ular asosan XVIII asrning oxirlari va XIX asrning boshlariga to'g'ri keladi.

Kamyob metallar Yer qobig'ida kam uchraydi va tarqoq holda bo'lishi, hamda ularni sanoat miqyosida ajratib olish jarayoni murakkabdir. SHunday qilib, kamyob metallarni asosan amalda ishlatish va ularning texnologiyasini yaratish XIX va XX asrlarga to'g'ri keladi. Buni V.I.Vernadskiy va A. E. Fersmanlar tomonidan tuzilgan jadvalda ko'rish mumkin (13.1-jadval).

«Kamyob metallar» tabiatda kam uchraydigan yoki texnikada butunlay ishlatilmagan metallardir. Hozirgi vaqtda kamyob metallar zamonaviy texnikaning acociy qicmini tashkil etadi. Ayrim sanoat ishlab chiqarish turlarini kamyob metallarciz tacavvur qilib bo'lmaydi. 13.2-jadvalda sanoat miqyocida ishlab chiqariladigan 70 xil metallning 41 xili kamyob metallar gruppacini tashkil qiladi.

«Kamyob metallar» tabiatda kam tarqalgan. Buni hozirgi vaqtda Yer qobig'ida joylashgan elementlarni miqdoriy analiz qilish orqali bilish mumkin. Ularning miqdoriy foizi amerikalik olim Klark tomonidan aniqlangan.

Akademik A. E. Fersman elementlarning o'rtacha miqdorini «KLARK» bilan aniqlashni taklif qilgan. 13.3-jadvalda elementlarning miqdoriy foizlari klarqda keltirilgan. Shunga asosan elementlar o'nliklarda berilgan bo'lib, birinchi o'nlikda elementlarni 10 dan yuqori bo'lganlari, ikkinchi o'nlikda 10 dan 1 gacha, uchinchi o'nlikda 1 dan 0,1 gacha va hokazo. Demak, bu elementlarni Yer qobig'idagi miqdori turlicha ekanligini ko'rsatadi. Eng ko'p tarqalgan 9 ta elementning miqdori 98,13% ni tashkil qilgan holda, qolgan hamma elementlarni miqdori 1,87% ni tashkil qiladi.

Jadvaldan shuni ham aniqlash mumkinki, hamma kamyob metallar Yer qobig'ida juda kam ekanligini ko'rsatadi. Kamyob metallarning ayrimlari esa Yer qobig'ida tarqoq holda joylashgani uchun, ular juda kam bo'lib, asosan boshqa metallarning minerallari bilan birga uchraydi. Masalan, galliy, qalay, mish'yak va simobga nisbatan ko'p bo'lgani bilan galliyning ayrim minerallari faqat boshqa minerallar bilan birgalikda uchraydi.

Shunday qilib, Yer qobig'ida elementlarning joylashishi kamyob metallar gruppalanishining asosiy belgilaridan biri bo'lsa, ularni ishlab chiqarish va sanoatda qo'llanilishi «kamyob metallar» ning asosiy ma'nosini tashkil qiladi.

**Kamyob metallarning sinflanishi.** Kamyob metallar fizik-kimyoviy xossalarining bir-biriga yaqinligi, ularni xomashyolardan ajratib olish, hamda ishlab chiqarish usullarining o'xshashligi va boshqa turli xususiyatlari bilan beshta gruppaga bo'linadi.

1. *Engil kamyob metallar.* Ularga litiy, rubidiy, seziy, berilliy elementlari kiradi. Yengil kamyob metallar zichliklarining kichikligi (litiy - 0,5; berilliy - 1,85; rubidiy - 1,55; seziy - 1,87) bilan hamda kimyoviy aktivligi bilan ajralib turadi. Shuning uchun ularning

13.1-jadval

Kimyoviy elementlarning ishlatilishi (faqat sof elementlarni emas, balki ularning kimyoviy birikmalarini ham ishlatish nazarda tutilgan)

Davrlar	Elementlar	Elementlarning umumiy miqdori
Avvalgi asrlarda	N, Al, <b>Fe</b> , <b>Au</b> , K, Ca, O, Si, Cu, Na, <b>Sn</b> , <b>Hg</b> , S <b>Pb</b> , <b>Ag</b> , C, Cl, Zn, <b>Sb</b>	19
XVIII asrgacha	Bulardan tashqari: As, Mg, Bi, Co, B, Ni, P	26
XVIII asrda	Bulardan tashqari: H, Pt, Ir, I	30
XIX asrda	Bulardan tashqari: Ba, Br, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">V</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">W</span> , Cd, Mn, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M</span> Os, Pd, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R</span> , Sr, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ta</span> , F, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Th</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">U</span> , Cr, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Zr</span> va lantanoidlar (15 ta elementi)	62
XX asr 1915 yil	Bulardan tashqari <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">B</span> , Ar, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ga</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Se</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Rb</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">V</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">In</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Te</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Nf</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Re</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Tl</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Cs</span>	82
1957 yilgacha	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ge</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Po</span> , <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Se</span>	85

I z o h: Osiuga chizilgan elementlar ishlatilib kelingan; kamyob metallar esa to'rtburchak ichiga joylashtirilgan.

kimyoviy birikmalari (oksidlari, xloridlari) mustahkam bo'lib, ularni metall holiga qaytarish murakkab jarayon hisoblanadi. Bu metallarni olishda ularning tuzlari suyuqlanmasi elektroliz yoki metallotermik usul bilan olinadi.

2. *Qiyin eriydigan kamyob metallar.* Ularga titan, sirkoniy, gafniy, vannadiy, niobiy, tantal, molibden, volfram va boshqa elementlar kiradi. Bu elementlar davriy sistemaning 4-, 5- va 6-gruppasida joylashgan bo‘lib, bir elementdan qo‘shni qavatdagi elementga o‘tganda, ularni ichki d-elektronlari qayta taqsimlanish xususiyatiga ega. Shuning uchun metallar atom tuzilishining bu xususiyatlari ularning fizik va kimyoviy xossalarning o‘zgarishiga olib keladi. Ular bir-biridan o‘zlarining qattiqligi (masalan, titan - 1680°C da, volfram - 3400°C da suyuqlanadi) hamda korroziyaga chidamliligi bilan farq qiladi. Kimyoviy xossalari bilan esa bu metallar o‘zlarining o‘zgaruvchan valentliklari bilan farqlanadilar. Hamma qiyin eriydigan metallar yuqori temperaturada suyuqqaanadigan va metall emaslar bilan kimyoviy barqaror birikmalar (karbidlar, nitridlar, boridlar, silisidlar) hosil qiladi. Bu moddalar katta amaliy ahamiyatga egadir. Shuning uchun qiyin suyuqdanuvchi metallar po‘lat iisshb chiqarish sanoatida po‘latni ligerlashda, karbidli qattiq qotishmalar hosil qilishda hamda elektrotexnika va vakuum elektrotexnikasida ishlatiladi.

### 13.2-jadval

Metallurgiya sanoatida ishlab chiqarilishi yo‘lga qo‘yilgan metallar  
(kamyob metallar chiziqchalar bilan ajratilgan)

Davriy sistemaning gruppalari	Elementlarning belgilanishi	Umumiy miqdori	Kamyob metallar soni
I	<u>Li</u> , Na, K, <u>Rb</u> , <u>Cs</u> , Cu, Ag, Au	8	3
II	<u>Be</u> , Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Zn, Cd, <u>Hg</u>	9	2
III	Al, <u>Se</u> , <u>Y</u> , <u>La</u> , <u>Ga</u> , <u>In</u> , <u>Tl</u>	7	6
IV	<u>Tl</u> , <u>Zr</u> , <u>Hf</u> , <u>Ge</u> , Sn, Pb	6	4
V	<u>V</u> , <u>Nb</u> , <u>Ta</u> , As, Sb, Bi	6	3
VI	Cr, <u>Mo</u> , <u>W</u> , <u>Se</u> , <u>Te</u> , <u>Po</u>	6	5
VII	Mn, <u>Re</u>	2	1
VIII	Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Rt	9	-
Lantanoidlar	58 ( <u>Ce</u> ) dan 71 ( <u>Lu</u> )	14	14
Aktinoidlar	<u>Th</u> , U, <u>Pu</u>	3	3
Jami		70	41

3. *Tarqoq kamyob metallar.* Ularga galliy, indiy talliy, germaniy, selen, tellur, reniy elementlari kiradi. Tarqoq kamyob metallar izomorf aralashma hoida turli metall minerallari tarkibida kam miqdorda uchraydi. Shuning uchun ular metallurgiya va kimyoviy korxonalarining chiqindilaridan ajratib olinadi. Masalan, galliy alyuminiy minerallarida (boksidlarda) uchraydi. Shuning uchun galliy alyuminiy korxonalarida chiqindilaridan olinadi. Indiy, talliy va germaniy rux konsentratlari va boshqa sulfidli minerallar tarkibida uchraydi, hamda ularni sulfidli xomashyolarni qayta ishlashda birga ajratib olinadi. Germaniy ko‘mirning yoqilishi natijasida hosil bo‘lgan kul tarkibida, reniy elementi esa molibdenli xomashyoni qayta ishlash orqali ajratib olinadi. Demak, tarqoq kamyob metallar uchun xomashyo bazasi turlicha bo‘lib kuydirish o‘choqlarining kullarida, rux - qo‘rg‘oshin korxonalarining keklari va kukunlarida, sulfat

kislota zavodlari qoldiqlarida, ko‘mir kullarida va boshqa turdagi chiqindilar tarkibida uchraydi.

4. *Kamyob yer metallari.* Ularga skandiy, ittriy, lantan va lantanoidlar kiradi. Lantanoidlar fizik-kimyoviy xossalarning bir-biriga yaqinligi shundan iboratki, ularning tashqi elektron qavatlarini tuzilishining bir xilligi bilan farq qiladi va bir elementdan ikkinchi elementga o‘tganda 4f-qavatdagi elektronlarning to‘yinishi bilan sodir bo‘ladi. Shuning uchun ma‘dan xomashyolarida bu elementlar birgalikda bo‘ladi. Ularni ajratib olishda avval aralash oksidlari holda, so‘ng ular bir-biridan zamonaviy usullar bilan ajratib olinadi.

5. *Radioaktiv kamyob metallar.* Ularga hamma radioaktiv elementlar: poloniy, radiy, aktiniy va aktinoidlar kiradi. Bu metallarni ishlatish sohasi va ular bilan ishlash texnologiyasi radioaktivlik xususiyatiga bog‘liq bo‘ladi. Aktinoidlarning tabiati elektronlarni bir elementdan ikkinchisiga o‘tishda 5f-qavatdagi elektronlarning o‘zaro joylashuviga bog‘liq. Radioaktiv kamyob metallar ma‘dan xomashyolarida birgalikda uchraydi va ular kamyob er metallariga ergashgan holda bo‘ladi. Tabiiy va ayrim sun‘iy radioaktiv metallar atom energiyasi ishlab chiqarish sanoatida katta ahamiyatga ega.

13.3-jadval

Yer qobog‘idagi elementlarning o‘rtacha og‘irligi

	Miqdor og‘irligi, %	Kimyoviy elementlar va ularning vbqdori, (og‘ir) %							
I	10–50	0 47,2	Si 27,6						
II	1–10	Al 8,80	Fe 5,10	Ca 3,60	Na 2,64	K 2,60	Mg 2,10		
III	1–10 <sup>-1</sup>	Ti 0,60	H (0,15)	C 0,10					
IV	10 <sup>-2</sup> –10 <sup>-3</sup>	Mn 0,09	P 0,08	S 0,05	Ba 0,05	Cl 0,045	Sr 0,04	Rb 0,031	F 0,027
		Zr 0,020	Cr 0,02	V 0,015	Cu 0,01	N 0,01			
V	10 <sup>-2</sup> –10 <sup>-3</sup>	Ni 8·10 <sup>-2</sup>	Li 6,5·10 <sup>-3</sup>	Zn 5·10 <sup>-3</sup>	Ce 4,5·10 <sup>-3</sup>	Sn 4·10 <sup>-3</sup>	Co 3·10 <sup>-3</sup>		
		Y 2,8·10 <sup>-3</sup>	Nd 2,5·10 <sup>-3</sup>	La 1,8·10 <sup>-3</sup>	Pb 1,6·10 <sup>-3</sup>	Ga 1,5·10 <sup>-3</sup>			
		Nb 1·10 <sup>-3</sup>	Gd 1·10 <sup>-3</sup>						
VI	10 <sup>-3</sup> –10 <sup>-4</sup>	Th 8·10 <sup>-3</sup>	Cs 7·10 <sup>-4</sup>	Pr 7·10 <sup>-4</sup>	Sm 7·10 <sup>-4</sup>	Ge 7·10 <sup>-4</sup>	Be 6·10 <sup>-4</sup>		
		Sc 6·10 <sup>-4</sup>	As 5·10 <sup>-4</sup>	Dy 4,5·10 <sup>-4</sup>	Er 4·10 <sup>-4</sup>	Yb 3·10 <sup>-4</sup>	U 3·10 <sup>-4</sup>		
		Tl 3·10 <sup>-4</sup>	Mo 3·10 <sup>-4</sup>	Hf 3,2·10 <sup>-4</sup>	B 3·10 <sup>-4</sup>	Br 1,6·10 <sup>-4</sup>	Ho 1,3·10 <sup>-4</sup>		
		Eu 1,2·10 <sup>-4</sup>	W 1·10 <sup>-4</sup>	Lu 1·10 <sup>-4</sup>					
VII	10 <sup>-4</sup> –10 <sup>-5</sup>	Tu	Se	Cd	Sb	I	Bi		



		$8 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$(5 \cdot 10^{-5})$	$(4 \cdot 10^{-5})$	$(3 \cdot 10^{-5})$	$(2 \cdot 10^{-5})$
		Ag ( $1 \cdot 10^{-5}$ )	In ( $1 \cdot 10^{-5}$ )				
VIII	$10^{-5} - 10^{-6}$	Hg $7 \cdot 10^{-6}$	Os $5 \cdot 10^{-6}$	Pd $1 \cdot 10^{-6}$	Te ( $1 \cdot 10^{-6}$ )		
IX	$10^{-6} - 10^{-7}$	Ru ( $5 \cdot 10^{-7}$ )	Pt $5 \cdot 10^{-7}$	Au $5 \cdot 10^{-7}$	Rh $1 \cdot 10^{-7}$	Re $1 \cdot 10^{-7}$	Ir $1 \cdot 10^{-7}$
X	$10^{-9}$ dan kam bo'lganlar	Ac ( $6 \cdot 10^{-10}$ )	Ra $1 \cdot 10^{-10}$	Pa $1 \cdot 10^{-10}$	Po ( $2 \cdot 10^{-14}$ )	Pu $1 \cdot 10^{-15}$	Rn ( $7 \cdot 10^{-16}$ )

***Kamyob metallar ishlab chiqarish texnologiyasi.*** Kamyob metallar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlatiladigan xomashyoning xususiyatiga metallarni fizik-kimyoviy xossalariga hamda ishlab chiqariladigan mahsulotlarga bo'lgan talablarga bog'liq.

Ma'lumki ma'dan tarkibida kamyob metallar miqdori juda kam bo'lgani uchun ular boyitiladi. Kamyob metallar bo'lgan ma'danlar tarkibi juda murakkab bo'lib, ular volfram-molibdenli, titan-niobiy-tantalli, uran-vanadiyli, litiy-seziyli, volfram-surmali, sirkoniy-niobiyli bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, kamyob metallar kimyoviy korxonalarining hamda rangli va qora metallurgiya zavodlarining chiqindilari tarkibida ham bo'ladi. Shuning uchun bu xomashyolarni kompleks ravishda ishlash va undan asosiy mahsulotlarni ajratib olish katta ahamiyatga ega.

Boshlang'ich mahsulot tarkibi murakkab bo'lni uchun undan toza holda mahsulot ajratib olishga bo'lgan talab yuqori bo'ladi, chunki asosiy mahsulot tarkibida boshqa moddalar miqdori yuzdan, mingdan, ayrim hollarda o'n mingdan bir foizni tashkil qilishi kerak. Ayrim metallar xossalarining yaqinligi kamyob metallarni sof holda olishda katta qiyinchiliklarni vujudga keltiradi, (masalan; gafniy va sirkoniy, niobiy va tantalni va boshqa kamyob er-metallarini ajratishda). Shuning uchun xom ashyolarni qayta ishlashda, ularni aralashmalardan tozalash va sof birikmalarini olish asosiy maqsadlardan biri hisoblanadi.

Kamyob metallarning hech birini ayrim holda xom ashyodan to'g'ridan to'g'ri eritib olib bo'lmaydi. Avvalo, ma'dan konsentratlarida ularning birikmalari hosil qilinadi va ulardan asosiy mahsulotlar ajratib olinadi. Ma'dan konsentratlarini qayta ishlash asosan uch bosqichda amalga oshiriladi; ya'ni

- a) konsentratlarni parchalash;
- b) kimyoviy toza birikmalar olish (tuzlari yoki oksidlari);
- v) toza kimyoviy birikmalardan metallar olish.

Birinchi bosqichning asosiy maqsadi - minerallarni parchalash, ularni asosiy massadan ajratib olish hamda eritma yoki cho'kmada ularning miqdorini oshirish. Bunga pirometallurgiya (kuydirish, oksidlash, suyultirish yoki quruq haydash va boshqalar) yoki gidrometallurgiya usullari (kislotalar yoki ishqorlarda eritish) orqali erishiladi.

Ikkinchi bosqich esa hosil qilingan kimyoviy byrikmalarni ajratish va tozalashdan iborat bo'lib, bunga cho'ktirish, durlash (kristallash), ekstraksiya va ion almashinish jarayonlari orqali erishiladi.

Uchinchi bosqich - sof holdagi kamyob metallarni olish bo‘lib, unda vodorod yoki uglerod ishtirokida yuqori temperaturada qaytarish jarayonlari olib boriladi. Qaytarish usuli asosan uchta gruppaga bo‘linadi (13.4-jadval).

13.4-jadval

#### Kamyob metallarni olish usullari

Qaytarish usullari	Metallar
Sementasiya yoki elektroliz qilish usuli bilan metallarni suvli eritmalardan ajratib olish	Galliy, indiy, talliy, reniy
YUqori haroratda oksid yoki tuzlarni vodorod, uglerod oksidi yoki uglerod yordamida qaytarish	Volfram, molibden, reniy, germaniy
Oksid yoki tuzlarni metallar bilan qaytarish yoki suyultirilgan muhitda elektroliz qilish	Tantal, niobiy, vanadiy, titan, sirkoniy, litiy, berilliy, kamyob er-metallari, toriy, uran

Jadvalga ko‘ra galliy, indiy, talliy va reniy metallarini ularning suvli eritmalaridan olish mumkin ekan, qolgan metallar pirometallurgiya usulida olinadi.

Ko‘pgina qiyin eriydigan kamyob metallar avval, kukunsimon holatga keltiriladi, so‘ngra yuqori temperaturada suyultirib metallar quymasi hosil qilinadi.

### TAYANCH SO‘Z VA IBORALAR

1. Kamyob metallar
2. Kamyob metallarning sinflanishi
3. Yengil kamyob metallar
4. Qiyin eriydigan kamyob metallar
5. Tarqoq kamyob metallar
6. Kamyob yer metallari
7. Kamyob metall ishlab chiqarish
8. Ma‘dan konsentratlarini qayta ishlash bosqichlari
9. Kamyob metallarni olish usullari

## 12 – MA‘RUZA

### VODOROD VA UNI OLIISH USULLARI

#### *Reja*

1. Metan konversiyasi
2. Tabiiy va konvertor gazlarini tozalash
3. Quruq tozalash usuli

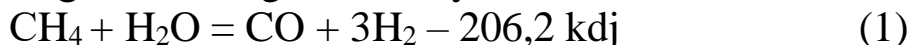
Metan konversiyasi. Ammiak – nitrat kislota, ammiakli selitra, mochevina, ammoniy sulfat, suyuq o‘g‘itlar olishda, sovutish texnikasida, meditsina va xalq xo‘jaligining boshqa sohalarida ishlatiladi. Sintetik

ammiak olishda xomashyo sifatida qattiq yoqilg'idan, tabiiy gaz va boshqalardan foydalaniladi.

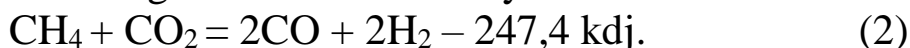
Samarador usullardan biri azot va vodorod (sintez gaz) aralashmasini tabiiy gaz va neft sanoatidagi gazlardan olishdir.

Tabiiy gaz turli konlardan olinishiga qarab tarkibida 75-90% metan bo'ladi. Bunda turli xil usullarda vodorod olinadi. Bu usullar quyidagilardan iborat:

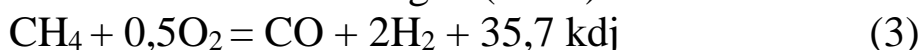
a) suv bug'i taʼsiridagi konversiya usuli:



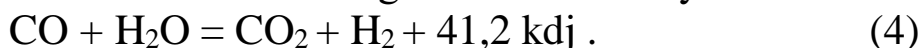
b) karbonat angidrid bilan konversiya usulda:



v) kislorod bilan to'la bo'lmagan (chala) oksidlash usulida:



Qaysi yo'l bilan vodorod olinishidan qat'iy nazar hosil bo'lgan uglerod monooksid CO ni suv bug'i bilan konversiyalanadi:



Metan konversiyasi (a) va (b) usulda olib borilsa, reaksiyaga sarf bo'lgan issiqlik kompensatsiyalanadi va ammiak sinez uchun azot tashqaridan qo'shiladi. Metanning chala oksidlanishida (v) esa issiqlik ajralib chiqadi, azot esa havo tarkibidan beriladi. Sistema sovutib turiladi.

Agar (a) reaksiyadagi issiqlik sarfini bir qismi metanni (a) reaksiya bilan qolganini (v) reaksiya bilan o'tkazish yo'li bilan kompensatsiyalash mumkin edi, ammo bunda kislorod (1) v (4) reaksiya natijasida hosil bo'lgan vodorod bilan birikib suv bug'ini hosil qilib qo'yadi. Bu reaksiya issiqligi jarayon issiqlik rejimini tutib turish uchun ishlatiladi.

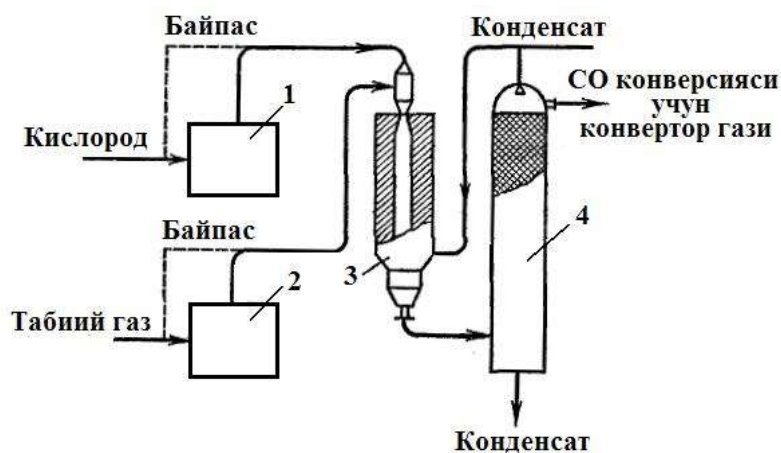
Vodorod va uglerod oksidi umumiy hajmi havo tarkibida kirayotgan azot hajmidan 3,2-3,3 barobar ko'proq bo'lishi kerak. Bunda (4) reaksiya buyicha uglerod oksidi konversiyasidan so'ng aralashmada 3 hajm vodorod, 1 hajmi azot va biroz konversiyalanmagan uglerod oksidi bo'ladi.

Metan konversiyasi jarayoni umumiy holatda issiqlik yutilishi va hajm ortishi bilan sodir bo'ladi, shuning uchun Le-SHatelʼe printsipligiga muvofiq, haroratning ortishi va bosimning kamaytirilishi is gazi va vodorodning muvozanatdagi konsentratsiyasini oshishiga, metan miqdorining esa kamayishiga olib keladi. SHuningdek, gazlar aralashmasida suv bug'i miqdorining ortishi ham metanning to'la konversiyalanishiga olib keladi. Metan konversiyasi atmosfera bosimiga yaqin (1,7-1,9 atm) bosimda yoki yuqori (17-30 atm) bosimda amalga oshiriladi. Bosimning ortishi bilan gazlar aralashmasidagi metanning muvozanatdagi miqdori ortadi va shuning uchun ma'lum miqdorda qoldiq metan qolguncha jarayonni o'tkazish uchun nisbatan yuqori harorat talab etiladi. Metanning konversiya jarayonini

yuqori bosimda o'tkazish qulaydir, chunki yuqori bosimli sharoitda jihozlar va o'tkazgich quvurlar hajmi kamayadi.

Metanning konversiyasi katalizator ishtirokida 800-1100<sup>o</sup>S haroratda (CH<sub>4</sub> ning katalitik konversiyasi) va katalizatorsiz 1350-1400<sup>o</sup>S haroratda (yuqori haroratli konversiya) o'tkaziladi. Bu jarayon uchun katalizator sifatida nikelning alyuminiy oksid yoki magniy oksid bilan aralashmasi (past bosim uchun GIAP-3, yuqori bosim uchun esa GIAP-5 katalizatori) qo'llaniladi. Metanning suv bug'i bilan konversiya reaksiyasi issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladi, jarayon haroratini ushlab turish uchun esa tashqaridan katta miqdorda issiqlik kiritilishi kerak. Yo'qotilgan issiqlik metanning kislorod bilan ekzotermik reaksiyasi hisobiga to'ldirilishi mumkin. Lekin N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub> = 1:3 nisbatdagi azot-vodorod aralashmasi olishda yuqori haroratni ushlab turish uchun havodagi kislorod miqdori yetarli bo'lmaydi. SHuning uchun metan konversiyasi jarayonini o'tkazishda tabiiy gaz, bug' va havoni fraktsiyali ajratish tsexlaridan olingan havo (40-50% O<sub>2</sub>) kislorodi aralashmasi ishlatiladi.

Metanning yuqori haroratli konversiyasida (2.2-rasm) tabiiy gaz va kislorod bilan boyitilgan havo oldindan qizdiriladi va so'ngra metanning kislorod bilan konversiya jarayoni amalga oshiriladi. Reaksiya doirasida harorat 1350-1400<sup>o</sup>Sda ushlab turiladi. Metanning yuqori haroratli konversiyasini o'tkazishda (ayniqsa boshlanishida va to'xtatilishida) metanning termik parchalanishidan (CH<sub>4</sub> → C + 2H<sub>2</sub>) qurum hosil bo'lishi mumkin. Konversiyalangan gaz qurumdan saturator qurilmalarida suv bilan tozalanadi.



2.2-rasm. Metanni yuqori haroratli konversiyasi uchun qurilma sxemasi:  
1 – kislorod qizdirgich; 2 tabiiy gaz qizdirgich; 3 – metan konvertori; 4 – skrubber.

Azot sanoatida oksidlovchi agent sifatida suv bug'i va havo ishlatiladigan metanni ikki bosqichli katalitik konversiyalash ko'p

qo'llanilmoqda. Konversiyaning birinchi bosqichida quvurli reaktorda (quvurli pechъ) suv bug'i bilan jarayon o'tkaziladi. Ikkinchi bosqichda esa shaxtali konvertorda qoldiq metanni kislorod bilan konversiyasi amalga oshiriladi. Quvurli pechъ nikelъ katalizatori joylangan bir necha parallel quvurlar bo'lib, u orqali metanning suv bug'i bilan aralashmasi o'tkaziladi. Kataliz doirasida yuvori haroratni ushlab turish va yo'qotilgan issiqlikni to'ldirish uchun pechning quvurlararo bo'shlig'ida tabiiy gaz yoqiladi. Quvurli pechъ qo'llash orqali metan konversiya jarayonini ikki bosqichli amalga oshirilganda oksidlovchi sifatida boyitilgan kislorod emas, balki havo ishlatiladi, bu esa havoni ajratishning qimmatli va energetik hajmdor qurilmalarini qurish zaruratini yo'qotadi. SHuning uchun metanni ikki bosqichli katalitik oksidlashning iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqori haroratli konversiyasiga nisbatan yaxshi ekanligini ko'rsatadi.

Tabiiy va konvertor gazlarini tozalash. Uglevodorodli gazlar (tabiiy, neft gazlari) hamda sanoat gazlari (neftni qayta ishlash, qattiq va suyuq yoqilg'ini gazlashtirish, koks va konversiyalangan gazlar) katalizatorni zaharlovchi, jihozlarni korroziyalovchi va bug'lovchi zararli qo'shimchalarga ega bo'ladi.

Konvertor gazidagi asosiy qo'shimchalar oltingugurt birikmalari ( $H_2S$ , merkaptanlar, uglerod oltingugurt oksid) hamda uglerod oksidlari ( $SO_2$  va  $SO$ ) dir.

Ammiak ishlab chiqarishda muhim jarayonlardan biri birinchi bosqichda gazlarni tozalashdir. Sanoat miqyosida tozalash suyuqlik (nam) va quruq usullardan iborat. Suyuqlik usuli suyuq yutuvchilar – absorbentlar yordamida bajariladi. Bu usullar fizik absorbtsiya va kimyoviy reaksiyalar orqali amalga oshiriladi.

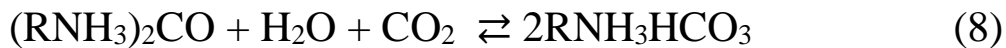
Quruq tozalash usuli quruq yutuvchilar yordamida moddalarni yutdirishga aslangan. Bunga fizik adsorbtsiya va xemosorbtsiyaga aslangan, qo'shimchalarni katalitik o'zgarishiga aslangan usullar kiradi. Adsorbent sifatida faollangan ko'mir, faollangan temir oksidi va soda aralashmasi (temir-soda massasi) va boshqalar ishlatiladi.

Talab qilinadigan tozalash darajasi bo'yicha nisbiy qo'pol, o'rtacha va nozik tozalash usullariga bo'linadi.

Gazlarni  $H_2S$  va  $CO_2$  dan tozalash uchun etanolamin eritmasi (aminospirtlar) ishlatiladi. Ular ishqoriy xossaga ega bo'lib, kislotalar bilan taʼsirlashganda tuzlar hosil qiladi.

Etanolaminlar ichida monoetanolamin (MEA) kuchli asos xossasiga egadir. Monoetanolamin  $[(OHCH_2CH_2)NH_2]$  ning  $H_2S$  va  $CO_2$  bilan o'zaro ta'siri quyidagicha:





Bunda  $\text{R} = \text{CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$ .

Bu absorbentning yutish qobiliyati harorat pasayishi va bosim ko'tarilishi bilan kuchayadi. Harorat ko'tarilishi va bosim pasayishi bilan muvozanat chapga siljiydi. MEA ni regeneratsiyalash shunga asoslangan.

Odatda gazlarni tozalashda MEA ning 15-20% li suvli eritmasi ishlatiladi.

Konvertor gazlarini  $\text{CO}_2$  dan tozalash odatda suyuq ishqoriy sorbentlar (natriy va kaliy karbonatlari hamda ishqorlarning suvli eritmaları) yordamida olib boriladi. Odatda gazlar absorbttsiyalash past haroratlarda olib boriladi, chunki yuqori haroratli gazlarning suyuqliklarda erishi kamayadi. SHuning uchun avval gaz 1,5-2,5 MPa bosimda suyuq suvda yuviladi. (to'ldirgichli minoralarda). Bunda  $\text{CO}_2$  ning ko'p qismi yutiladi. Bosim pasaytirilgach (atmosfera bosimgacha) gazlar eruvchanligi kamayadi va suvdan tarkibida 80%  $\text{CO}_2$ , 10%  $\text{H}_2$  hamda  $\text{N}_2$  bo'lgan gaz desorbtsiyalanadi. Gradirnyalarda sovutilgan suv yana minoraga yuboriladi. Qolgan  $\text{CO}_2$  esa yuqori absorbttsiya qobiliyatiga ega bo'lgan eritmalariga (natriy ishqori va boshqalar) yutdiriladi.

Ishlab chiqarish va  $\text{CO}_2$  dan tozalash usullariga bog'liq holda konvertor gazida 0,3-0,4% (hajm) CO hamda  $\text{CO}_2$  metan, argon va kislorod qoldiqlari bo'ladi.

Ammiak sintezi jarayonida kislorodli qo'shimchalar katalizatorlarni zaharlaydi. SHuning uchun gazni to'la tozalash zarur bo'ladi.

Gazni CO dan tozalash uchun katalitik gidridlash (metanlash) gazlarni suyuq azotda yuvish va bosim ostida mis ammiakli tozalash usullari qo'llanadi.

Katalitik usul ozroq miqdordagi CO,  $\text{CO}_2$  va  $\text{O}_2$  dan tozalashda qo'llanadi. Katalitik gidridlashda katalizator asosini nikel, temir, platina guruhi metallari tashkil etadi. Ular ishtirokida qo'yidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Katalitik gidridlash usulining afzalligi gazlarni nozik tozalashga erishiladi.

Konvertor gazlarini CO dan tozalashda qulay usul mis ammiakli usul bo'lib, bunda  $\text{Cu}_2\text{O}$  va ammiakning kompleks tuzlari (unda ko'mir, chumoli yoki sirka kislotalari anionlari bog'langan) suvli eirtmalari ishlatiladi. Bu eritmalarining yutish qobiliyati oddiy sharoitda past bo'lib, bosimning ortishi

va haroratning pasayishi bilan kuchayadi hamda bu jarayon uchun optimal sharoit 10-32 MPa bosim va 0-10<sup>0</sup>S haroratdir.

Gazlar yutgan eritmani regeneratsiyalash 75-80<sup>0</sup>S da olib boriladi. Regeneratsiyalangan eritma sovutilib absorberga, gazlar esa regeneratsiyada ajralgan ammiakdan tozalanib, uglerod oksidi konversiyasiga yuborilishi mumkin.

#### Nazorat uchun savollar

1. Metan konversiyasi qanday amalga oshiriladi?
2. Vodorod olish usullarin ko'rsating
3. Tabiiy va konvertor gazlarini tozalash qanday
4. Quruq tozalash usullari qanday bo'ladi?

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

1. Konversiya
2. Vodorod olish
3. Gazlarni tozalash
4. Tabiiy gazlarni tozalash  
Konvertor gazlarini tozalash
5. Quruq tozalash
- 6.

### 14-MA'RUZA

#### 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 NH<sub>3</sub> 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  $-33,4^{\circ}\text{S}$  da suyuq holga o'tadi,  $-77,4^{\circ}\text{S}$  da qotadi. Ammiak suvda yaxshi eriydi,  $20^{\circ}\text{S}$  haroratda bir hajm suvda 762 hajm,  $0^{\circ}\text{S}$  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.

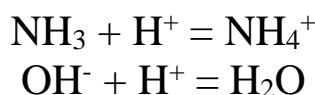
*Ammiakning kimyoviy xossalari.* Ammiak birikish, o'rin olish, oksidlanish reaksiyasiga kirishadi. Suvda erigan  $\text{NH}_3$  ning ko'p qismi  $\text{NH}_3$  holida bo'ladi, shuning uchun uning ertmasidan ammiak hidi kelib turadi. Erigan ammiakning oz qismi suvning vodorod ionlari bilan birikib,  $\text{NH}_4^+$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



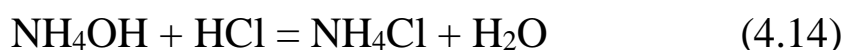
Suv nihoyatda oz dissotsilangani uchun reaksiya chap tomonga kuchli siljigan bo'ladi. SHu sababli eritmada  $\text{OH}^-$  ionlari oz va eritmada kuchsiz asos xossasi bo'ladi.

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.



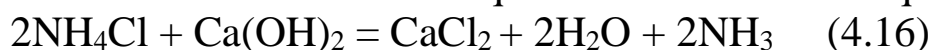
Ammoniy gidroksidning kislotalar bilan neytrallanishi qo'yidagicha yoziladi:



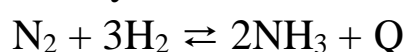
Hosil bo'lgan tuzlar ammoniy tuzlari deyiladi. Ammoniy tuzlarini ammiak gaziga to'g'ridan-to'g'ri kislotalar ta'sir ettirish yuli bilan ham olish mumkin, masalan:



*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<sup>o</sup>S harorat va 10 atm bosimda azot va vodorod stexiometrik nisbatidagi aralashmasida NH<sub>3</sub> ning muvozanat konsentratsiyasi 50,7% ni tashkil etadi. Xuddi shu bosimda haroratni 300<sup>o</sup>S gacha oshirilishi ammiak konsentratsiyasining 14,7% gacha pasayishiga olib keladi. 300<sup>o</sup>S haroratda, ammo bosim 10 atm emas, balki 300 atm bo'lganda NH<sub>3</sub> konsentratsiyasi 71,0% ni tashkil etadi.

Azot molekulasida bog'ning xattoki yuqori haroratda (800<sup>o</sup>S) ham yuqori mustahkamlikka ega bo'lganligi sababli ammiak sintezi juda ham sekin sodir bo'ladi. Sintez jarayonini tezlashtirish uchun 400-550<sup>o</sup>S 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<sup>o</sup>S) 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 qaytmas (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 konsentratsiyasiga, 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>.

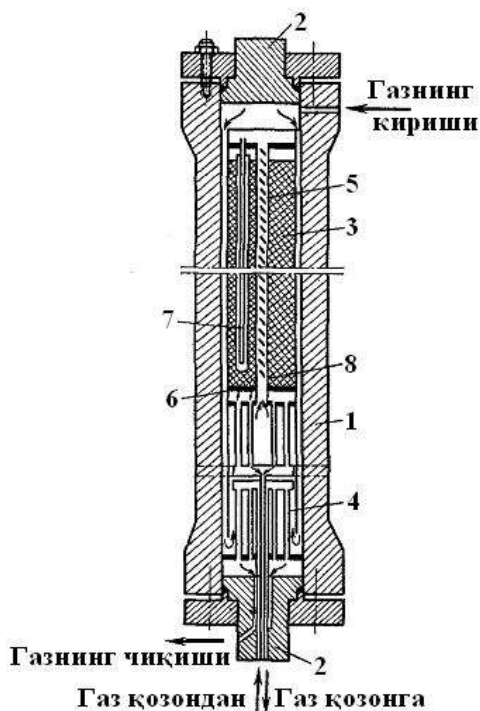
s<sub>1</sub> kattalik ammiak kondensatsiyasi harorati bilan aniqlanadi (2.6-rasm). s<sub>2</sub> kattalik harorat, bosim, hajmiy tezlik va azot-vodorod aralashmasi

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.

2.9-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.



2.9-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<sup>o</sup>S haroratgacha qizdirilgan azot-vodorod aralashmasi katalizator qatlamiga kiradi. Katalizator doirasidagi harorat 450-520<sup>o</sup>S da ushlab tkriladi. 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<sup>o</sup>S haroratda qozon yuttirgichga beriladi, u yerda 200<sup>o</sup>S haroratgacha soviydi va yana sintez minorasiga yuboriladi, issiqlik almashtirgichning quyi qismidan o'tadi va minoradan 90-100<sup>o</sup>S haroratda chiqadi.

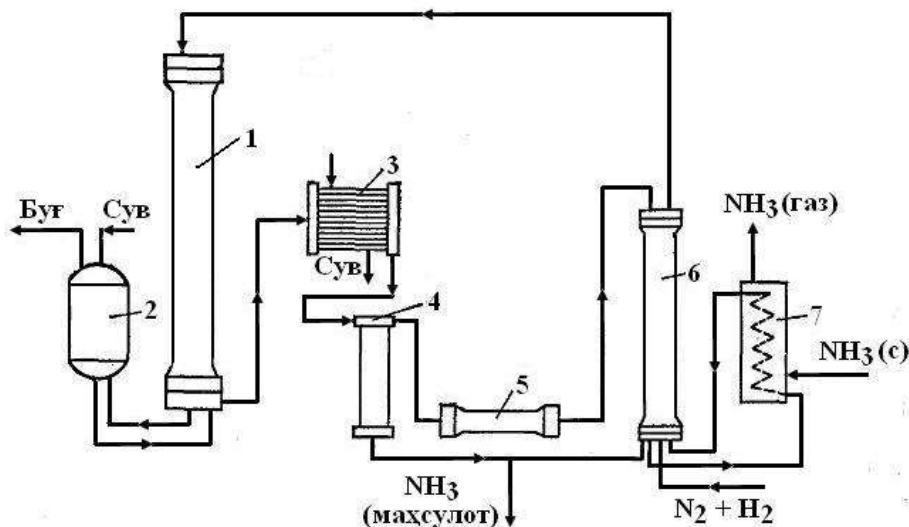
Hozirgi paytda sutkasiga 150 dan 1500 t gacha unumdorlikka ega bo'lgan ammiak sinezi minoralari ishlatilmoqda. Gazlarning tozalik darajasiga muvofiq holda katalizatorning xizmat qilish muddati ikki yilgacha bo'lishi mumkin.

*Ishlab chiqarish agregatlarining sxemasi.* Qo'llaniladigan bosimga muvofiq holda ammiak sintezi ishlab chiqarish qurilmalari quyi bosimli (100-200 atm), o'rtacha bosimli (200-600 atm) va yuqori bosimli (600-1000 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 (2.5-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 sintezi qurilmasi 2.10-rasmda tasvirlangan.



2.10-rasm. O'rtacha bosimda ammiak sintezi 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  $400^{\circ}\text{S}$  haroratda chiqadi va yutirgich qozon 2 ga beriladi, so'ngra minoraga qaytariladi, issiqlik almashtirgichdan o'tadi va  $90-100^{\circ}\text{S}$  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 ( $-33,4^{\circ}\text{S}$ ) 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'eriya kontsentratsiyasi  $20 \text{ mg/m}^3$  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»

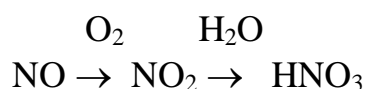
- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1 Ammiakning xossalari                       | 4. O'rtacha bosimda ammiak sintezi   |
| 2 Ammiak sintezining fizik-kimyoviy asoslari | 5. Suyuq ammiakni saqlash va tashish |
| 3 Reaktor – sintez minorasi     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

## 15-MA'RUZA

### MAVZU: NITRAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH

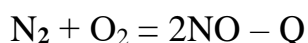
1. Nitrat kislota ishlab chiqarish tarixi
2. Nitrat kislota ishlab chiqarish usullari
3. Ammiakni oksidlash
4. Nitrat kislota sintezi avtoklavi
5. Nitrat kislotani saqlash va tashish

**Nitrat kislota ishlab chiqarish tarixi.** Nitrat kislota XX asrning 20- yillarigacha, asosan, tabiiy selitradan olinardi. 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 azotva 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.

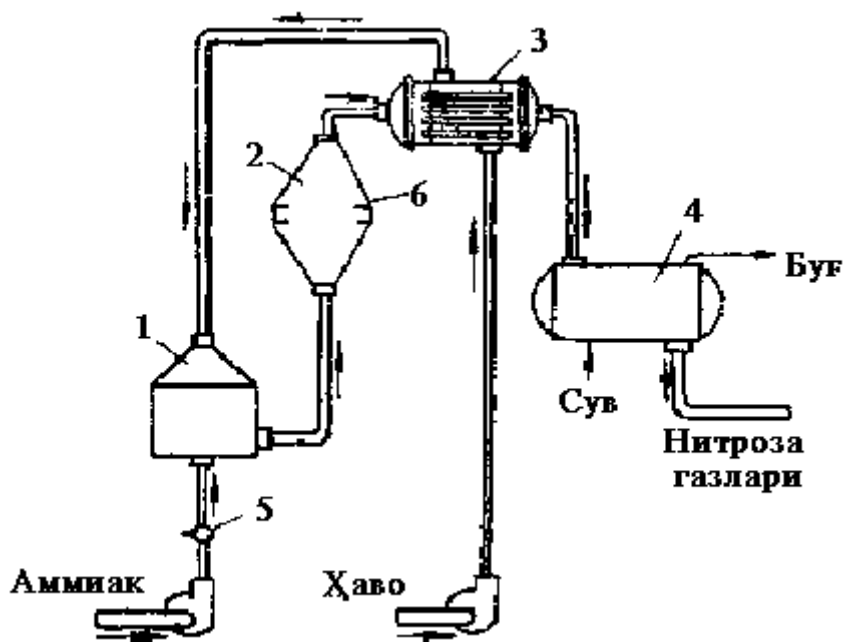
Platina birmuncha qimmat bo'lgani uchun hozirgivaqtda bunday katalizatorlar turli aktivlovchi qo'shimchalar qo'shilgan kobalt yoki temir oksidlaridan tayyorlanadi.

Bu prosesda ishlatiladigan hamma katalizatorlar ham oz miqdordagivodorod sulfid hamda boshqa kislotalar gazlariva chang ta'sirida tezda zaharlanib qoladi.

SHuning uchun ham bu prosesga 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. Ammiakva 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.



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 pastkiva yuqorigi qismlari xrom-nikelli po'latdan ishlangan. Bu apparatda katalizator to'qima 2—4 qavat qilib qo'yilgan.

Kobaltva 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 NNO<sub>3</sub> ga aylantiriladi, lekin ikkala bosqich ham bitta apparatda olib boriladi.

1-bosqich. NO ning NO<sub>2</sub> gacha oksidlanishi;

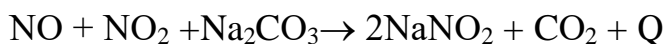
2-bosqich. NO<sub>2</sub> ga suv ta'sir ettirilib, nitrat kislota hosil qilish:



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

Hosil bo'lgan NO yana birinchi bosqich orqali NO<sub>2</sub> ga o'tkazilib, hosil bo'lgan NO<sub>2</sub> yana suv bilan yuttiriladi.

SHunday qilib, bu proses 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 NO<sub>2</sub> lar tuzga aylanadi:



NaNO<sub>2</sub> tuzi ham natriyli selitra (NaNO<sub>3</sub>) ga o'tkaziladi. Sanoatda ko'pincha soda o'rniga undan ancha arzon ohak suti Ca(OH)<sub>2</sub> va uning suvdagi eritmasining aralashmasi ishlatiladi. Bunda Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> — kalsiyli selitra hosil bo'ladi.

hosil bo'lgan selitralar azotli o'g'it sifatida ishlatiladi. NO ni HNO<sub>3</sub> ga aylantirishdagi ikkala bosqichning tezligi bosim ortishiva temperatura pasayishi bilan ortadi.

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

SHu minoralarda NO NO<sub>2</sub> 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'yiladiva ularda NO<sub>2</sub> nitrat kislotaga aylanadi. Bu minoralardan har birining balandligi 20 m, diametri 5—6 m bo'lib, ular xrom-nikelli po'latdan ishlanadiva 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. Buvaqtda 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 beriladiva hokazo. SHunday qilib, birinchi minoradan tayyor mahsulot sifatida 49—50% li HNO<sub>3</sub> 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 prorenti yutiladi.



Oz miqdorda qolgan azot oksidlari azotva 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.

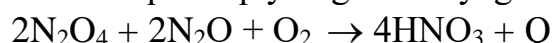
YUqorida ko‘rib chiqilgan usullarda faqatgina suyultirilgan nitrat kislota olinadi.

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 sovitilganda 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 °Sva 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°S gacha qizdirib, undan konsentrlangan azot (IV)-oksid gaz holda olinadiva sovitib suyuqlantiriladi. SHundan keyin suyuq NO<sub>2</sub> suvva 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.

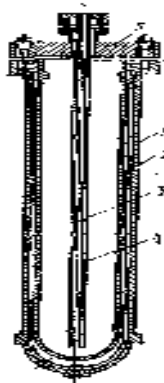
Sanoatda 3000 atmosfera bosimda ishlaydigan avtoklavlar ham bor.

Konsentrlangan nitrat kislota sintezi uchun qo‘llaniladigan, davriy ravishda ishlaydigan avtoklav 2- 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  $\text{NNO}_3$  dagi eritmasiva kislorod berish uchun truba (5) dan iborat.

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



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 kislotaning olinish usuli, kislotaning konsentrasiyasi hamda xarajat koeffisientlari 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 ustanovkalarni qurishga kam mablag‘ sarflanadi;

4) ustanovkada ishlashva undagi prosesslarni boshqarish oson. Lekin yuqori bosim ostida ishlaydigan ustanovkalarda 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. Cunki suyuq nitrat kislotani konsentrlash orqali konsentrlangan nitrat kislota olishda ko‘p yoqilg‘i sarf bo‘ladi (ayniqsa,  $\text{N}_2\text{SO}_4$  ni yana qaytadan konsentrlashvaqtida), hajm jihatdan juda katta bo‘lgan ustanovkalar kerakva shu bilan birga bu ustanovkalar kislotalar ta’siri ostida juda tez ishdan chiqadi.

Quyida suyultirilgan nitrat kislotadan 1 tonna konsentrlangan (100% liga hisoblanganda) nitrat kislota olish uchun sarf bo‘lgan xarajatlar 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 kvt. soat
O‘ta to‘yingan bug‘ (bosimi 6 atm) ..	0,5 — 0,6 g

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

12.1-jadval

1 t nitrat kislota uchun sarflangan taxminiy xarajat koeffisientlari  
(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, kvtsaat . . . . .	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.

Tayanch so'zva iboralar:

- 1 Nitrat kislota olinish usullari
- 2 Azotni oksidlash
- 3 Ammiakni oksidlash
- 4 Ammiakni oksidlash sxemasi
- 5 Nitrat kislota sintezi
- 6 Konsentrlangan nitrat kislota olish usullari
- 7 Nitrat kislota sintezi avtoklavi

## 16-MARUZA

### KARBAMID ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

Reja:

1. Karbamidning xossalari
2. Ammiak va karbonat anhidriddan 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 anhidrid bilan uzaro ta'sirida sodir bo'ladigan qaytar jarayon kashf etilgan:



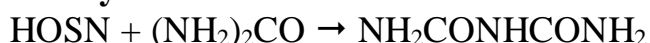
Natijada ammoniy karbamid va uning parchalanishi natijasida karbamid, xalq tili bilan aytilganda mochevina deb ataladigan modda hosil bo'ladi. Xozirgi paytda bu jarayondan butun dunyo amaliyotida foydalaniladi.

#### **Karbamidning xossalari**

Karbamid — karbonat kislotaning diamid tuzi bo'lib, mochevina deb ham ataladi. U rangsiz, xidsiz kristall modda bo'lib, 25°S dagi zichligi 1330 kg/m<sup>3</sup> ga teng, 132,7°S da suyuqlanadi. Texnik mahsulot esa oq yoki sarg'ish rangli ignasimon rombik prizmatik shakldagi kristallardan iboratdir. Suyuqlanish xaroratigacha 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:**

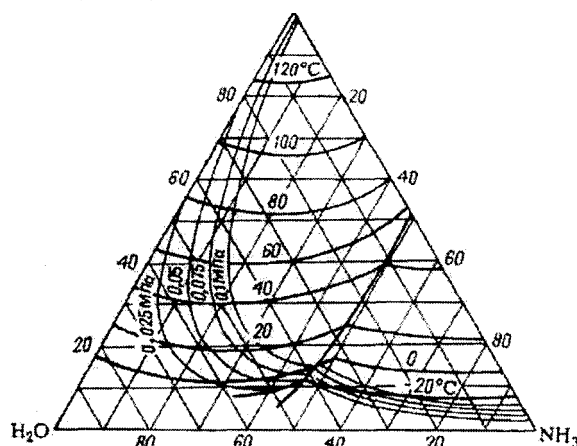
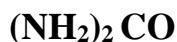


Ammiak ishtirokida biuret hosil bo'lishi sekinlashadi, lekin karbamidning o'zaro ta'siridan ham biuretlanish reaksiyasi sodir bo'lishi davom etaveradi:



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

1-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°S xaroratda 51,8%, 60°S; da 71,9% va 120°S da 95,0% ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>SO bo'ladi.



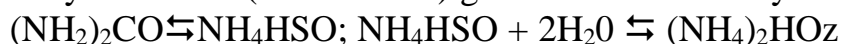
7.1-rasm.  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{O}$  sistemasining holat diagrammasi.

Karbamid kuchsiz asos xossasiga ega bo'lganligi uchun ( $25^\circ\text{S}$  xaroratdagi 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.

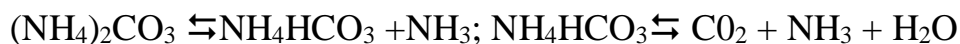
Karbamid ammiak bilan ta'sirlashib ammiakat  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{NH}_3$  hosil qiladi. Uning tarkibida 77,9% gacha karbamid bo'ladi va  $46^\circ\text{S}$  da inkongurent suyuqlanadi. Xaroratning ko'tarilishi bilan suyuq, ammiakda karbamidning eruvchanligi ortib boradi. Xarorat  $30^\circ\text{S}$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

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

Karbamid suvli eritmalarda  $80^\circ\text{S}$  xaroratgacha turg'un, xarorat 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 selitruga nisbatan bir necha afzallik tomonlari: azot miqdorining ko'pligida, kam gigroskopikligida (gigroskopiklik nuqtasi  $20^\circ\text{S}$  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 xisoblanadi. 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. Mahsulot 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.

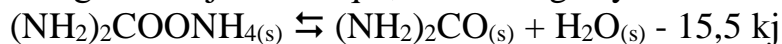
O'g'it sifatida ishlatiladigan karbamid esa B markada ishlab chiqariladi. Uning tarkibida 46,0% N 0,9% atrofida biuret va 0,25% gacha namlik bo'ladi. O'g'itning donadorligi esa: 1-4 mm li donachalar 94% dan kam emas, 1 mm li donachalar 5% dan ortiq emas. Uni 6 oygacha qopsiz saqlanganda ham yopishib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

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

Karbamid 150-220°S 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 xolatidagi (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 karbamatdan hosil bo'ladi. CHunki qattiq ammoniy karbamat qizdirilganda parchalanishi kiyindir. Ammoniy karbamatni hosil bo'lishi esa bosim oshishiga bog'liq, bo'ladi. Atmosfera bosimida va yuqori bo'lmagan xaroratda ammoniy karbamat hosil bo'lishi juda sekin kechadi. Bosim 10 MPa va xarorat 150°S da esa juda tez sodir bo'ladi. Bunda ammoniy karbamatning karbamidga sintezi ham tezlashadi.

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

Karbamid sintezi natijasida suv, karbamid, ammoniy karbamat va ammoniy karbonatlari suyuqlanmasi va ortikcha ammiak hosil bo'ladi. Ammoniy karbamati 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 (xarorat, bosim, NH<sub>3</sub>:CO<sub>2</sub> nisbati) bilangina farqanmay, 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 xolda ochiq sxemada ishlaydi. Bunday xolda distillyatsiya jarayoni bir bosqichda o'tkaziladi va gazlar aralashmasidagi ammiakning barcha qismi nitrat kislotasi bilan absorbtisyalanadi.

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

mahsulotlari karbamid sinteziga qaytariladi. Bunday sxemalarning takomillash agregatlar quvvatini oshirish va jarayon energiyasi zaxirasidan 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 xoldagi 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 xolatdagi ammoniy karbamat hosil bo'lishini oldini olish maqsadida aralashma yuqori xaroratda (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 kontsentrlangan eritmasi karbamid sinteziga qaytariladi.

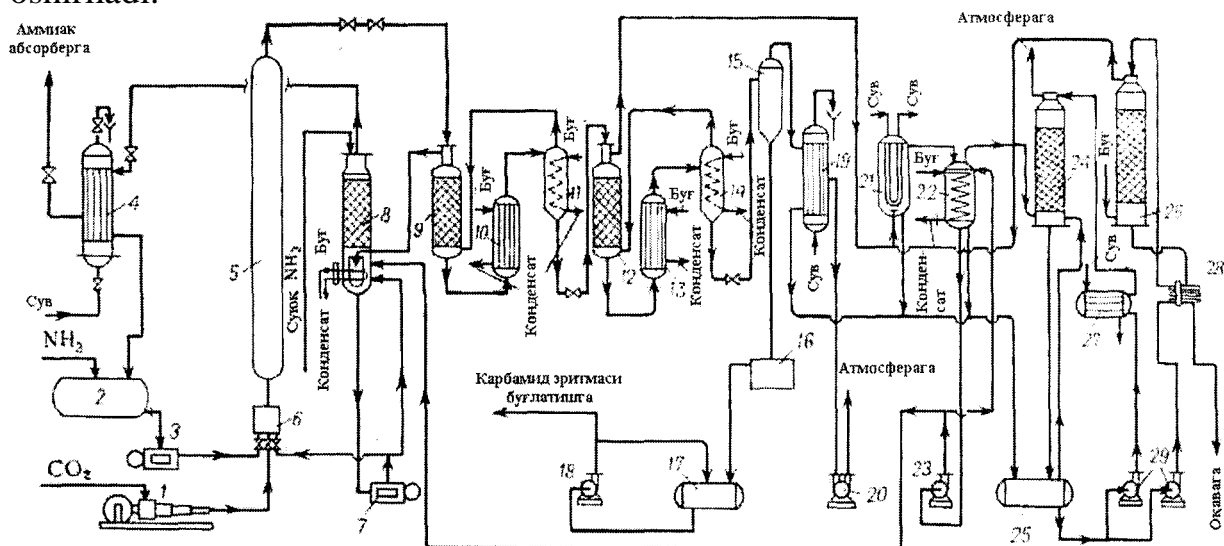
Eng takomillashgan usulda suyuqlanma distillyatsiyasi, ya'ni ammoniy karbamatning parchalanishi va ammiakni xaydash sintez bosimi NH<sub>3</sub> yoki CO<sub>2</sub> oqimi bosim ostida amalga oshiriladi.

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

Suyuqlanmani ikki bosqichli distillyatsiyasi va suyuqlik retsiklli karbamid sintezi texnologik sxemasining variantlaridan birini qo'rib chiqamiz (5 — rasm).

Mexanik qo'shimchalar, vodorod sulfid, oltingugurtli organik birikmalardan tozalangan va quritilgan gaz xolatidagi karbonat angidrid SO<sub>2</sub> turt bosqichli kompressor (1) yordamida ~20 MPa bosimda va 95-100°S 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°S), plunjerli nasos 7 yordamida ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi (95°S) yuboriladi. Bu komponentlarni aralashtirish natijasida 175°S xaroratda 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 qolonnasida 185°S xarorat va 20 MPa bosimda ammoniy karbamat hosil bo'lishi va karbamidgacha parchalanishi amalga

oshiriladi.



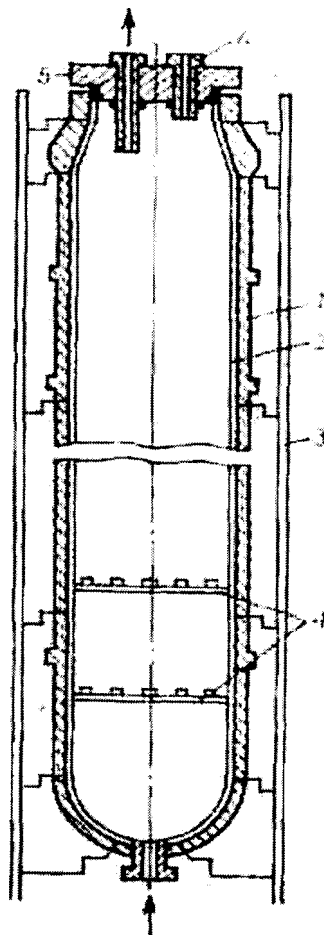
7.5- rasm. Suyuqlik retsiklika karbamid ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

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°S 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 (maksuldorligi) 1250 t/sutka (450 .ming t/yil) bo'lgan agregatning o'lchamlari: diametri 2-2,5 m, balandligi 30-35 m (xajmi 160 m<sup>3</sup> gacha) bo'ladi.





Reagentlar

7.6 — 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. Xar bir distillyatsiya agregatining bosqichi uchta jixozdan iborat: rektifikatsiya kolonnalari, isitgichlar va separatorlar (5 — 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° S xaroratda undan ammiak gaz fazaga o'tadi. So'ngra issiqlik almashtirgich 10 da ammoniy karbamat suyuqlanmasi parchalanishi uchun 158-162°S 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% NH<sub>3</sub>, 21-22% CO<sub>2</sub> va 3% atrofida H<sub>2</sub>O) yuvuvchi qolonna 8 ostiga yuboriladi. Bu yerda bug' yordamida isitiluvchi isitgich yordamida 92-96°S xarorat ushlab turiladi. Bu yerga distillyatsiyaning 2-bosqichidan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi yuboriladi. Yuvuvchi qolonnada CO<sub>2</sub> ning asosiy miqdori yuviladi va 38-45% . NH<sub>3</sub>, 30-37% CO<sub>2</sub>, 22-27% H<sub>2</sub>O tarkibli kondensat hosil bo'ladi. Bu eritma nasos 7 yordamida siqiladi va 20 MPa bosimda aralashirgich 6 ga yuboriladi.

Gaz xolatidagi ammiak 45-50°S 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>) absorbtsiya 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° S ga qadar soviydi. So'ngra u isitgich 13 da 140-142°S gacha isiydi va separator 14 ga tushadi. Separatorida gaz va suyuq fazalar ajratiladi.

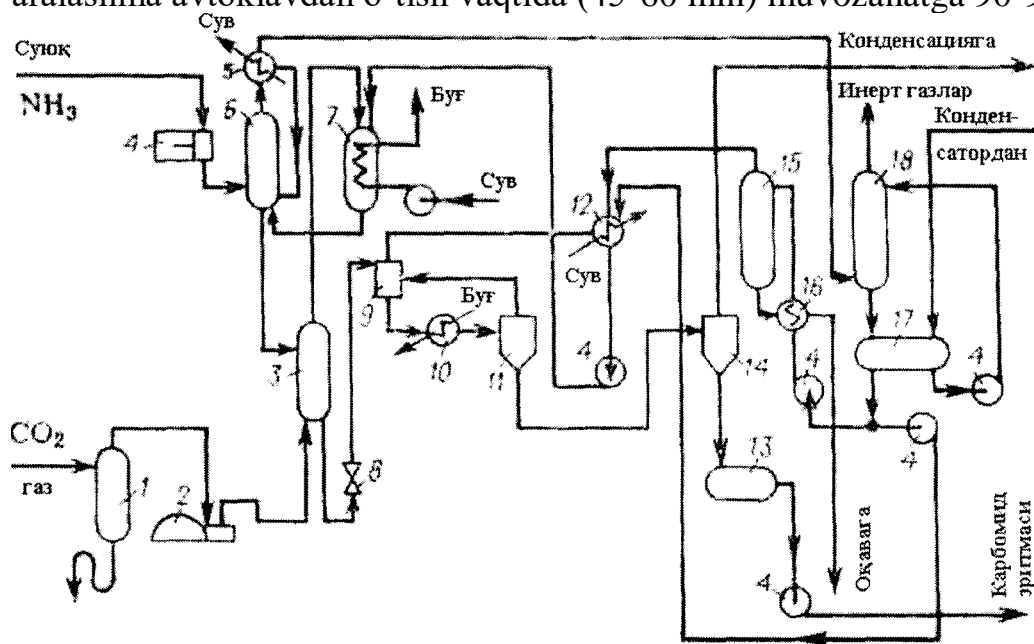
Distillyatsiyaning 2-bosqichida ammoniy karbamat parchalanishi hamda ammiak va karbonat angidrid xaydalishi tugallanadi. Bunda qolgan 70-72% karbamid separator 14 dan drosellanadi (bosimi tushiriladi) va vakuum -bug'latgich 15 ga tushadi. Bu yerda 40 mPa bosimda va bug'latish natijasida xarorat 90°S 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. Kondensatorida (40°S) 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°S 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 xolatidagi 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 karbamatning karbamidga konversiya darajasi unchalik yuqori emas (62-65%), regeneratsiya sistemasi esa murakkab, sintez issiqligidan samarali foydalanish qiyinrokdir. SHuning uchun hozirgi 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 oqimdagidagi 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°S xaroratda reaktor — avtoklav 6 da (7— rasm) amalga oshirilib, avtoklav 8-10 ta elakli to'siqlarga ega

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



7— rasm. Stripping-jarayonda karbamid sintezi va suyuqlanma distillyatsiyasining proporsional 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'ldi. Ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi sintez qolonnasiga qaytariladi.

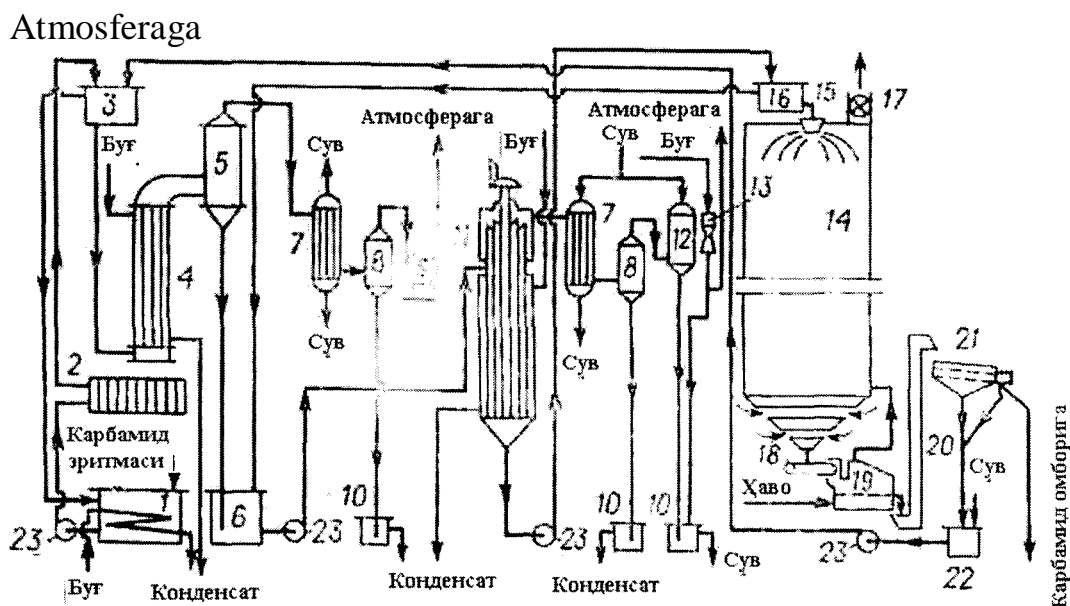
Kondensator 7 ga past bosimli kondensator 12 dan nasos yordamida bir qism ammoniy karbamat eritmasi yuboriladi. Sintezni avtotermikligini ta'minlash uchun suv berish yo'li bilan kondensatsiya darajasi 80% atrofida ushlab turiladi. Suyuqlanma issiqlik almashtirgich — distillyator 3 dan 0,3-0,4 MPa gacha 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 (8 — 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°S xaroratda 92-95% gacha, so'ngra esa 2,5-6,5 KPa bosimda va 135-140°S xaroratda 99,5-99,8% ga yetkaziladi.



7.8 - 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°S dan 40-50°S 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 NH<sub>3</sub> (100% li), 0,75 t CO<sub>2</sub> (100% li), 4,82 GDj bug', 65 m<sup>3</sup> sovituvchi suv va 480 MDj 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  
инститuti**

«Кимёвий технология» кафедраси



**«Ноорганик моддалар кимёвий технологияси»**

фанидан бакалаврлар учун амалий машғулотларни бажариш  
бўйича услубий қўлланма.

Наманган-2017 й

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: т.ф.н. Д.Ш. Шеркузиев

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

«Кимёвий технология» кафедрасининг 2017 йил 17 августдаги №1 -сонли йиғилиш баённомаси билан тасдиқланган.

Наманган муҳандислик - технология институтининг 2017 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.

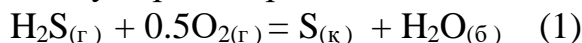
Бундай газлар таркибига табиий газ, кокс гази, йулдош газ, нефтни қайта ишлаш газлари ва хоказолар киради. Булар таркибида водород сулфид газини бўлиши мутлоқ мумкин эмас, чунки бундай газлар боғланган азот бирикмалари ишлаб чиқариш санотида қулланадиган барча катализаторларни қайтмас захарлайди. Шунинг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

1. Қуруқ,
2. Хўл усулга булинади.

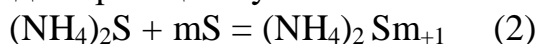
## 1.2. ҚУРУҚ УСУЛ

Бу усул ҳам икки турга булинади:

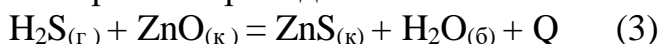
а) Активлаштирилган кумир иштирокида тозалаш:



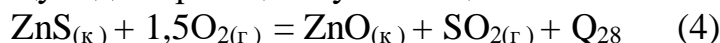
Бу ерда ҳосил булган S куп олтингугуртлик аммоний эритмаси билан экстракция қилинади, қуйидаги реакция бўйича:



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.

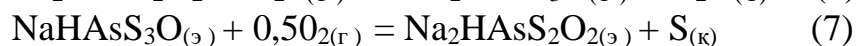
У ҳам 2 турдан иборатдир;

а) Нейтраллаш ёки поташли усул:





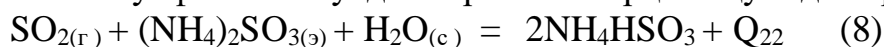
б) Оксидлаш усули, яъни тиосульфомишъякли кислотанинг натрийли тузи эритмаси билан тозалаш:



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

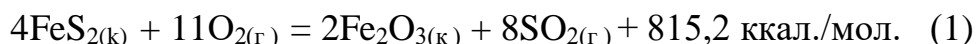
Бу ҳосил булган бирикма кимёвий жихатдан газ таркибидаги аралашмаларга инерт булмоғи керак.

Ҳосил булган бирикма температуранинг оз миқдорда узгаришидан парчаланиб кетиши керак.

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

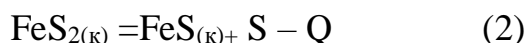
#### 2-Мавзу: ТЕМИР СУЛФИДИ ВА БОШҚА ОЛТИНГУГУРТЛИ ХОМ АШЁЛАРНИ ЁҚИШНИНГ ФИЗИК КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ.

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:

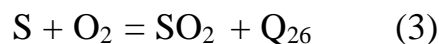


Бу реакция кўп молекулярли бўлганлиги учун назарий жихатдан тўғридан-тўғри амалга ошмайди ва у қуйидаги босқичдан иборат:

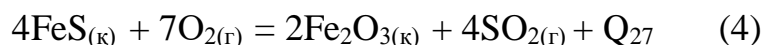
а) Аввалом бор FeS<sub>2</sub> диссоциацияга учрайди:



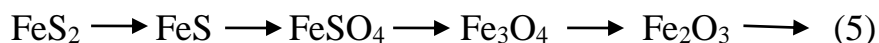
б) Сўнг олтингугурт хаводаги кислород билан осон реакцияга киради:



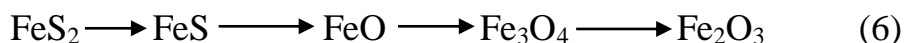
в) Аммо, FeS қийинлик билан оксидланади:



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:



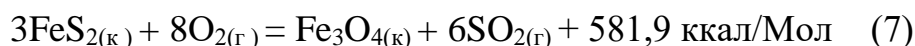
яъни юкори температурада.

СИ системасига кўра, бу ерда ҳосил бўлувчи темир занглари:

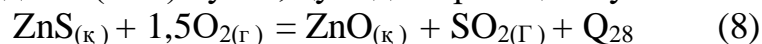
FeO-темир монооксиди

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:

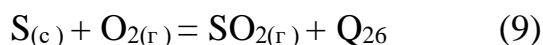


Шундай қилиб, FeS<sub>2</sub> ёнганда, натижада, таркибида SO<sub>2</sub> ва ундан ташқари бир қатор аралашмалари бўлган ўчоқ газы ва темир занглари, металл сульфатлари, оксидлари, кум ва бошқалардан иборат қаттиқ, чангсимон чиқинди, ҳосил бўлар экан. Колчедан таркибидаги карбонатлар колчеданни ёниш 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 ёкилганда эса ўчоқ газы таркибида SO<sub>2</sub> газы билан бирга яна кўшимча CO<sub>2</sub> пайдо булади. Бу ҳам ёмон. Агарда колчедан таркибидаги рух алдами (ZnS) бўлса, қуйидаги реакция бўйича ёнади:

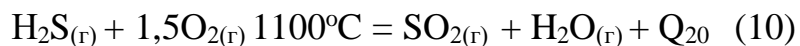


Натижада темир занги таркибида рух оксиди пайдо бўлади. Агарда S ёндирса. Қуйидаги реакция бўйича боради:

Бу реакция 1100°Сда амалга оширилади;



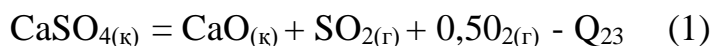
Агарда хомашё сифатида H<sub>2</sub>S газы ишлатилса, у қуйидагича ёнади:



Бу ердан кўришиб турибдики, хомашё сифатида S ва H<sub>2</sub>S ишлатилса, фақат ўчоқ газини олиниб, қаттиқ чиқинди ҳосил бўлмас экан. Бу эса ўчоқ газини тозалашни ва олинаётган H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таннархини арзонлаштиради.

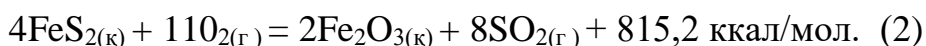
### 3-Мавзу: ОЛТИНГУГУРТЛИ ХОМАШЁЛАРНИ ЁҚИШ ИССИҚЛИГИ.

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 хар йили саноат миқёсида ажралиб чиқиб, кўплаб гектар майдонларни ва атроф муҳитни ифлослантираяпти.

Шунинг учун, у келажакда хом-ашё сифатида ишлатилади. Хар қандай олтингугуртли хом-ашёни ёқиш иссиқлигини билиш учун уни ёқиш реакциясини ёзмак керак, яъни термохимик тенгламасини тузмак 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 FeS<sub>2</sub> 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:

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

Бу ерда – P<sub>s(ё)</sub> – ёнган олтингугуртли проценти. Бу келтирилган тенглама FeS<sub>2</sub> ни ёнишдаги ҳосил бўлаётган темир зангининг қандай турда ҳосил

бўлишига боғлиқдир. Агарда темир занги сифатида  $Fe_3O_4$  ҳосил бўладиган бўлса, ёниш иссиқлиги қуйидагича белгиланади:

$$q_{Fe_3O_4} = 30,2 * P_{S(\epsilon)} \text{ ккал/кг } FeS_2 \quad (5)$$

Агарда олтингугурт рудаси ишлатилса:

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

Агарда рух алдами ишлатилса

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

$P_{S(\epsilon)}$  қуйидагича топилади:

$$P_{S(\epsilon)} = P_{S(a)} - X * P_{S(3)} = \% \quad (8)$$

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

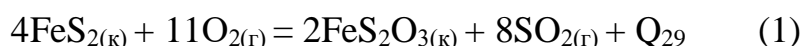
$P_{S(3)}$  - ҳосил булаётган занг (чиқинди) таркибидаги S миқдори, % да

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

Ҳосил булаётган 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.**

$FeS_2$  ни ёнганда ҳосил бўлувчи занг қуйидаги реакция:



Бўйича ҳосил бўлиб, унинг таркибида асосан  $Fe_2O_3$  бўлиб, ундан ташқари юқоридаги реакциянинг тўлиқ кетмаслиги натижасида  $FeS_2$  нинг бир қисми ва  $FeS_2$  нинг таркибида бўлган ёнмайдиган аралашмалар ҳам бутунлай ўтади.  $FeS_2$  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 миқдорига 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;

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

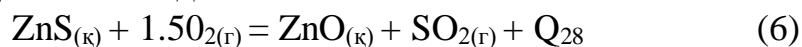
а) зангнинг назарий чиқиши, бирлик улушида. Бу ерда зангнинг амалий чиқишини аниқлаш, юқорида келтирилган кимёвий реакциялар турига боғлиқ ва ундан занг ёки чиқинди қандай ҳолатда бўляпти- шуларга боғлиқ. Агарда занг  $Fe_2SO_3$  ҳолида бўлса, бу тенглама қуйидагича булади:

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

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):

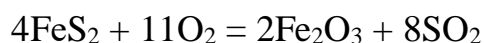
$$X(Fe_2O_3) = \frac{160 - P_{s(a)} - 1,6P_c}{160 - P_{s(3)}} = \text{бирлик улушда} \quad (8)$$

$P_c$ - кўмирли колчеданда углероднинг % миқдори.

## 5-Мавзу: Колчеданни куйдириб сульфат кислотасини олиш

**Ишни мақсади:** Олтингугурт колчеданини куйдириш орқали сульфат кислота олиш. Ҳарорат ва ортиқча ҳавони, сульфид рудаларидаги олтингугурт миқдорини, ҳамда заррачалар ўлчамининг вақт бўйича печь газининг таркибидаги  $SO_2$  концентрациясини ёки печнинг ишлаб чиқариш қувватини ўзгаришини ифодаловчи куйдириш тезлигига таъсирини ўрганиш.

**Сульфат кислота олиш тавсифи.**  $H_2SO_4$  ишлаб чиқаришда  $SO_2$  ни олиш учун сульфид рудалари куйдирилади. Олтингугурт колчеданини ( $FeS_2$ ) куйдириш қонуниятларини, қолган барча сульфидларни куйдириш учун қўлласа бўлади. Сульфид рудаларининг умумий куйдириш тезлиги, бошқа юқори ҳароратли жараёнлар каби ҳаво кислородини диффузияси ва  $SO_2$  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.  $H_2SO_4$  олиш учун  $SO_2$  ни  $SO_3$  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  $H_2O_2$  эритмаси қуйилади.  $H_2O_2$  беқарор модда бўлиб, у  $H_2O$  ва кислородга парчаланadi. Парчаланиш вақтида сониянинг юздан бир улушида кислород атомар ҳолда бўлади, бу атомар кислород жуда фаол бўлиб  $SO_2$ -ни  $SO_3$ -га қадар оксидлайди:



$SO_3$  сув билан реакцияга киришиб  $H_2SO_4$  ни ҳосил қилади:



Бу ҳосил бўлган кислота миқдорини 0,5н 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 термопара (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 термопара (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 SO<sub>2</sub> реакция зонасидан кучсиз H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> эритмаси солинган абсорберга (7) юборилади.

Ҳосил бўлган сульфат кислота миқдорини NaOH нинг титрлашга кетган миқдори билан аниқланади.

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

Колчедандаги S-ни аниқлаш учун 1 г колчедан 550-600<sup>0</sup>С-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 NaOH эритмасининг миқдори, мл;

Φ-0,5н NaOH нинг фактори, яъни 0,5 NaOH нормаллигини тўғирлаш коэффициентини.

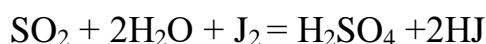
0,0005-1мл эритмадаги NaOH эквивалентининг грамм миқдори.

a-колчедан ёки сульфид рудаси намунасининг оғирлиги, г;

16- 1 г.экв H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 коэффиценти.

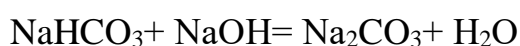
### Назорат саволлари:

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 $\text{NaHCO}_3$ ВА $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 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 ВаСl<sub>2</sub> 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:

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

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

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

Ёки оғирлик миқдори фоизларда.

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

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

Бу ерда:

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

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

M-кислота ва ишқорнинг нормалиги;

M-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;

$K_3$ - фенолфтаелин билан титрланганда  $\text{HCl}$  эритмасининг нормаллилигини тўғирлаш коэффициенти;

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

Хом бикарбонатнинг намлиги қуйидаги айирма орқали хисоблаб аниқланади:

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

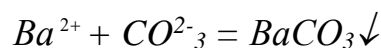
Бикарбонатдан қанча сода олиш қуйидагича аниқланади:

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

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

$G_{Na_2CO_3}$  - 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 суюлтирилиши 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 аликват (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;

$V_{al}$  – аликват 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 аликват (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 оксидларин 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> дистилланган 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

КМnO<sub>4</sub> қўшиш билан аниқлаш осон. Шунинг учун эритмасга 0,1н Мор тузини ортиқча миқдор қўшилади ва унинг ортиқча миқдор 0,1н КМnO<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> КМnO<sub>4</sub> эритмасига тўғри келувчи N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> нинг миқдор, г;

**a**- анализда ишлатилган КМnO<sub>4</sub> нинг умумий ҳажми, см<sup>3</sup>;

**b**- 0,1н Мор тузи эритмасининг (КМnO<sub>4</sub> бўйича) ҳажми, см<sup>3</sup>;

**g**- намуна оғирлиги, г;

0,00315 – 0,1н 1 см<sup>3</sup> КМnO<sub>4</sub> эритмасига тўғри келувчи HNO<sub>3</sub> нинг миқдор, г.

*Тескари титрлаш усули.* Баъзи ҳолларда, масалан ўта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳолларда, КМnO<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 КМnO<sub>4</sub> эритмаси қуйилади ва 150 см<sup>3</sup> иссиқ дистилланган сув билан суюлтирилади. Текширилаётган нитроза эритмаси билан суюлтирилган КМnO<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 КМnO<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:

$$X_{\text{N}_2\text{O}_3} = \frac{0,0095 * 50 * 100}{V * \rho}$$

Азот кислотасининг миқдори қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$X_{\text{HNO}_3} = \frac{0,0095 * 50 * 100 * 126}{V * \rho * 76}$$

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.

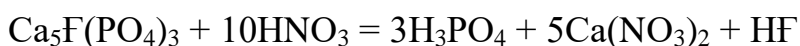
5. Азот оксидларини аниқлашни тескари титрлаш усулини тушунтиринг.  
Хисоблаш формуласини ёзинг.
6. Азот оксидларини перманганометрик усулда аниқлашдаги кимёвий реакцияни ёзинг.

## 10-Мавзу: Фосфатларни нитрат кислота билан парчалаш

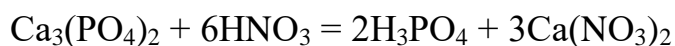
**Ишнинг мақсади** – фосфатларни нитрат кислота билан парчалашни амалий ўрганиш.

*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 гази 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, хом ашёдаги кальций оксидининг миқдорга нисбатан стехиометрик ҳисобланган 105-110% меъёрдаги нитрат кислота ишлатилганда содир бўлади. Ҳароратнинг кўтарилиши билан қуйқанинг қовушқоқлиги камади 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 парчалаш тезлиги фосфат заррасинининг ўлчами камайиши билан, ҳамда қуйқани аралаштириш тезлигини ортиши билан ортади. Одатда фосфат хом - 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 ўрнатилагн. 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 бромкрезолқўк) 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:

$$A = \frac{0,063 \cdot a - (e' - a)}{0,098 \cdot (e' - a)}$$

$$A = 0,063 \cdot a - (b - a) / 0,098 \cdot (b - a) = 0,642(a / (b - a) - 1) \quad 0,642 \cdot \left( \frac{a}{e' - a} - 1 \right)$$



Бу ерда  $a$  ва  $a'$  - нитрат кислотали пульпани 1-нчи ва 2-нчи индикатор ёрдамида 0,1н NaOH эритмаси билан титрлангандаги ҳажм сарфланган.

### **Назарий саволлар**

1. Фосфоритларни нитрат кислота билан парчалаш реакциясини ёзинг?
2. Фосфоритларни парчалаш учун нитрат кислота ҳажми 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. Исматов 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 хужалигидаги аҳамияти
24. Аммофос ишлаб чиқариш технологияси
25. Керамика маҳсулотлари технологияси
26. Чинни буюмлар ишлаб чиқариш технологияси
27. Шишалар кимёвий технологияси
28. Водородни олиш хусусиятлари

Namangan muhandislik-tehnologiya instituti  
5320400 – "Kimyoviy texnologiya" bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun 1-oraliq nazorati uchun

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» FANIDAN TEST SAVOLLARI  
I-VARIYANT**

<b>Sulfat kislotasining fizik xossalari ifodalangan javobni ko'rsating.</b>	Sulfat kislota eritmasi metallar bilan ta'sirlashganda vodorod ajralib chiqadi	Rangsiz og'ir moysimon suyuqlik, 10,37°C da kristallanadi, 296,2°C da (1 atm bosim) qaynaydi	Sulfat kislota aktiv metallar bilan SO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> S gacha qaytariladi	Sulfat kislotaning suvli eritmalari H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·nH <sub>2</sub> O tarkibli birikmalardan iborat bo'ladi
<b>Sulfat kislota ishlab chiqarishning «nitroza» usulida qanday katalizator qo'llaniladi?</b>	Azot (V)- oksid	Azot oksidlari	Oltinugurt (IV) oksid	Platina
<b>Sulfat kislotaning qanday birikmasi mineral o'g'it sifatida ishlatiladi?</b>	Sulfat kislotaning suvli eritmasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·nH <sub>2</sub> O;	Oleum H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·nSO <sub>3</sub>	Ammoniy sulfat (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ammoniy sulg'famat NH <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> ONH <sub>4</sub>
<b>Sanoatda ishlab chiqariladigan standart oleumning tarkibi qanday bo'ladi?</b>	Tarkibida 93,3% N <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> tutgan suyuqlik	Tarkibida 10% CuSO <sub>4</sub> tuzi tutgan eritma	Tarkibida 75% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> tutgan suyuqlik	Tarkibida 104,5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> tutgan suyuqlik
<b>Sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatining hozirgi paytdagi asosiy xom ashyolarini ko'rsating: 1) temir kolchedani; 2) gips; 3) alunitlar; 4) oltinugurt; 5) rangli metallurgiya gazlari; 6) vodorod sulg'fid</b>	1, 2, 3, 4	2, 3, 5, 6	1, 4, 5, 6	1, 2, 4, 6
<b>Gipsdan sulfat kislota ishlab chiqarishda quyidagi asosiy kimyoviy jarayonlar amalga oshiriladi: 1) oksidlash; 2) qaytarish; 3) katalitik oksidlash; 4) katalitik qaytarish; 5) gazlarni eritmaga yuttirish</b>	1, 3, 5	2, 3, 5	2, 4, 5	3, 1, 5

<b>Siklonlar qanday printsipga asosan ishlaydi?</b>	Tozalanadigan gaz tarkibidagi chang va suyuqlik tomchilarining markazdan qochma maydon ta'sirida cho'kishi	Tozalanadigan gaz tarkibidagi chang va suyuqlik tomchilarining fil'trlarda ushlab qolinishi	Tozalanadigan gaz tarkibidagi chang va suyuqlik tomchilarining elektr maydoni tahsirida cho'kishi	Tozalanadigan gaz tarkibidagi chang va suyuqlik tomchilarining og'irlik kuchi tahsirida cho'kishi
<b>Kontaktlanish darajasi deganda nimani tushunasiz?</b>	Gazdagi SO <sub>3</sub> ning massa ulushi	Gazdagi oksidlangan SO <sub>2</sub> ning xajmiy ulushi	Gazdagi SO <sub>2</sub> ning massa ulushi;	Gazdagi sulfat anhidridga oksidlangan SO <sub>2</sub> miqdorining boshlang'ich SO <sub>2</sub> umumiy miqdoriga nisbati
<b>Sul'fit anhidrid kimyoviy reaksiyalarda qanday xossani namoyon etadi?</b>	Oksidlovchi	Qaytaruvchi	Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi	Oksidlovchi ham emas, qaytaruvchi ham emas
<b>Sul'fit anhidrid qanday sharoitda oksidlanib sulfat anhidridga aylanadi?</b>	Oksidlanmaydi	Bevosita kislorod bilan birikib oksidlanadi	Katalizatorlar (platina, vanadiy oksidi, azot oksidlari va b.) ishtirokida kislorod bilan birikib sulfat anhidridga oksidlanadi	Kuchli oksidlovchilar (KMnO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> va h.k.) tahsiridagina oksidlanib sulfat anhidridga aylanadi

**Tuzuvchi:**

**«Kimyoviy texnologiya»  
kafedrasini mudiri**

**dots.D.Sherquziyev**

**dots.D.Sherquziyev**

Namangan muhandislik-tehnologiya instituti  
5320400 – "Kimyoviy texnologiya" bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun 1-oraliq nazorati uchun

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» FANIDAN TEST SAVOLLARI  
II-VARIYANT**

<b>Sulfat kislolaning qanday birikmasi mineral o'g'it sifatida ishlatiladi?</b>	Sulfat kislolaning suvli eritmasi $H_2SO_4 \cdot nH_2O$ ;	Oleum $H_2SO_4 \cdot nSO_3$	Ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$	Ammoniy sulg'famat $NH_2SO_2ONH_4$
<b>Mis kolchedanidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?</b>	Sulfat kislota ishlab chiqarishda	Mis metali ishlab chiqarishda	Cho'yan va pulat ishlab chiqarishda	Sulfat kislota, mis va temir qotishmalari
<b>Mis kolchedani <math>CuFeS_2</math> tarkibidagi oltingugurtning massa ulushini (%) aniqlang.</b>	50,0	46,67	36,36	34,78
<b>Tarkibida 72% <math>Cu_2S</math> bo'lgan ruda tarkibidagi oltingugurtning massa ulushini (%) hisoblang.</b>	34,78	27,83	22,61	14,4
<b>80% li sulfat kislota eritmasidagi oltingugurtning massa ulushini aniqlang.</b>	32,0	67,90	80,0	26,12
<b>Tarkibida 70% <math>CuFeS_2</math> bo'lgan 1 t mis kolchedanidan qancha miqdor (kg) 80% li sulfat kislota olish mumkin?</b>	745,7	932,1	1065,2	1331,5
<b>1 t 20% li oleum ishlab chiqarish uchun tarkibida 96% S tutgan oltingugurt xom ashyosidan necha kg kerak bo'ladi?</b>	341,2	412,5	355,4	285,7
<b>Vodorod sul'fit tarkibidagi oltingugurtning massa ulushini (%)</b>	32,65	5,88	94,12	100

<b>aniqlang.</b>				
<b>Maxsus tozalangan va quyi konsentratsiyali sulfat kislota qanday idishlarda saqlanadi?</b>	Maxsus tozalangan va quyi konsentratsiyali sulfat kislota niqoblangan po'lat baklarda saqlanadi	Plastmassa, chinni yoki shisha idishlarda saqlanadi	Ichki qismi kislotabardosh g'ishtlar bilan niqoblangan idishlarda saqlanadi	Keltirilganlar barcha idishlarda
<b>Kimyoviy reaktiv sifatida ishlab chiqariladigan sulfat kislotaning qaysi bir navida begona qo'shimchalar nisbatan ko'p bo'ladi?</b>	Kimyoviy toza	Analiz uchun toza	Toza	Texnik

**Tuzuvchi:**

**dots.D.Sherquziyev**

**«Kimyoviy texnologiya»  
kafedrasi mudiri**

**dots.D.Sherquziyev**

Namangan muhandislik-tehnologiya instituti  
5320400 – "Kimyoviy texnologiya" bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun 1-oraliq nazorati uchun

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» FANIDAN TEST SAVOLLARI  
III-VARIYANT**

<b>Sulfat kislolaning qanday konsentratsiyali eritmasini bug'latish orqali konsentrlab bo'lmaydi?</b>	70% li eritmasini	93% li eritmasini	98,3% li (azeotrop aralashma) eritmasini	60% li eritmasini
<b>Sulfat kislotasining kimyoviy xossalari ifodalangan javobni ko'rsating.</b>	Rangsiz suyuqlik	Og'ir moysimon suyuqlik	Sulfat kislota aktiv metallar bilan SO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> S gacha qaytariladi	10,37 <sup>o</sup> S da kristallanadi
<b>Sulfat kislota ishlab chikarishning «kontakt» va «nitroza» usullarining asosiy farqlarini ko'rsating.</b>	«Kontakt» usuli gomogen kataliz hisoblanadi	«Nitroza» usuli geterogen kataliz hisoblanadi	Ikkala usul ham gomogen kataliz hisoblanadi, shuning uchun usullarning farqi yuk	«Kontakt» usuli geterogen, «nitroza» usuli gomogen kataliz hisoblanadi
<b>Kuporos moyida sulfat kislolaning massa ulushi qanday bo'ladi?</b>	80,5%	93,3%	65,4%	75,6%
<b>Sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasi ortishi bilan uning qaynash harorati qanday o'zgaradi?</b>	Ortib boradi	Kamayib boradi	O'zgarmaydi	Avval ortadi, so'ngra kamayadi
<b>Sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatining kelajakdagi muhim asosiy xom ashyolarini ko'rsating: 1) temir kolchedani; 2) gips; 3) alunitlar; 4)oltingugurt; 5) o'txona gazlari; 6) aglomeratsiya gazlari</b>	2, 3, 5, 6	1, 2, 4, 5	1, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4
<b>Kuyundi gazi nima maqsadda tozalanadi?</b>	Kontakt jarayoni samaradorligini pasaytiruvchi qushimcha -	Kontakt jarayonida katalizator aktivligini pasaytiruvchi	Qimmatbaho qo'shimchalar – selen va tellurni ajratib olish uchun	Keltirilgan barcha maqsadlar uchun

	changdan tozalash uchun	qo'shimchalar – mishg'yak, ftor va suv bug'laridan tozalash uchun		
<b>Kontaktlanish darajasining qiymati qanday omillarga bog'lik?</b>	Katalizator turiga	Gazning tarkibiga	Harorat va bosimga	Keltirilganlarning barchasiga
<b>Sulfat angidrid kimyoviy reaksiyalarda qanday xossani namoyon etadi?</b>	Faqat oksidlovchi	Faqat qaytaruvchi	Ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi	Oksidlovchi ham emas, qaytaruvchi ham emas
<b>Oleum nima?</b>	Sulfat angidrid	Sul'fit angidrid	Sul'fit angidridning sulfat kislotadagi eritmasi	Sulfat angidridning sulfat kislotadagi eritmasi

**Tuzuvchi:**

**dots.D.Sherquziyev**

**«Kimyoviy texnologiya»  
kafedrasini mudiri**

**dots.D.Sherquziyev**



Namangan muhandislik-tehnologiya instituti  
5320400 – "Kimyoviy texnologiya" bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun 1-oraliq nazorati uchun

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» FANIDAN TEST SAVOLLARI  
IV-VARIYANT**

<b>Sulfat kislota ishlab chiqarishning «nitroza» usulida qanday katalizator qo'llaniladi?</b>	Azot (V)- oksid	Azot oksidlari	Oltinugurt (IV) oksid	Platina
<b>Sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatining hozirgi paytdagi asosiy xom ashyolarini ko'rsating: 1) temir kolchedani; 2) gips; 3) alunitlar; 4) oltinugurt; 5) rangli metallurgiya gazlari; 6) vodorod sulg'fid</b>	1, 2, 3, 4	2, 3, 5, 6	1, 4, 5, 6	1, 2, 4, 6
<b>Ko'mirli kolchedan kuydirilganda kuyundi gazi tarkibida qanday gaz maxsulotlar bo'ladi?</b>	Sul'fit angidrid, karbonat angidrid, oz miqdordagi vodorod sulg'fid, uglerod sulg'fid, uglerod sulg'foksid va elementar oltinugurt	Karbonat angidrid, Sul'fit angidrid	Karbonat angidrid, sulfat angidrid	Vodorod sulg'fid
<b>Sulfat kislota tarkibidagi oltinugurtning massa ulushini (%) aniqlang.</b>	65,31	2,04	100	32,65
<b>Alebastr <math>\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}</math> tarkibidagi oltinugurtning massa ulushini (%) aniqlang.</b>	93,79	6,21	22,07	20,45
<b>Ruh aldamsi <math>\text{ZnS}</math> tarkibidagi oltinugurtning massa ulushini (%) aniqlang.</b>	67,01	32,99	36,36	53,33
<b>Sul'fit angidrid kimyoviy reaksiyalarda</b>	Oksidlovchi	Qaytaruvchi	Ham oksidlovchi, ham	Oksidlovchi ham emas,

qanday xossani namoyon etadi?			qaytaruvchi	qaytaruvchi ham emas
<b>35% li oleum tarkibidagi oltingugurtning massa ulushini (%) hisoblang.</b>	14,0	35,22	35,0	65,0
<b>Hozirgi vaqtda elementar azot qaysi yo'llar orqali birikma holiga o'tkaziladi: 1) yoy usuli; 2) tsianamid usuli; 3) ammiak usuli; 4) tsianid usuli?</b>	1,2,3	2,3,4	1,3,4	1,2
<b>Atmosfera azotini birikma holiga o'tkazishda iqtisodiy jihatdan eng afzal ..... usulidir.</b>	Yoy	TSianamid	Ammiak	TSianid

**Tuzuvchi:**

**dots.D.Sherquziyev**

**«Kimyoviy texnologiya»  
kafedrası mudiri**

**dots.D.Sherquziyev**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
1-Вариант**

1. Сульфат кислотасининг хусусиятлари ва ишлаб чиқариш усуллари
2. Колчеданлар
3. Азот саноати хом ашёлари.
4. Сода ишлаб чиқаришнинг Леблан усули.
5. Хлорид кислота ишлаб чиқариш

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
2-Вариант**

1. Сульфат кислотасини контакт усули билан ишлаб чиқариш.
2. Азотнинг айланиши.
3. Минерал ўғитларнинг ассортименти ва асосий таркиби.
4. Сода ишлаб чиқаришнинг Солве усули.
5. Vodorodning olish texnik usullari.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
3-Вариант**

1. Сульфат кислота ишлаб чиқариш кулами ва корхоналари.
2. Хлорид кислота ишлаб чиқариш босқичлари
3. Elementar azotni olish usullari.
4. Кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш усуллари.
5. Криоген қурилмалар хиллари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
4-Вариант**

1. Сульфат кислотасининг физик-кимёвий хусусиятлари ва халк хужалигидаги ахамияти.
2. Оддий колчеданлар
3. Қийин эрийдиган металлар.
4. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
5. Карбамид ишлаб чиқариш.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
5-Вариант**

1. Сульфат кислота ишлаб чиқариш усуллари хақида.
2. Элементар азотнинг боглаш усуллари.
3. Аммиак ишлаб чиқариш
4. Калций цианамиди олишнинг ТошКТИ усули хақида.
5. Хлорид кислота навлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
6-Вариант**

1. Таркибида олтингугурт диоксиди гази бор булган газлар.
2. Элементар азотнинг асосий хусусиятлари ва боглаш усуллари.
3. Ўғитлар классификацияси.
4. Камёб ва қийин эрийдиган металлар.
5. Хлорид кислотанинг қўлланиш соҳалари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**7-Вариант**

1. Рангли металлургия чиқинди газлари.
2. Домна шлаклари.
3. Нодир металллар.
4. Фосфат хом-ашёлари.
5. Аммиак ишлаб чиқариш.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**8-Вариант**

1. Водороднинг хусусиятлари.
2. Водород хлорид синтези.
3. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
4. Минерал ўғитларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**9-Вариант**

1. Сульфат кислота навлари хақида.
2. Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш технологияси.
3. Карбамиднинг физик-кимёвий хусусиятлари ва олиш усуллари.
4. Газли олтингугурт ва бошқа олтингугуртли хом ашёлар.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
10-Вариант**

1. Фосфат хом-ашёлари.
2. Домна шлаклари.
3. Нодир металллар.
4. Рангли металлургия чиқинди газлари.
5. Аммиак ишлаб чиқариш.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
11-Вариант**

1. Камёб металллар турлари.
2. Водород хлорид синтези.
3. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
4. Минерал ўғитларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.
5. Водороднинг хусусиятлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
12-Вариант**

1. Газли олтингугурт ва бошқа олтингугуртли хом ашёлар.
2. Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш технологияси.
3. Карбамиднинг физик-кимёвий хусусиятлари ва олиш усуллари.
4. Сульфат кислота навлари хақида.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**13-Вариант**

1. Сульфат кислотасининг хусусиятлари ва ишлаб чиқариш усуллари
2. Колчеданлар
3. Азот саноати хом ашёлари.
4. Сода ишлаб чиқаришнинг Леблан усули.
5. Хлорид кислота ишлаб чиқариш

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**14-Вариант**

1. Сульфат кислотасини контакт усули билан ишлаб чиқариш.
2. Азотнинг айланиши.
3. Минерал ўғитларнинг ассортименти ва асосий таркиби.
4. Сода ишлаб чиқаришнинг Солве усули.
5. Vodorodning olish texnik usullari.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**15-Вариант**

1. Сульфат кислота ишлаб чиқариш кулами ва корхоналари.
2. Хлорид кислота ишлаб чиқариш босқичлари
3. Elementar azotni olish usullari.
4. Кальцинацияланган сода ишлаб чиқариш усуллари.
5. Криоген қурилмалар хиллари.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**

## 16-Вариант

1. Сулфат кислотасининг физик-кимёвий хусусиятлари ва халк хужалигидаги ахамияти.
2. Оддий колчеданлар
3. Қийин эрийдиган металлар.
4. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
5. Карбамид ишлаб чиқариш.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**17-Вариант**

1. Сулфат кислота ишлаб чиқариш усуллари хақида.
2. Элементар азотнинг боғлаш усуллари.
3. Аммиак ишлаб чиқариш
4. Калций цианамиди олишнинг ТошКТИ усули хақида.
5. Хлорид кислота навлари.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун**  
**“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний**  
**назорат учун саволлар**  
**18-Вариант**

1. Таркибида олтингугурт диоксиди гази бор булган газлар.
2. Элементар азотнинг асосий хусусиятлари ва боғлаш усуллари.
3. Ўғитлар классификацияси.
4. Камёб ва қийин эрийдиган металлар.
5. Хлорид кислотанинг қўлланиш соҳалари.

**Тузувчи**  
**Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев**  
**доц. Д. Шеркузиев**



**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
19-Вариант**

1. Рангли металлургия чиқинди газлари.
2. Домна шлаклари.
3. Нодир металллар.
4. Фосфат хом-ашёлари.
5. Аммиак ишлаб чиқариш.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
20-Вариант**

1. Водороднинг хусусиятлари.
2. Водород хлорид синтези.
3. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
4. Минерал ўғитларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
21-Вариант**

1. Сульфат кислота навлари хақида.
2. Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш технологияси.
3. Карбамиднинг физик-кимёвий хусусиятлари ва олиш усуллари.
4. Газли олтингугурт ва бошқа олтингугуртли хом ашёлар.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
22-Вариант**

1. Фосфат хом-ашёлари.
2. Домна шлаклари.
3. Нодир металллар.
4. Рангли металлургия чиқинди газлари.
5. Аммиак ишлаб чиқариш.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
23-Вариант**

1. Камёб металллар турлари.
2. Водород хлорид синтези.
3. Нитрат кислота ишлаб чиқариш.
4. Минерал ўғитларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.
5. Водороднинг хусусиятлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**

**5320400– Кимёвий технология таълим йўналиши учун  
“НООРГАНИК МОДДАЛАР КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯСИ” фанидан якуний  
назорат учун саволлар  
24-Вариант**

1. Газли олтингугурт ва бошқа олтингугуртли хом ашёлар.
2. Синтетик хлорид кислота ишлаб чиқариш технологияси.
3. Карбамиднинг физик-кимёвий хусусиятлари ва олиш усуллари.
4. Сульфат кислота навлари хақида.
5. Камёб металллар турлари.

**Тузувчи  
Кафедра мудири**

**доц. Д. Шеркузиев  
доц. Д. Шеркузиев**