

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» KAFEDRASI

**«NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY
TEXNOLOGIYASI»**
fani bo‘yicha

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA
(1-qism)

Bilim sohasi:	300 000	- Ishlab chiqarish texnik soha
Ta’lim sohasi:	320 000	- Ishlab chiqarish texnologiyalari
Mutaxassislik:	5320400	- Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar)

NAMANGAN – 2022

Tuzuvchilar: «Kimyoviy texnologiya» kafedrası professori, t.f.d.,
professor **Shamshidinov Israiljon Turgunovich**

«Kimyoviy texnologiya» kafedrası dotsenti, PhD
Qodirova Gulnoza Qodirjonovna

Taqrizchilar: «Kimyoviy texnologiya» kafedrası professori,
texnika fanlari doktori **To‘rayev Zokirjon**

NamDU noorganik kimyo kafedrası professori, texnika
fanlari doktori **Sultonov Boxodir Elbekovich**

M U N D A R I J A

I. O‘QUV MATERIALLAR	5
1. «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» faniga kirish. Sulfat kislotasini ishlab chiqarish usullari, navlari va jihozlari materiallari	5
2. Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi o‘choq gazining xomashyolari	20
3. Gazli oltingugurt va boshqa oltingugurtli xomashyolar	30
4. Oltingugurt xomashyolari yoqish texnologiyasi	35
5. Kolchedan va oltingugurtni yoqish o‘choqlari turlari: mexanik, changsimon yoqish, qaynar qatlamli, siklonli	47
6. Sulfat kislotasini kontakt usuli bilan ishlab chiqarish asoslari	72
7. Vanadiy katalizatori ishtirokida oltingugurt ikki oksidini birlamchi va ikkilamchi oksidlash	77
8. Sulfat kislota kontakt usuli bilan ishlab chiqarishning klassik tizimi	88
9. Oltingugurt (VI)-oksidi absorbsiyasi va klassik tizim qarama qarshi jarayonlari	95
10. Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning zamonaviy texnologik tizimlari	109
11. Sulfat kislotasini nitroza usuli bilan ishlab chiqarish asoslari	118
12. Sulfat kislota konsentrlash	141
13. Sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil bo‘lgan chiqindilarni qayta ishlash	154
14. Mineral o‘g‘itlar turlari. O‘zbekiston Respublikasida ishlab chiqarish korxonalari	172
15. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish usullari	181
II. AMALIY VA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI MATERIALLARI	202
1. Amaliy mashg‘ulot	202
2. Laboratoriya mashg‘uloti	254
III. MUSTAQIL TA’LIM MASHG‘ULOTLARI	286
IV. GLOSSARIY	291

I. O'QUV MATERIALLAR

1-MAVZU: «NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI» FANIGA KIRISH. SULFAT KISLOTASINI ISHLAB CHIQUARISH USULLARI, NAVLARI VA JIHOZLARI MATERIALLARI

Reja:

1. «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» faniga kirish.
2. Sulfat kislota va uni ishlab chiqarish tarixi.
3. Sulfat kislota va oleumning xossalari.
4. Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi oraliq mahsulotlar xossalari.
5. Sulfat kislota navlari, uni saqlash va tashish.

«Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» faniga kirish

Keyingi yillarda mustaqil mamlakatimizning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlantirish rejalarida kimyo, qurilish materiallari va metallurgiya sanoatida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar miqdorini oshirish, sifatini jahon andozalari darajasiga yetkazish, ularning eksport salohiyatini kuchaytirishga alohida e'tibor berilmoqda.

Kimyo, silikat va rangli metallurgiya sanoatlari mahsulotlarini ishlab chiqarish bo'yicha mutaxassislarni tayyorlashda texnologiya, ilmiy-texnika, ekologiya va itisodiyot masalalar alohida o'rin egallaydi. Ishlab chiqarilayotgan materiallar va buyumlarning sifati asosan shu jarayon va omillarning takomillashuviga bog'liq. Shu sababdan 5320400-Kimyoviy texnologiya (noorganik moddalar) yo'nalishi uchun bakalavrlar tayyorlash bo'yicha o'quv rejasida «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» faniga alohida o'rin berilgan.

Tabiiy xomashyolarni kimyoviy qayta ishlash yo'li bilan kimyo sanoati, qishloq va xalq xo'jaligida keng ko'lamda ishlatiladigan noorganik moddalar, mineral o'g'itlar va tuzlarga aylantirish texnologiyalari yo'lga qo'yilgan va takomillashtirilib borilmoqda. Sanoatda noorganik moddalar, mineral o'g'itlar va tuzlar ishlab chiqarishda iqtisodiy va ekologik masalalar ham o'z yechimini topib borishi nazarda tutiladi. Shuning uchun mazkur fan ixtisoslik fani hisoblanib, ishlab chiqarish texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

«Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» fanining maqsadi talabalarni noorganik moddalar texnologiyasi asosini tashkil etuvchi sulfat kislota va bog'langan azotli birikmalar ishlab chiqarish texnologiyalari, fizik kimyoviy va muhandislik asoslarini egallashlariga yordam berish hamda talabalarda texnologik hisoblarni bajarish tafakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza,

xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish, egallangan bilimlar bo'yicha nazariy va amaliy bilimlarni amaliyotga tatbiq etish ko'nikmasini hosil qilishdan iborat.

Boshqa noorganik modddar – azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli oddiy o'g'itlar hamda murakkab va aralash o'g'itlar xomashyolari, ishlab chiqarish usullari, asosiy jihozlari, texnologik tasvirlari to'g'risidagi mavzular esa «Mineral o'g'itlar va tuzlar kimyoviy texnologiyasi» fanida alohida o'rganiladi.

«Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» fanini o'zlashtirish natijasida talaba:

- noorganik kislota ishlab chiqarish uchun xomashyo tarkibi, xomashyoni yoqish o'choqlari, sovuqlik hosil qilish sikllarining turlari; atmosfera havosidan gazlarni ajratib olish; suyuq havo rektifikatsiyasining nazariyasi; tabiiy gazdan vodorod olish; texnologik gazlarni qo'shimchalardan tozalash; gazli reaksiyalarning qonuniyatlari; texnologik jarayonlarning statikasi va kinetikasi; ammiak ishlab chiqarish nazariyasi; nitrat kislota va karbamid ishlab chiqarish nazariy asoslari haqida *tasavvur va bilimlarga ega bo'lishi*;

- texnologik jarayonlarning moddiy va issiqlik balanslarini hisoblash; asosiy apparatlarning tekshiruv-mexanik hisobini bajarish; texnologik sxemalarni solishtirish va tahlil qilish; ishlab chiqarishning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash *ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak*;

- talaba ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish va xulosa chiqarish, ishlab chiqarish muommolarini hal etish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar to'plash va ulardan foydalanish *malakalariga ega bo'lishi kerak*.

Kimyoviy ishlab chiqarish bir qator muhim xususiyatlari: xomashyo manbalarining xilma-xilligi, ishlab chiqarish bosqichlarining ko'p sonraligi, davlat standartlari talablariga muvofiq kelishini ta'minlash uchun mahsulotlar kimyoviy tarkibini aniq belgilanishi bilan xarakterlanadi. Kimyo sanoatidagi nazoratlar tahlilning kimyoviy, fizik-kimyoviy va fizik usullari orqali amalga oshiriladi. Bunday tahlillarni o'tkazish yuqori aniqlikni va tezkorlikni, bu esa o'z navbatida tahlillarni zamonaviy yangi jihozlarda amalga oshirishni talab etadi. Ushbu kimyoviy tahlillarni o'tkazish uchun hamda ishlab chiqarish korxonalariga malakali kadrlar tayyorlash maqsadida laboratoriya xonalari zamonaviy qurilmalar bilan jihozlangan. Bunday laboratoriya jihozlaridan «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» fanining laboratoriya mashg'ulotlarida kimyoviy tahlillarni amalga oshirishda foydalanishni yo'lga qo'yish maqsadga muvofiq bo'ladi.

«Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi» fani yo'nalishning o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy-ilmiy (oliy matematika, fizika, amaliy mexanika), umumkasbiy (asosiy kimyoviy texnologik jarayonlar va qurilmalar, umumiy kimyoviy texnologiya, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va

avtomatlashtirish va h.k.) va ixtisoslik fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lish talab etiladi.

Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi xalq xo'jaligi, ayniqsa qishloq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishda kimyo sanoatining yirik tarmoqlaridan biri bo'lib hisoblanadi. Bu mahsulot jumlasiga qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan mineral o'g'itlar, turli xil zararkunandalarga qarshi kurashda zaharli kimyoviy moddalar, defoliantlar, turli noorganik kislotalar (sulfat kislota, fosfat kislota, xlorid kislota, nitrat kislota va h.k.) ishqoriy moddalar (soda, natriy ishqori), xalq xo'jaligi uchun kerakli bo'lgan tuzlar va boshqalar kiradi.

O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoati yuzlab turdagi xalq xo'jaligi uchun zarur bo'lgan mahsulotlarni ishlab chiqaradi. "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" AJ, "Maxam-Chirchiq" AJ, "Farg'onaazot" AJ, "Samarqand Kimyo" AJ, Olmaliq "Ammofos-Maxam" AJ, "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ, JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals» kabi kimyo zavodlari zamonaviy texnologiya va asbob-uskunalar bilan jihozlangan bo'lib Vatanimizning faxri hisoblanadi.

Sulfat kislota va uni ishlab chiqarish tarixi

Sulfat kislota – kimyo sanoatining asosiy mahsulotlaridan biri hisoblanadi. U mineral o'g'itlar, turli xildagi mineral tuzlar va kislotalar, organik mahsulotlar, bo'yoqlar, portlovchi moddalar va boshqalar ishlab chiqarishda keng miqyosda ishlatiladi. Sulfat kislota ishlatilmaydigan yirik zamonaviy sanoat korxonalari mavjudligini tasavvur etish qiyindir. Sulfat kislotadan neftni qayta ishlash, metallurgiya, metallarni qayta ishlash, to'qimachilik, charm va boshqa sanoatlarda suvsizlantiruvchi va qurituvchi modda sifatida, neytrallash jarayonida, metallarni tozalashda va boshqa bir qancha maqsadlarda foydalaniladi.

Sulfat kislota qadimdan ma'lum bo'lgan moddadir. Fors alximigi Abu Bakr Alrases asarlarida (940 y.) ham u haqida ma'lumotlar berilgan.

Sulfat kislota dastlab temir kuporosini quruq haydash orqali olingan (shuning uchun sulfat kislota uzoq vaqt kuporos moyi deb ham atab kelingan). Bu usul bilan 1526 yilda oz miqdordagi tutovchi sulfat kislota olingan. XV asrning ikkinchi yarmida ichki qismi suv bilan namlangan katta hajmdagi idishlarda oltingugurt va selitrani yondirish orqali meditsina maqsadlari uchun sulfat kislota olish yo'lga qo'yilgan edi.

Birinchi sulfat kislota ishlab chiqarish zavodi 1740 yilda Angliyada qurilgan. Bunda oltingugurt va selitra aralashmasi metall idishlarda qizdirilgan, buning natijasida hosil bo'ladigan gazlar aralashmasi shisha jihozlarda suvga yuttirilgan. 1746 yilda bu maqsad uchun qo'rg'oshinli kamera ishlatilgan, shundan so'ng sulfat kislota ishlab chiqarishning ushbu usuli kamerali usul deb atala boshlangan. Boshlang'ich aralashmani yondirish natijasida hosil bo'ladigan sulfit angidrid va azot

oksidlari kamera tubiga quyilgan suvda yutilishi natijasida sulfat kislota hosil qiladi. Kameradagi gaz qoldirlari yo‘qotilgandan so‘ng unda navbatdagi aralashma yondiriladi va shu yo‘l bilan kerakli konsentratsiyadagi kislota olinadi. Keyinchalik kamerada suv bug‘i ishlatishni va jarayonni uzluksiz amalga oshirishni taklif etildi.

XIX asr boshlarida oltingugurti alohida pechlarda yondirish, azot oksidlarini esa selitrani sulfat kislota bilan parchalash orqali olish yo‘lga qo‘yildi.

Sulfat kislota ishlab chiqarish usuli yildan-yilga takomillashib bordi, buning natijasida mahsulot tannarxi kamaytirildi, ayniqsa 1837 yildan boshlang‘ich xomashyo sifatida oltingugurt o‘rniga oltingugurt kolchedani ishlatila boshlandi. Qo‘rg‘oshinli kameralar o‘rniga to‘ldirgichli minoralarining ishlatilishi va azot oksidlari qo‘llash orqali sulfat kislota ishlab chiqarish jarayonini amalga oshirish ishlab chiqarish samaradorligini bir necha marta oshirishni ta‘minladi. Bu usul sulfat kislota ishlab chiqarishning minerali usuli deb ataldi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontaktli usuli 1831 yilda P.Filips (Angliya) tomonidan sulfit angidridni to‘g‘ridan-to‘g‘ri kislorod bilan qizdirilgan platinali katalizatorlar ustidan o‘tkazish orqali oksidlash usuli taklif etilgandan so‘ng yo‘lga qo‘yila boshlandi. Keyinchalik sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash jarayonining katalizatori vazifasini ko‘pgina metallar (masalan, temir, mis, xrom va boshqalar), oksidlar (masalan, vanadiy oksid va boshqalar), shuningdek chinni, keramika, gil va ko‘pgina boshqa moddalar bajarishi aniqlandi. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontaktli usuli yaratilgandan keyin yuqori konsentratsiyali sulfat kislota va oleum olish imkoniyati yaratildi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontaktli usuli uzoq vaqt ishlatilmadi. Chunki o‘sha paytda platinali katalizatorning faolligi pasayib borishi – zaharlanishining sababi aniqlanmagan edi. XX asrning boshlarida R.Knitch (Germaniya) tomonidan sanoat sharoitida katalizator faolligini pasayish sabablari aniqlangandan hamda sulfitli gazlarni zararli qo‘shimchalardan tozalash usullari ishlab chiqilgandan so‘ng kontaktli usulda sulfat kislota ishlab chiqarish rivojlanib ketdi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidridning kislorod ishtirokidagi oksidlanishi muhim bosqich hisoblanadi. Bu oksidlanish jarayoni katalizator ishtirokida (sulfat kislota ishlab chiqarishning kontakt usulida) yoki kislorod uzatuvchilarni qo‘llash orqali (sulfat kislota ishlab chiqarishning nitroza usulida) amalga oshiriladi.

Sulfat kislota – kimyo sanoatining asosiy xomashyolaridan biri ekanligi, uning qo‘llanilish sohasi kengligi, tashish va saqlash qulayligi, o‘ta faolligi va arzonligi sababli butun dunyo bo‘yicha ko‘p miqdorda ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda dunyo bo‘yicha 160 mln tonnadan ziyod miqdorda, O‘zbekistonda esa yiliga 3 mln tonna atrofida, shu jumladan «O‘zkimyosanoat» Aksiyadorlik Kompaniyasiga qarashli «Ammofos-Maxam» AJ (500 ming tonna), «Maxam-Chirchiq» AJ (273 ming tonna),

Olmalik togʻ-kon metallurgiya kombinati (478 ming tonna) va «Navoiy togʻ-kon metallurgiya kombinati» DK (450 ming tonna) va boshqa bir qator korxonalarda sulfat kislota ishlab chiqarilmoqda.

«Ammofos-Maxam» AJ va «Navoiy TKM» DKning har birida quvvati yiliga 650 ming tonna boʻlgan sulfat kislota ishlab chiqarish sexlari qurish uchun loyihalash va qurilish ishlari olib borilmoqda. Ushbu zamonaviy yangi texnologiyalar boʻyicha yiliga 650 ming tonna sulfat kislota ishlab chiqarish bilan bir qatorda ishlab chiqarish jarayonida hosil boʻladigan issiqlik energiyasidan soatiga 25 megavatt miqdorda elektr energiyasi ishlab chiqarish nazarda tutilgan. Hozirda «Ammofos-Maxam» AJning yillik elektr energiyasiga boʻlgan ehtiyoji soatiga 18-20 megavattni tashkil etadi. Bu esa mazkur korxonaning asosiy mahsulot – sulfat kislota tashqari isteʼmolchilar ehtiyoji uchun qoʻshimcha elektr energiyasi ham yetkazib berish imkoniyatini yaratadi.

Fan va texnikaning soʻnggi yutuqlaridan foydalanish, ilgʻor tajribalarni joriy etish, yangi usullarni qoʻllash yoʻli bilan ishlab chiqarishni uzluksiz takomillashtirish sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatining muhim masalalaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarish usullarining asosiy negizlarini hamda ulardagi hisoblarni amalga oshirishni chuqur oʻrganish oliy oʻquv yurtlarining magistratura va bakalavriatura bosqichi talabalari oldida turgan muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Sulfat kislota va oleumning xossalari

Sulfat kislota kimyoviy tarkibi H_2SO_4 formula bilan ifodalanadi. Sulfat kislota xuddi bir molekula sulfat angidrid SO_3 bilan bir molekula suv H_2O ni birikmasi deb qarash kerak, binobarin, suvsiz sulfat kislota tarkibida 81,63% SO_3 va 18,37% H_2O boʻladi. Texnikada sulfat angidridning suv bilan har qanday nisbatdagi aralashmasini sulfat kislota deb yuritiladi. 1 mol SO_3 ga 1 moldan koʻp miqdordagi H_2O toʻgʻri keladigan aralashmalar sulfat kislota eritmalarini hisoblanadi. 1 mol SO_3 ga 1 moldan kam miqdordagi H_2O toʻgʻri keladigan aralashmalar sulfat angidridning sulfat kislota eritmasi hisoblanadi. Ularni oleum yoki tutovchi sulfat kislota deb ataladi.

Sulfat kislota suvli eritmalarining tarkibi H_2SO_4 yoki SO_3 ning foiz miqdori bilan tavsiflanadi. Oleumning tarkibi esa uning tarkibidagi erkin sulfat angidridning (100% H_2SO_4 dan yuqori) yoki SO_3 ning umumiy foiz miqdori bilan tavsiflanadi.

Sulfat kislota eng faol noorganik kislotalardan biri hisoblanadi. U deyarli barcha turdagi metallar va ularning oksidlari bilan shiddatli reaksiyaga kirishadi; suvda eritilganda esa juda katta miqdordagi issiqlik ajraladi; kuchli oksidlovchilik va boshqa muhim kimyoviy xossalarni namoyon qiladi. Sulfat kislota eritmasi yuqori

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

kimyoviy faolligini uning turli sanoat tarmoqlarida keng foydalanilishidan ham bilish mumkin.

Suvsiz sulfat kislota rangsiz moysimon suyuqlik bo'lib, $10,37^{\circ}\text{C}$ haroratda kristallanadi. $296,3^{\circ}\text{C}$ harorat va 760 mm.sm.ust. bosimida suvsiz sulfat kislota tarkibida 98,3% H_2SO_4 va 1,7% H_2O bo'lgan azeotrop aralashma hosil bo'lguncha parchalanish bilan qaynay boshlaydi. Bunday azeotrop aralashma $336,5^{\circ}\text{C}$ da qaynaydi.

Sulfat kislota suv va sulfat angidrid bilan har qanday nisbatda aralashadi. Aralashtirish paytida turli xil kristallanish harorati va boshqa bir qancha o'ziga xos xossalarga ega bo'lgan bir necha birikmalar hosil qiladi (1.1-jadval).

1.1-jadval

Sulfat kislota va uning suv hamda sulfat angidrid bilan
hosil qilgan birikmalarining kristallanish harorati

Formula	Tarkibi, % hisobida			Kristallanish harorati, $^{\circ}\text{C}$
	H_2SO_4	$\text{SO}_{3\text{umum.}}$	$\text{SO}_{3\text{erkin}}$	
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	57,6	46,9	-	- 24,4
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	73,2	59,8	-	- 39,6
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	84,5	69,0	-	+ 8,48
H_2SO_4	100,0	81,6	-	10,37
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$	110,1	89,9	44,95	35,85
$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{SO}_3$	113,9	93,0	62,0	1,2

Sulfat kislota va oleumning kristallanish harorati. Sulfat kislotaning suvli eritmasi va oleum 1.1-jadvalda keltirilgan birikmalar aralashmasi hisoblanadi. Masalan, 80% li sulfat kislota – bu $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ birikmalarining aralashmasidir; tarkibida 20% $\text{SO}_{3\text{erkin}}$ bo'lgan odatdagi mahsulot sifatidagi oleum esa H_2SO_4 va $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ tarkibli birikmalar aralashmasidan iboratdir.

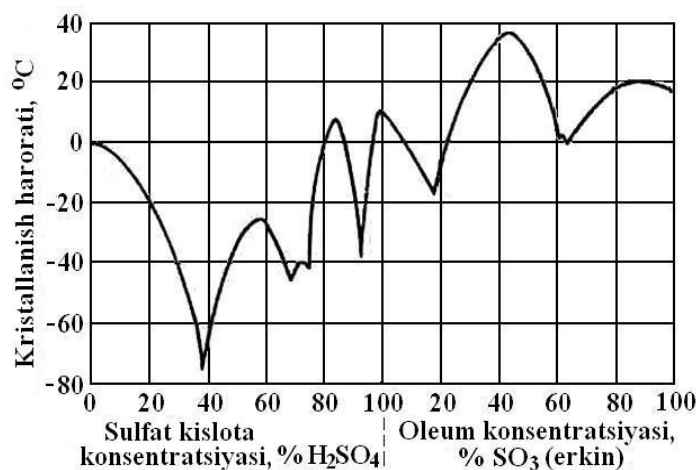
Ma'lumki, ikki modda kristallanish harorati aralashmasining (agarda aralash kristallar hosil qilmasa) alohida olingan moddalarning kristallanish haroratidan past bo'ladi. Shuning uchun sulfat kislota kristallanish harorati bilan uning konsentratsiyasiga bog'liqligini ifodalovchi egri chiziq (1.1-rasm) 1.1-jadvalda keltirilgan birikmalar tarkibiga mos holdagi maksimumga, shuningdek, sistemadagi H_2SO_4 va SO_3 larning quyidagi miqdorlariga mos keluvchi minimumga ega bo'ladi:

% H_2SO_4	Kristallanish harorati, $^{\circ}\text{C}$	$\text{SO}_{3\text{erkin}}$	Kristallanish harorati, $^{\circ}\text{C}$
38,0	- 74,5	18,1	- 17,05
68,3	- 45,7	61,8	+ 1,0
75,0	- 41,0	64,35	- 1,1
93,3	- 37,8		

Sulfat kislota tashish va saqlashda uning kristallanishini kamaytirish maqsadida sulfat kislota mahsulot navlarining shunday konsentratsiyasi tanlanadiki, bunda uning kristallanishiga eng past harorat to'g'ri keladi (1.1-rasmdagi egri chiziqning minimumlariga e'tibor bering):

	% H ₂ SO ₄	% SO ₃
Minorali kislota	75	—
Kontaktli kislota	92,5	—
Oleum	104,5	20
Yuqori konsentratsiyali oleum	114,5	65

Sulfat kislota va oleumning kristallanish haroratlarini ma'lumotnoma jadvallaridan ko'rish mumkin.



1.1-rasm. Sulfat kislotaning kristallanish harorati.

Sulfat kislota va oleumning qaynash harorati va bug' bosimi. Sulfat kislota suvli eritmasining konsentratsiyasi ortishi bilan uning qaynash harorati ortadi, 98,3% li H₂SO₄ da maksimumga (336,5°C) erishadi, so'ngra pasayadi.

Oleumning qaynash harorati erkin xolatdagi SO₃ miqdorining ortishi bilan 0% SO₃ dagi qaynash harorati 296,2°C dan 100% SO₃ dagi qaynash harorati 44,7°C gacha pasayadi. Sulfat kislota eritmasi va oleum konsentratsiyasiga uning qaynash haroratining bog'liqlik grafigi 1.2 – rasmda keltirilgan.

Sulfat kislotaning suvli eritmasi va oleumning turli haroratlardagi bug' bosimi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

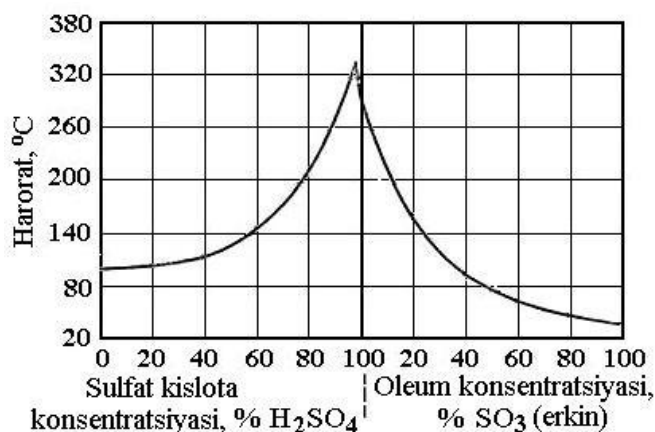
$$\lg P = A - \frac{B}{T} \quad (1.1)$$

bu yerda: P – bug' bosimi, mm.sim.ust.; A va B – koeffitsientlar; T – absolyut harorat, °K.

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Sulfat kislotasining suvli eritmasi ustidagi umumiy bug‘ bosimini hisoblash uchun A va B koeffitsientlarning qiymati:

% H ₂ SO ₄	A	B	% H ₂ SO ₄	A	V
10	8,925	2259	65	8,853	2533
20	8,922	2268	70	9,032	2688
30	8,864	2271	75	9,034	2810
35	8,873	2286	80	9,293	3040
40	8,844	2299	85	9,239	3175
45	8,809	2322	90	9,255	3390
50	8,832	2357	95	9,790	3888
55	8,827	2400	98,3	9,780	4211
60	8,841	2458	100	9,805	3914



1.2-rasm. Sulfat kislota eritmasi va oleum konsentratsiyasiga uning qaynash haroratining bog‘liqlik grafigi (bosim 1 atm).

Oleumning bug‘ bosimini hisoblash uchun A va B koeffitsientlardan foydalaniladi:

% SO ₃ (erkin)	5	10	15	20	25	30	35	65	100
A	8,51	9,01	9,47	9,84	10,16	10,44	10,70	10,50	9,89
B	2750	2812	2871	2915	2941	2965	2977	2510	2230

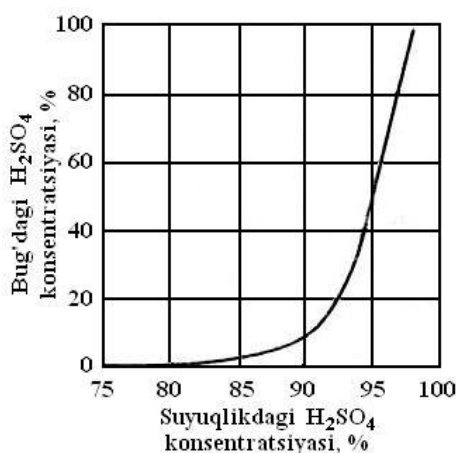
Sulfat kislota eritmasi ustidagi bug‘lar suv, H₂SO₄, SO₃ bug‘laridan iborat bo‘ladi; bundagi bug‘ning tarkibi suyuqlik tarkibidan tamomila farq qiladi. Faqatgina 98,3% li sulfat kislota eritmasi ustidagi bug‘ning tarkibi suyuqlik tarkibi bilan bir xil bo‘ladi.

1.3-rasmda qaynash haroratida sulfat kislota ustidagi bug‘ning tarkibi keltirilgan. Tasvirdan ko‘rinadiki, sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasi

kamayishi bilan bug‘ tarkibidagi H_2SO_4 miqdori keskin kamayadi. 80% li sulfat kislota eritmasiga to‘g‘ri keladigan bug‘ning tarkibida 1% atrofidagi H_2SO_4 bo‘ladi.

Turli haroratdagi sulfat kislota suvli eritmalari ustidagi bug‘ tarkibidagi H_2SO_4 ning parsial bosimini quyidagi A va B koeffitsientlar asosida (1.1) formuladan foydalanilgan holda aniqlash mumkin:

% H_2SO_4	A	B
85	7,751	3742
90	7,897	3685
93	8,170	3656
95	8,316	3637
98	8,470	3593



1.3-rasm. Qaynash haroratida sulfat kislota ustidagi bug‘ning tarkibi.

Bu koeffitsientlardan $250^{\circ}C$ dan past haroratda sulfat kislota bug‘lari bosimini texnik hisoblashlarda foydalanish mumkin, bunda sulfat kislota bug‘larining parchalanishi hisobga olinmagan.

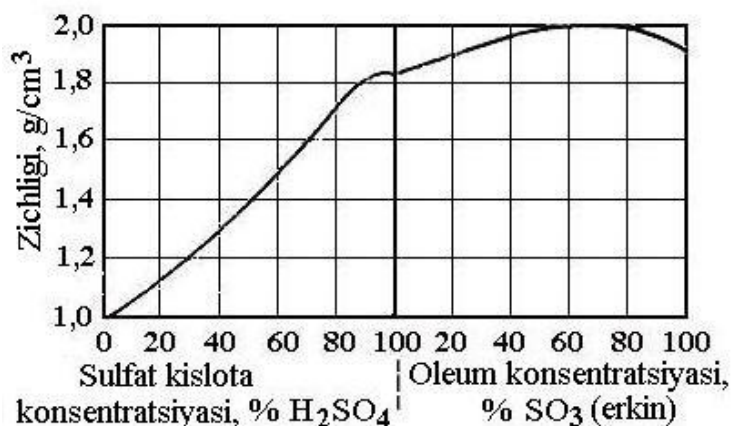
Sulfat kislota eritmalari ustidagi bug‘ning tarkibi nafaqat uning konsentratsiyasiga, balki uning haroratiga ham bog‘liqdir. Buni haroratning ortishi bilan:



tenglama orqali ifodalanuvchi parchalanish reaksiyasining kuchayishi bilan izohlanishi mumkin.

Sulfat kislota va oleumning zichligi. H_2SO_4 miqdorining ortishi bilan sulfat kislota eritmasining zichligi ham ortadi va 98,3% H_2SO_4 da maksimumga erishadi. So‘ngra uning qiymati birmuncha kamayadi va 100% li H_2SO_4 da $1,8305 \text{ g/sm}^3$ ga yetadi. Oleumning zichligi uning tarkibidagi SO_3 ning ortishi bilan 62% SO_3 (erkin) gacha ortadi, so‘ngra kamayadi. Haroratning ortishi bilan sulfat kislotaning zichligi kamayadi. Odatda ma‘lumotnoma jadvallarida sulfat kislota va oleumning $20^{\circ}C$ haroratdagi zichliklari keltirilgan bo‘ladi. $20^{\circ}C$ dan yuqori va past haroratdagi zichlik

qiymatlarini aniqlashda ma'lumotnomalardagi haroratga to'g'rilash koeffitsientlaridan foydalaniladi. 1.4-rasmda sulfat kislota va oleum konsentratsiyasi bilan zichliklari orasidagi bog'lanishning tasviri keltirilgan.



1.4-rasm. Sulfat kislota va oleum konsentratsiyasi bilan zichliklari orasidagi bog'lanish.

Texnik hisoblashlar uchun yetarli bo'lgan aniqlikdagi sulfat kislota konsentratsiyasini uning zichlik qiymati orqali ham aniqlash mumkin. Sulfat kislota eritmasida begona qo'shimchalarning ortishi bilan uning zichligi va konsentratsiyasi orasidagi bunday bog'lanishni buzadi va bunday hollarda sulfat kislota konsentratsiyasi kimyoviy tahlil orqali aniqlanadi.

Sulfat kislota va oleumning issiqlik sig'imi va o'tkazuvchanligi. Sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasi ortishi bilan uning issiqlik sig'imi kamayadi va suvsiz sulfat kislota minimum 1,42 j/(g·grad) qiymatga erishadi; oleumning issiqlik sig'imi esa SO₃ (erkin) miqdori ortishi bilan kattalashib boradi. Haroratning ortishi natijasida sulfat kislota va oleumning issiqlik sig'imi birmuncha ortadi. Issiqlik hisoblarida odatda 1 kg sulfat kislota 0°C dan talab etiladigan haroratgacha qizdirishda talab etiladigan issiqlik miqdori kattaligi ishlatiladi.

Sulfat kislota issiqlik o'tkazuvchanligi konsentratsiyaning ortishi va haroratning kamayishi bilan kamayadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik λ (kkal/(mol·soat·grad) hisobida) quyidagi empirik formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$\lambda = 0,447 + 0,0014t - \left(0,22 + \frac{t}{1500}\right) \cdot \frac{C}{100}$$

Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi oraliq mahsulotlar xossalari

Sulfit angidridning xossalari. Sulfit angidrid SO₂ yoki oltingugurt qo'shoksidi (molekulyar massasi 64,066) odatdagi haroratda ko'zning shilliq pardalari va nafas

olish organlarini zararlaydigan oʻtkir xidli rangsiz gazdir. U atmosfera bosimida – 10,1°C haroratgacha sovutilganda osonlik bilan suyuqlikka aylanadi. Suyuq faza ustidagi SO₂ ning bugʻ bosimi 20°C haroratda 3,195 bar (3,25 atm) ga va 50°C haroratda 8,245 bar (8,4 atm) ga tengdir.

20°C haroratda bir hajm suvda 40 hajm SO₂ eriydi; bunda 34,4 kJ/mol (8,2 kkal/mol) issiqlik ajralib chiqadi.

Haroratning ortishi bilan SO₂ ning suvdagi eruvchanligi kamayadi. SO₂ ning sulfat kislotadagi eruvchanligi suvdagiga qaraganda kamdir. Sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan sulfit ангидридning eruvchanligi dastlab kamayib boradi, H₂SO₄ konsentratsiyasi 85% boʻlganda minimumga erishadi va soʻngra yana orta boshlaydi.

Sulfit ангидрид katalizator ishtirokida oksidlanadi:



Sulfit ангидрид suv bilan birikib sulfit kislotasini hosil qiladi:



va u faqatgina eritmadagina mavjud boʻladi.

Oltingugurt dioksidning xlor bilan taʼsirlashuvidan sulfuril xlorid olinadi:



SO₂ kimyoviy reaksiyalarda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi.

Sulfat ангидридning xossalari. Sulfat ангидрид SO₃ yoki oltingugurt trioksid (molekulyar massasi 80,056) odatdagi sharoitda rangsiz gazdir. U havodagi namlikni tortib olib tutaydi va havoda muallaq holatdagi sulfat kislota tomchilarini hosil qiladi. Gaz holatdagi SO₃ 44,75°C haroratda siqilib, rangsiz suyuqlikka aylanadi.

Qattiq holatdagi sulfat ангидрид bir necha - α,β,γ-kristall shakllarda mavjud boʻlib, ularning suyuqlanish haroratlari tegishli holda 16,8; 31,5 va 62,2°C ga tengdir. Sulfat ангидридning molekulyar massasi toʻgʻrisidagi tadqiqotlarning koʻrsatishicha, α-shakldagi modifikatsiyaga SO₃ tarkibi mos keladi, uning qolgan shakllari esa sulfat ангидридning polimerlanishidan hosil boʻladi.

Sulfat ангидридning shakllari bir-biridan kristall panjaralarining tuzilishi, bugʻ bosimining kattaligi, kimyoviy faolligi va boshqa xossalari bilan farqlanadi.

Sulfat ангидридning bugʻ bosimlari P (mm.sim.ust. da) quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$\lg P = 6,6570 - \frac{154,9}{T} - \frac{331650}{T^2} \quad (\text{suyuq } \alpha\text{-shakl})$$

$$\lg P = 12,2346 - \frac{2916}{T} \quad (\text{qattiq } \alpha\text{-shakl})$$

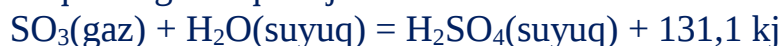
$$\lg P = 12,5615 - \frac{3040}{T} \quad (\text{qattiq } \beta\text{-shakl})$$

Sulfat angidridning kristallanishida va uning polimerlanishida turlicha issiqlik ajraladi, masalan, 25°C haroratda:

O'zgarish	Issiqlik miqdori
$\text{SO}_3(\text{suyuq}) \rightarrow \alpha\text{-SO}_3(\text{qattiq})$	7,081
$\alpha\text{-SO}_3(\text{qattiq}) \rightarrow \beta\text{-SO}_3(\text{qattiq})$	3,478
$\alpha\text{-SO}_3(\text{qattiq}) \rightarrow \gamma\text{-SO}_3(\text{qattiq})$	14,33

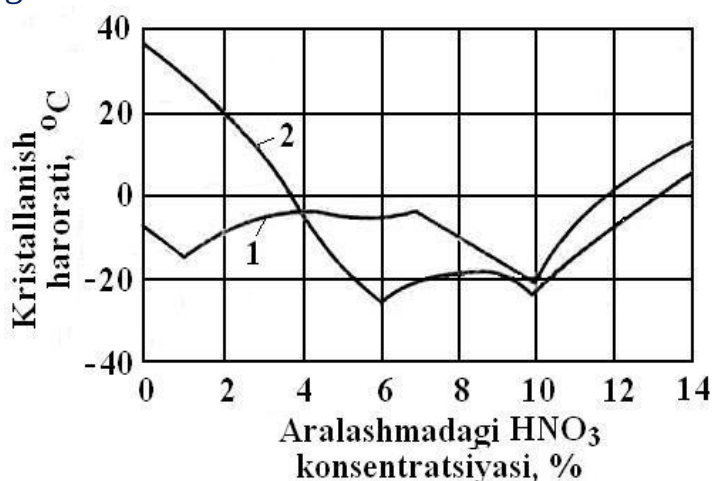
Sulfat angidridning qattiq polimer shakllari qizdirilganda dissotsilanadi.

Sulfat angidrid suv bilan shiddatli ta'sirlashadi va sulfat kislotaga aylanadi. Bunda juda katta miqdordagi issiqlik ajraladi:



Sulfat angidrid kuchli suv tortib olish xususiyatiga ega, u o'simlik va hayvon to'qimalarini yemiradi va kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Oltingugurt, fosfor, uglevodorodlar va boshqa moddalarni oksidlab, SO_3 sulfit angidridgacha qaytariladi. Sulfat angidridning polimer shakllari nisbatan inertdir; ular suv bilan nisbatan passiv ta'sirlashadi, havoda kam tutaydi va to'qimalarni yemirishi sezilarsizdir.

Suyuq sulfat angidrid sulfit angidrid bilan har qanday nisbatda aralashadi, qattiq sulfat angidrid suyuq SO_2 da eriydi, ammo bunda hech qanday yangi kimyoviy birikma hosil bo'lmaydi. Suyuq SO_3 nitrat kislota bilan har qanday nisbatda aralashadi. Bunda $(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{HNO}_3$ turidagi barqaror birikma (suyuqlanish harorati 106,5°C) hosil qiladi. 1.5-rasmda oleum va nitrat kislota aralashmasining muzlash haroratlari ko'rsatilgan.



1.5-rasm. Oleum va 93% li nitrat kislota aralashmasining muzlash harorati:

1 – 20% li oleum va HNO_3 ; 2 – 40% li oleum va HNO_3

Sulfat angidrid, shuningdek, azot oksidlari va arsenit angidrid bilan birikadi, asosli oksidlar va asoslar bilan shiddatli ta'sirlashadi.

Gaz holatdagi SO_3 vodorod xlorid bilan ta'sirlashib xlorosulfon kislotasi $\text{SO}_2(\text{OH})\text{Cl}$ ni, ammiak bilan ta'sirlashib ammoniy amidosulfonat $\text{NH}_4\text{SO}_2\text{ONH}_2$ ni hosil qiladi. Ammoniy amidosulfonatdan samarador gerbitsid sifatida ishlatiladigan ammoniy sulfamat $\text{NH}_4\text{SO}_2\text{ONH}_2$ tayyorlanadi.

Sulfat kislota navlari, uni saqlash va tashish

Sulfat kislota navlari. Sanoatda bir necha navdagi sulfat kislota ishlab chiqariladi. Ular tarkibidagi H_2SO_4 yoki SO_3 (erkin) miqdorlari, shuningdek qo'shimchalarning tarkibi va miqdori bilan bir-biridan farqlanadi. Nitrozali usulda tarkibida taxminan 75% H_2SO_4 bo'lgan nisbatan past konsentratsiyali minora kislotasi olinadi. Kontaktli usul bo'yicha esa amalda har qanday konsentratsiyadagi sulfat kislota olinishi mumkin. Chunki kontakt jarayonida hosil bo'ladigan sulfat angidridga har qanday miqdordagi suv qo'shilishi mumkin.

Qo'shimchalarning tarkibi va miqdori sulfat kislota ishlab chiqarish usuliga bog'liqdir. Masalan, minorali sulfat kislotasi ishlab chiqarishda unga kuyundi gazi tarkibidagi, xattoki uni quruq elektrofiltrlarda tozalangandan keyin ham qoladigan changning bir qismi aralashgan bo'ladi. Bundan tashqari, minorali kislota tarkibida erigan azot oksidlari ham bo'ladi. Shuningdek, sulfat kislota, H_2SO_4 eritmasida jihozlarning korroziyalanishidan hosil bo'ladigan mahsulotlar bilan ham birmuncha ifloslanadi. Agarda kislotani konsentrlash jarayoni amalga oshirilsa, unga o'choq gazlari tarkibidagi qo'shimchalar ham aralashishi natijasida ifloslanadi.

Odatda texnik sulfat kislota uning ishlab chiqarilish, saqlanish va tashish jarayonlarida organik moddalarning parchalanishi oqibatida qora tusga kiradi.

Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda kuyundi gazlaridan chang tozalangach, maxsus tozalash amalga oshiriladi. Shu sababli kontakt sulfat kislotasi tarkibida faqatgina korroziya mahsulotlari erishidan hosil bo'lgan qo'shimchalar bo'ladi. Korroziyaga nisbatan yuqori chidamli materiallardan tayyorlangan jihozlardan foydalanish orqali yuqori tozalikdagi kontakt sulfat kislotasi olish mumkin.

Turli navdagi sulfat kislotasining sifatiga bo'lgan talablar tegishli standartlarda belgilab beriladi va tegishli o'zgarishlar kislota ishlab chiqarish texnikasi va uning iste'molchilari talabiga ko'ra muntazam ko'rib chiqiladi.

Hozirda iste'moldagi turli navlardagi sulfat kislotasining asosiy ko'rsatkichlari 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval

Turli navlardagi sulfat kislotasining asosiy ko'rsatkichlari

Sulfat kislota navlari	Konsentratsiyasi, % dan kam emas	
	H ₂ SO ₄	SO ₃ (erkin)
Kontaktli yuqori sifatli:		
A nav	92,5-94	
B nav	92,5-94	
Kontaktli texnik	92,5	
Oleum:		
yaxshilangan	–	24
texnik	–	18,5
Minorali		
Regeneratsiyalangan	91	
Akkumulyatorli:		
A nav	92-94	
B nav	92-94	
Reaktiv:		
kimyoviy toza (k.t.)	93,56-95,6	
tahlil uchun toza (t.u.t.)	93,56-95,6	
toza (t)	93,56-95,6	

Sulfat kislota saqlash va tashish. Sulfat kislota ishlab chiqarish uzluksiz jarayondir. Shuning uchun ishlab chiqarishda tayyor mahsulot – kislota saqlash uchun muntazam kelib turadi. Kislota olib ketish esa davriy amalga oshiriladi. Shu sababli sulfat kislota zavodlarda tayyor mahsulot omborlari mavjuddir.

Sulfat kislota omborlarda uni usti yopiq holatdagi ayvonlarga joylashtiriladigan baklarda saqlanadi. Baklarning yuqori qismida qopqoqlari, taqsimlagich ventillari, sifonlari va hokazo lar mavjud bo'lib, ular atmosfera yog'inlaridan muhofaza qilingan bo'ladi.

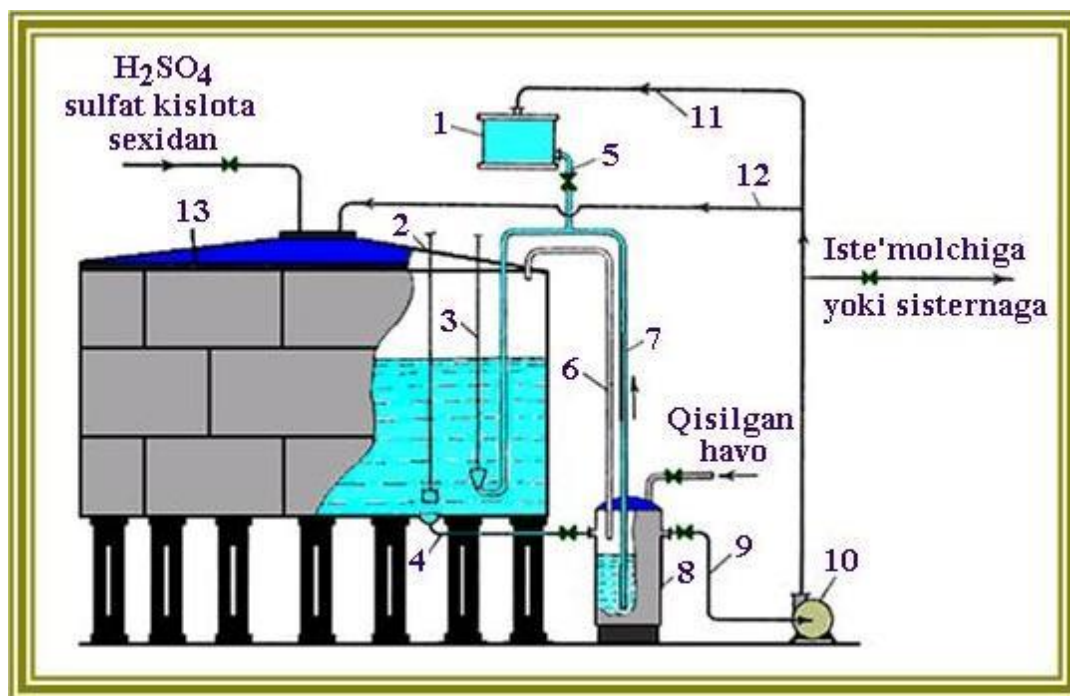
Tayyor mahsulot saqlanadigan baklar gorizontall yoki vertikal o'rnatilgan 3000 m³ gacha hajmdagi po'lat listlardan tayyorlangan rezervuarlardan iborat bo'ladi. Ombordagi baklarning umumiy hajmi kamida o'n kunlik sex mahsulotini saqlash imkoniyatiga ega bo'lishi lozimdir. Odatda bir necha baklar o'rnatiladi, bu esa ularni tozalash va ta'mirlash paytida ham zavodning to'xtovsiz ishlashini ta'minlaydi. Rezervuarlar yaqinidan temir yo'l o'tkaziladi va shu yerdagi maydonchaga kislota quyish uchun sisternalar o'rnatiladi.

Minorali, kontaktli konsentrlangan sulfat kislota va oleum ichki qismi niqoblanmagan po'lat baklarda saqlanadi. Alohida tozalangan va past konsentratsiyali sulfat kislota saqlash uchun ishlatiladigan po'lat baklarning ichki qismi kislota bardosh keramika bilan niqoblanadi.

Sovuq iqlimli tumanlarda tayyor mahsulot saqlash baklari isitiladigan binolarda joylashtiriladi. Konsentrlangan kislota yoki oleum saqlanadigan baklar esa ayvonlarda yoki isitilmaydigan omborlarda joylashtirilishi mumkin.

Kislotani saqlash, quyish va tashishda muzlab qolishni oldini olish maqsadida sisternalarga maxsus isitgichlar ham o'rnatilishi mumkin.

1.6-rasmda anchagina sodda sulfat kislota saqlash omborining tasviri ko'rsatilgan. Sexdan keladigan kislota quvur orqali saqlash bakining (13) yuqori qismiga beriladi va sifon (7) yordamida sisternaga quyiladi (yoki iste'molchiga uzatiladi). Uni to'ldirish ikki usulda amalga oshiriladi.



1.6-rasm. Sulfat kislotasi omborining tasviri:

1 - quyish baki; 2,3 - qopqoqlar; 4 – patrubka; 5,6,9,11,12 - quvurlar; 7 – sifon; 8 – burak; 10 – nasos; 13 – bak (ombor).

Iste'molchining talab va ehtiyojiga ko'ra sulfat kislota turlicha hajmdagi idish va qurilmalarda tashiladi. Uzoq masofalarga tashiladigan sulfat kislota asosan yuk ko'tarish quvvati 50 t gacha bo'lgan temir yo'l sisternalarida tashiladi. Oz miqdordagi sulfat kislota talab etiladigan iste'molchilarga esa kattaligi 0,2 dan 1 t gacha bo'lgan avtosisternalarda, konteynerlarda, po'lat bochkalarda yoki hajmi 30 dan 45 l gacha bo'lgan shisha butillarda yetkaziladi. Shisha idishlar maxsus savatlarga joylanib unga yog'och qirindisi solinadi.

Har bir jo'natiladigan sulfat kislota partiyasida sulfat kislotasining navi, uning tahlil natijalari, jo'natilgan kun va miqdori ko'rsatilgan pasporti yoki kichik partiyadagi idishlarda yuqoridagi ma'lumotlar keltirilgan yorliqlari bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Sulfat kislota xossalarini ayting
2. Oleumning xossalarini ayting.
3. Sulfat kislota va oleumning kristallanish harorati haqida gapiring.
4. Sulfat kislota va oleumning qaynash harorati va bug' bosimi haqida gapiring.
5. Sulfat kislota va oleumning zichligi haqida gapiring.
6. Sulfat kislota va oleumning issiqlik sig'imi va o'tkazuvchanligi haqida gapiring.
7. Sulfat kislota va oleumning qovushqoqligi va sirt tarangligi haqida gapiring.
8. Sulfat kislota hosil bo'lish issiqligi haqida gapiring.
9. Sulfat kislota eritmasidan suvning bug'lanish issiqligi haqida gapiring.
10. Sulfit angidridning xossalarini ayting.
11. Sulfat angidridning xossalarini ayting.
12. Sulfat kislota qanday navlarini bilasiz?
13. Sulfat kislota saqlash va quyish usullarini ayting.
14. Sulfat kislota tashish usullarini ayting.

2-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISHDAGI O'CHOQ GAZINING XOMASHYOLARI

Reja:

1. Oltingugurt kolchedanlarining tarkibi va turlari
2. Oltingugurt va uning xossalari.
3. Tabiiy rudalardan oltingugurtning olinishi

Oltingugurt kolchedanlarining tarkibi va turlari

Sulfat kislota olish uchun xomashyo sifatida elementar oltingugurt yoki tarkibida oltingugurt tutgan va undan elementar oltingugurt yoki sulfit angidrid olish mumkin bo'lgan moddalar ishlatiladi. Tabiiy oltingugurt tabiatda nisbatan kam tarqalgandir. Oltingugurt tabiatda ko'pincha temir, rux, qo'rg'oshin, mis va boshqa metallar bilan birikmasi holatida uchraydi. Yer 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 hokazolar 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 pechlaridan chiqadigan gazlar tarkibida ham sezilarli miqdordagi sulfit 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 sulfat kislota ishlab chiqarish uchun xomashyo 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 xomashyo turlari bir-biridan farqlanadi. Ko‘pgina mamlakatlarda hozircha asosan oltingugurtli kolchedan asosiy xomashyo 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 xomashyosi sifatidagi oltingugurt va kolchedanning nisbiy ulushi kamayib, uning o‘rnini turli chiqindilardan ajratib olinadigan oltingugurt egallamoqda.

Oltingugurt kolchedanining asosiy tarkibiy qismida 53,5% S va 46,5% Fe bo‘lgan temir disulfid FeS_2 dan iboratdir. Tabiiy oltingugurt kolchedani tarkibida FeS_2 dan tashqari mis, rux, qo‘rg‘oshin, mishyak, nikel, kobalt, selen, vismut, tellur, kadmiy birikmalari, kalsiy va magniy karbonatlari va sulfatlari, oz miqdorda oltin va kumush kabi qo‘shimchalar bo‘ladi. Shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladigan kolchedan tarkibidagi oltingugurt miqdori katta chegarada – 30 dan 52% gacha o‘zgarib turadi.

Oltingugurtli kolchedan – sarg‘ish yoki sarg‘ish-kulrang tusli mineral bo‘lib, uning zichliga qariyib 5 g/sm^3 ga teng. Bo‘lakchalarining kattaligi va kolchedan naviga qarab uning to‘kilish massasi (og‘irligi) 2200 dan 2400 kg/m^3 gachani tashkil qiladi.

Kolchedan konlari MDH da, Ispaniyada, Yaponiyada, Kanadada, Portugaliyada, Italiyada, Norvegiyada va boshqa mamlakatlarda mavjuddir. Qazib olinadigan kolchedan sulfat kislota zavodlariga 50-400 mm li bo‘lakchalar holatida keltiriladi.

Kolchedanda eng ko‘p uchraydigan qo‘shimcha mis hisoblanadi. Tarkibidagi mis miqdori 1% dan ko‘p bo‘lgan kolchedan misli kolchedan bo‘lib, undan mis olish uchun xomashyo sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ammo misga kambag‘al bo‘lgan kolchedandan mis suyuqlantirish zavodlarida to‘g‘ridan-to‘g‘ri foydalanish

maqsadga muvofiq emas, shuning uchun uni flotatsiyalash yo'li bilan boyitiladi. Flotatsiyalashda mis bilan birgalikda boshqa qimmatbaho metallar (rux, qo'rg'oshin, kumush, oltin va hokazo) ruda konsentratlari va flotatsiyalangan kolchedan ajratib olinadi.

Flotatsiyalangan kolchedandagi oltingugurt miqdori 32 dan 40% gacha bo'ladi. Bu kolchedanni ikkilamchi flotatsiyalash natijasida bekorchi jinslar ajratiladi va tarkibida 45-50% oltingugurt bo'lgan pirit konsentrati olinadi. Rudalarni boyitish jarayoni takomillashishi bo'yicha tarkibida qimmatbaho qo'shimchalar oz darajada bo'lishiga qaramay xomashyoni flotatsiyalash eng maqbul hisoblanadi. Shuning uchun flotatsiyalanadigan kolchedan rudasining ulushi muntazam ortib bormoqda. Buni sulfat kislota zavodlarida kolchedan rudasidan to'g'ridan-to'g'ri foydalanishning nisbiy ulushi kamayib borayotganligi bilan izohlash mumkin.

Flotatsiyalangan kolchedanni sulfat kislota zavodlariga olib kelishda va omborlarda saqlashda u yuqori namlikka ega bo'lganligi uchun qotib qoladi. Bu esa uni vagonlardan tushirish va keyingi bosqichda pechda kuydirish uchun uzatishda katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Bundan tashqari qotib qolgan kolchedan bo'lakchalarining muallaq holatdagi yonishi kuydirish jarayonida yomonlashadi. Shuning uchun flotatsiyalangan kolchedanni iste'molchiga berishdan oldin o'txona gazlari bilan qizdiriladigan barabanli quritgichlarda quritiladi. Davlat standartlari talablariga muvofiq iste'molga jo'natiladigan flotatsiyalangan kolchedandagi namlik kuzgi-qishgi mavsumda 4,5% dan ortmasligi talab etiladi. Kolchedanni tashqi atmosfera havosining namligidan muhofaza qilish maqsadida quruq kolchedan saqlanadigan omborlarning iloji boricha germetikligi ta'minlanadi.

Toshko'mir konlarida ham ma'lum miqdordagi oltingugurt kolchedanlari uchraydi. Qo'lda ajratib olish va maydalash orqali kolchedanning 80% gacha ajratib olishga erishiladi. Bunday kolchedan tarkibida 15% gacha uglerod bo'ladi va shuning uchun uni ko'mirli kolchedan deyiladi. Tarkibida ko'p miqdordagi (33-42%) oltingugurt tutishiga qaramay, ko'mirli kolchedan xattoki zamonaviy mexanik pechlarda ham kuydirilmaydi, chunki uning intensiv yonishi natijasida harorat keskin ortib ketadi va pechning tezda ishdan chiqishiga olib keladi. Bundan tashqari bunday kolchedandagi ko'mirning yonishiga ortiqcha miqdordagi kislorod sarflanadi, buning natijasida kuyundi gazi tarkibidagi SO_2 va O_2 konsentratsiyasi keskin pasayadi. Bu esa sulfitli gazlarni keyingi bosqichlarda sulfat kislotasiga qayta ishlash jarayonlarini qiyinlashtiradi.

Uglerod miqdorini kamaytirish uchun ko'mirli kolchedan boyitiladi. Buning uchun maydalangan kolchedan maxsus yuvish vannalariga uzatiladi, u yerda yengil ko'mir zarrachalari suv bilan yuviladi. Boyitilgan ko'mirli kolchedandagi uglerod miqdori 3-6% dan ortmaydi.

Ko'mirli kolchedan kuydirilganda SO_2 bilan bir paytda oz miqdordagi vodorod sulfid, uglerod sulfid, uglerod sulfoksid va elementar oltingugurt ham hosil bo'ladi.

Kolchedanni kuydirish jarayonida kislorod bilan boyitilgan havo ishlatish yo‘li bilan bunday qo‘shimchalar miqdorini keskin kamaytirishga erishiladi. Bu qo‘shimchalar sulfat kislota ishlab chiqarishning kontaktli va minorali jarayonlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatmaydi.

Oltingugurt va uning xossalari

Elementar oltingugurt (yoki oltingugurt bug‘i) tabiiy rudalardan, shuningdek sulfat angidrid yoki vodorod sulfid tutgan gazlardan olinadi. Elementar oltingugurt sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng yaxshi turdagi xomashyolardan biri hisoblanadi. Uni yoqish natijasida katta miqdorda SO_2 va kislorod tutgan hamda 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. Tabiiy 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 barpo etish 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‘yoqlar va kimyo-farmatsevtika preparatlari olishda hamda pirotexnikada ishlatiladi.

Jahon miqyosida elementar oltingugurtdan foydalanish taxminan quyidagicha taqsimlanadi:

Sulfat kislota ishlab chiqarish uchun	50
Sellyuloza-qog‘oz sanoati uchun	25
Qishloq xo‘jaligiga	10-15
Boshqa iste‘molchilarga	10-15

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

Oltingugurtning xossalari. Oltingugurtning nisbiy atom massasi 32,064. Oltingugurt odatdagi haroratda qattiq holatda bo‘ladi. Qattiq oltingugurt ikki xil – rombik va monoklinik allotropik shakllarda bo‘ladi:

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Xossasi	Rombik oltingugurt	Monoklinik oltingugurt
Zichligi, g/sm ³	2,07	1,96
Barqarorlik chegarasi, °C	95,6 dan past	95,6-119,3
Suyuqlanish harorati, °C	112,8 (tez qizdirilganda)	119,3
Suyuqlanish issiqligi:		
<i>j/g</i>	39,4	45,3
<i>kal/g</i>	9,4	10,8

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

Turlicha haroratdagi qattiq va suyuq oltingugurt ustidagi bug' bosimi quyida keltirilgan:

Harorat, °C	50	100	200	300	400	444,6
Bug' bosimi, mm.sim.ust.....	0,0002	0,008	2,3	48	378	760
Bug'dagi oltingugurt konsentratsiyasi, g/sm ³	0,003	0,12	32,4	653	4900	9500

Qizdirilganda oltingugurtning molekula tuzilishi o'zgarishi hisobiga uning xossasi o'zgaradi. Odatdagi haroratda oltingugurt yopiq halqali sakkiz atomdan iborat molekula (S₈) shaklida bo'ladi. 160°C haroratda S₈ halqalari uziladi va chiziqsimon zanjir hosil qiladi, bu esa uning qovushqoqligini ortishiga olib keladi. Harorat yanada ko'tarilganda esa uzun zanjirlar uziladi (destruksiyanadi) va oltingugurt qovushqoqligining yana pasayishiga olib keladi.

Oltingugurt bug'ida S₈, S₆ va S₂ molekulalari bo'ladi, haroratning ortishi bilan S₂ molekulalari miqdori ortadi, bunda bug' rangi o'zgaradi. Qaynash harorati yaqinida oltingugurt bug'i och sariq rangda bo'ladi va haroratning ortishi bilan qizara boshlaydi, so'ngra yana tiniqlashadi va 650°C haroratda to'q sariq rangga kiradi. 900°C haroratda oltingugurt bug'lari amalda S₂ molekulalaridan iborat bo'ladi. Uning atomlarga parchalanishi taxminan 1600°C haroratdan boshlanadi.

Oltingugurtning solishtirma issiqlik sig'imini (*j/g·grad* hisobida) quyidagi formulalar orqali hisoblash mumkin:

rombik oltingugurt uchun 0 dan 95,6°C harorat chegarasida

$$c_p = 0,469 + 8,17 \cdot 10^{-4} T$$

monoklinik oltingugurt uchun 0 dan 110°C harorat chegarasida

$$c_p = 0,465 + 9,09 \cdot 10^{-4} T$$

suyuq oltingugurt uchun

$$c_p = 0,239 - 25,6 \cdot 10^{-4} T$$

Bug' holatdagi oltingugurtning molyar issiqlik sig'imini (j/g·grad hisobida) quyidagi formulalar orqali hisoblash mumkin:

$$C_p(S_2) = 0,507 + 5,79 \cdot 10^{-5} T$$

$$C_p(S_6) = 0,427 + 5,79 \cdot 10^{-5} T$$

$$C_p(S_8) = 0,411 + 5,79 \cdot 10^{-5} T$$

Bu formulalardagi c_p va C_p lar o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imlaridir; T – absolyut harorat, °K hisobida.

Tabiiy rudalardan oltingugurtning olinishi

Tabiiy oltingugurt konlari qoldikli yoki vulqonli xususiyatdagi qatlamlar tarzida uchraydi. Tabiiy oltingugurt konlari Italiyada (Sitsiliya orollarida), Yaponiyada (Xokkaydo orollarida), AQSH da (Texas va Luiziana shtatlarida) uchraydi.

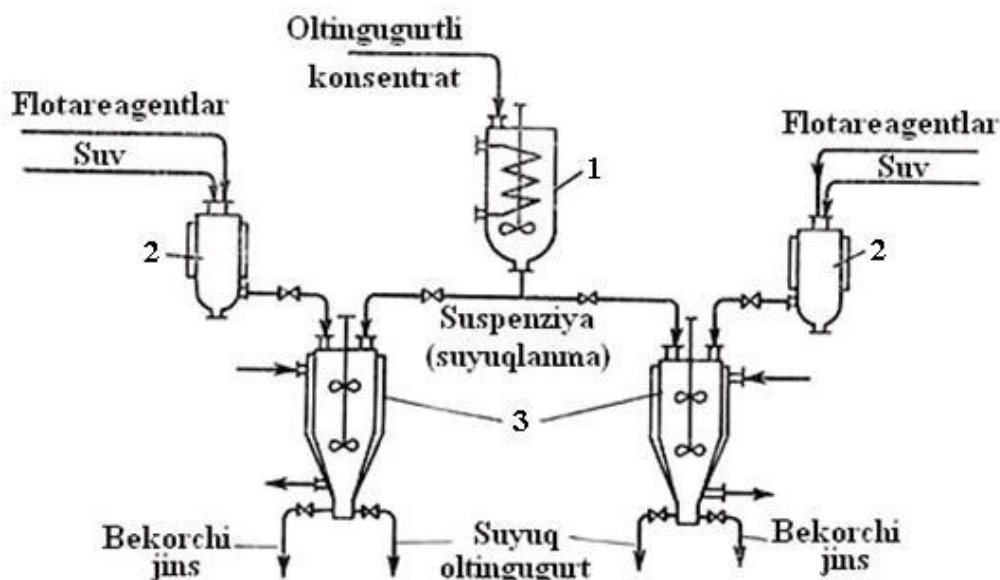
Tarkibida 20% va undan ortiq oltingugurt tutgan tabiiy oltingugurt rudalari to'g'ridan-to'g'ri kuydirilib, sulfit angidridga aylantiriladi va undan sulfat kislota ishlab chiqariladi. Ammo odatda oltingugurtli rudalar kuydirilmaydi, balki undan oltingugurt suyuqlantirilib ajratib olinadi. Oltingugurt suyuqlantirib ajratib olish pechlarda, avtoklavlarda va to'g'ridan-to'g'ri yer osti qatlamlarida amalga oshiriladi.

Pechlarda oltingugurt suyuqlantirishda ruda tarkibidagi 25% gacha oltingugurt yoqish issiqligidan foydalaniladi. Bunda elementar oltingugurt unumi 75% ga yetadi.

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

Ko'pincha oltingugurtga boy bo'lgan tabiiy oltingugurt rudalaridan uni flotatsiyalash yo'li bilan ajratib olinadi.

Tabiiy rudalardan oltingugurt olish uchun flotatsiyalash va so'ngra flotatsiya avtoklavlarida konsentratdan oltingugurtni suyuqlantirish usuli qo'llaniladi (2.1-rasm).



2.1-rasm. Avtoklavlarda flotatsiyalash orqali oltingugurtli konsentratlardan oltingugurt olish tasviri:

1 – suyuqlantirgich; 2 – flotoreagent eritmalari yig'gichlari; 3 – flotatsiyalash avtoklavlari.

Kondan keladigan oltingugurtli ruda dastlab tegirmonlarda maydalanadi. Juda mayda holatigacha maydalangan ruda flotatsiyalashga yuboriladi. Bunda flotoreagent sifatida suyuq shisha, kerosin va C_7-C_9 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 (1) yuboriladi.

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

Muntazam ravishda suyuqlangan oltingugurtli konsentrat suyuqlantirgichdan (1) $120-130^\circ\text{C}$ haroratda oltingugurtli suspenziya holatida flotatsiyalash avtoklaviga (3) tushadi. Bu yerga shu bilan bir vaqtda yig'gichdan (2) 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 shtutserning biridan suyuqlantirilgan oltingugurt, ikkinchisidan esa bekorchi jinslar chiqarib olinadi.

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

Flotatsiyalash avtoklavining unumdorligi 1 m³ hajmdagi jihoz uchun 1600 kg/s oltingugurtga to‘g‘ri keladi. Konsentratdan oltingugurtni umumiy ajratib olish darajasi 95-98% ni tashkil etadi.

Flotatsiyalash avtoklavining ishlash tartibi taxminan quyidagicha bo‘ladi:

Bajariladigan ishlar	Davomiyligi, minut
Oltingugurtli bo‘tqani suv bilan aralashtirish	10
Flotatsiyalash	5
Suyuq oltingugurtni quyib olish va chiqindilarni yo‘qotish	15

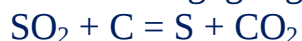
Siklning umumiy davomiyligi 30 minutni, suyuq shisha sarfi 8% (eritmadagi SiO₂ ning konsentratsiyasi 3 g/l) ni tashkil etadi.

Oltingugurt bug‘ining olinishi. Bug‘ holatdagi oltingugurtni rangli metallurgiya, neftni qayta ishlash, neft va tabiiy gazning yo‘ldosh gazlari va boshqalardan ajratib olinadi. Shunday qilib, oltingugurt bug‘i gazlarni tozalash jarayonlarining chiqindisi hisoblanadi va shuning uchun elementar oltingugurtning arzon turlaridan biriga kiradi. Ammo rangli metallurgiya gazlaridan olinadigan oltingugurt bug‘i tarkibida ko‘p miqdordagi mishyak va boshqa zararli qo‘shimchalar bo‘ladi, bu esa kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfitli gazlarni yetarli darajada oldindan tozalashni talab etadi.

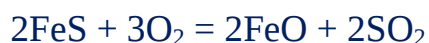
Oltingugurt bug‘i ayniqsa ko‘pgina hollarda misli kolchedan kuydirish pechlari gazlaridan olinadi. Bunda elementar oltingugurt tarzida 80% gacha S ajratib olinadi. Misli kolchedanning asosi pirit FeS₂ hisoblanadi, kolchedandagi CuS miqdori 4% gacha bo‘ladi. Misli kolchedan, koks, kvars va ohaktosh (flyus) dan iborat shixtaning pechlarda kuydirilishi to‘rtta zonada amalga oshadi. Birinchi zonada (quritish zonasida) shixta 550°C haroratgacha, keyingi zonada esa 800°C gacha qiziydi. Ikkinchi zonada 800°C haroratgacha qizigan shixtada quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Uchinchi zonada pechning pastki qismidan chiqadigan oltingugurt dioksid shixtadagi uglerod yordamida elementar oltingugurtgacha qaytariladi:



Va nihoyat, oxirgi – pechning pastki zonasida (oksidlab suyuqlantirish va shlak hosil bo‘lish zonasida) FeS yonadi:

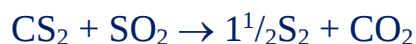


Bunda temir(II)-oksid shixta komponentlari bilan suyuqlanadi va shlak tarkibiga o'tadi, FeS ning oksidlanmagan qismi esa mis sulfidi bilan shteyn hosil qiladi.

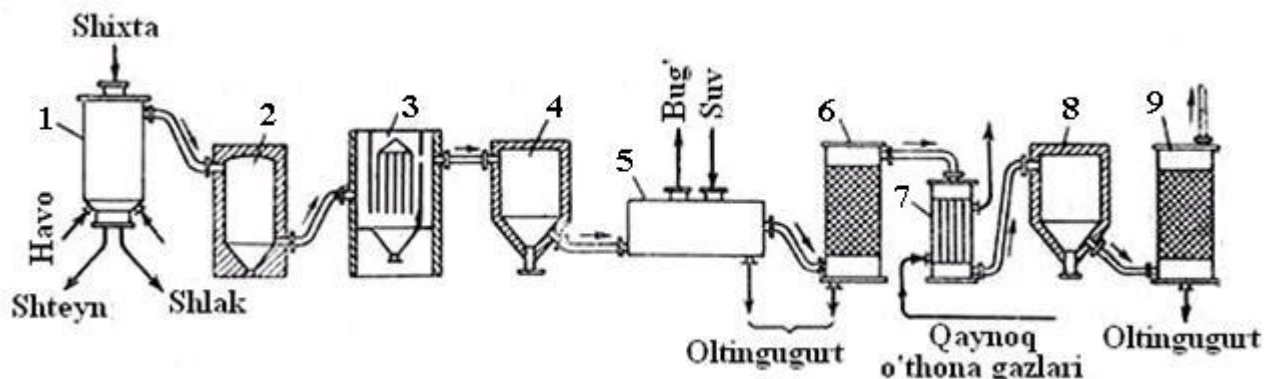
Sulfit angidridning ko'mir bilan qaytarilishida elementar oltingugurtdan tashqari turli xildagi oltingugurtli birikmalar (uglerod sulfid, uglerod sulfoksid va boshqalar) hosil bo'ladi. Bundan tashqari, shixtadagi namlik va havo oltingugurt bilan ta'sirlashib, ma'lum miqdorda vodorod sulfid hosil qiladi:



Oltingugurt birikmalari (CS_2 , COS , H_2S) pechning to'rtinchi zonasida hosil bo'ladigan sulfit angidrid ta'sirida parchalanadi va elementar oltingugurtga aylanadi:



2.2-rasmda mis kolchedani suyuqlantirilishidan elementar oltingugurt olish tasviri keltirilgan. Shixta germetik pechning (1) ikki yopqichli tirqishidan kiritiladi. Havo pechning pastki furmalari orqali shunday miqdorda beriladiki, bunda pechdan chiqadigan gaz tarkibida kislorod bo'lmaydi. Suyuqlanish natijasida hosil bo'ladigan shlak va shteyn zichliklariga muvofiq ravishda bir-biridan ajraladi. Misli shteyn avtomatik quyish mashinalari yordamida keyingi bosqichdagi qora mis olishga yuboriladi, shlak esa chiqindixonagi chiqarib tashlanadi.

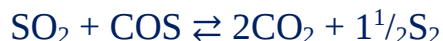
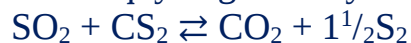


2.2-rasm. Mis kolchedanidan oltingugurt bug'i olish tasviri:

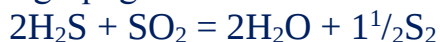
1 – germetik pech; 2 – chang ushlagich; 3 – elektrofiltr; 4,8 – reaksiya kameralari; 5 – bug' yutgich qozoni; 6,9 – gazdan oltingugurtni cho'ktirish uchun minoralar; 7 – gaz qizdirgich.

Pechdan (1) chiqadigan gazlar changtutgichga (2) yuboriladi, u yerda yirik zarrachali chang ushlab qolinadi, so'ngra changdan to'la tozalash uchun elektrofiltrga (3) uzatiladi.

Changdan tozalangan gaz birinchi reaksiya (kontakt) kamerasiga (4) keladi. Bu yerda katalizator (boksit) ishtirokida quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



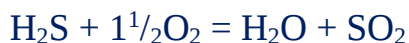
Reaksiya paytida gazning harorati 450°C gacha ko'tariladi, shuning uchun reaksiya kamerasidan chiqayotgan gaz bug' yutgich qozonida (5) 130°C haroratgacha sovutiladi, u yerda oltingugurtning asosiy qismi kondensatlanadi. Oltingugurtning qolgan qismi esa po'lat halqachalar to'ldirilgan to'ldirgichli minorada (6) ushlab qolinadi. So'ngra sovutilgan gaz qizdirgich (7) orqali ikkinchi reaksiya kamerasiga (8) yuboriladi, u yerda xuddi shunday katalizator (boksit) ishtirokida $200-250^{\circ}\text{C}$ haroratda sulfit anhidrid gazdagi qolgan vodorod sulfid bilan ta'sirlashadi:



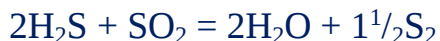
Shundan so'ng gazdan oltingugurtni ajratib olish uchun birin-ketin ikkinchi qozon yutgich (rasmda ko'rsatilmagan) va minoradan (9) o'tadi.

Oltingugurtning ko'p miqdori yoqilg'i va texnologik gazlarni tozalash jarayonidan ajratib olinadigan vodorod sulfiddan olinadi. Bunday oraliq mahsulot sifatida olinadigan vodorod sulfiddan ho'l kataliz usuli bo'yicha sulfat kislota ishlab chiqarishda yoki elementar oltingugurt olishda foydalaniladi. Agar mintaqada sulfat kislota ehtiyoj bo'lmasa yoki iste'molchi kam bo'lsa, u holda sulfit anhidrid va vodorod sulfiddan sulfat kislota emas, balki oltingugurt olinadi. Uni tashish sulfat kislota nisbatan anchagina arzon, oltingugurtning ekvivalent miqdori sulfat kislota nisbatan 3 marta kamdir, oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish texnologik tizimi esa anchagina soddadir.

Vodorod sulfiddan oltingugurt olish jarayoni shundan iboratki, bunda H_2S umumiy miqdorining $\frac{1}{3}$ qismi havo bilan aralashtirilib yoqiladi, natijada sulfit anhidrid hosil bo'ladi:



So'ngra bu gazlar aralashmasiga H_2S ning qolgan qismi aralashtiriladi va gazlar aralashmasi reaktorga yuboriladi, u yerda katalizator ishtirokida vodorod sulfid va sulfit anhidridan oltingugurt hosil bo'ladi:



Hosil qilingan oltingugurt bug'lari sovuq yuzada kondensatlanadi.

Hozirgi paytda kolchedandan elementar oltingugurt olish ham katta amaliy qiziqish uyg'otmoqda (bu jarayonlar bo'yicha 400 dan ortiq ixtirolarga patentlar mavjuddir). Gap shundaki, 1 t kolchedan oltingugurtini tashish elementar oltingugurtga nisbatan 2 martadan ham ko'p harajatlar talab etadi; bundan tashqari, oltingugurni sulfat kislota qayta ishlashning kapital va ishlatish harajatlari sulfat kislota kolchedandan olishga nisbatan anchagina kamdir.

Kolchedandan oltingugurt ajratib olishning usullaridan birida kolchedan kuyundisidan qaynovchi qatlamda oltingugurt ajratib olish taklif etiladi. Bu reaksiya umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:



Hosil bo'ladigan temir kuyundisi Fe_3O_4 qaynovchi qatlamda havo kislorodi bilan oksidlanadi va jarayonga temir(III)-oksidi tarzida qaytariladi:

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI



Tabiiy oltingugurt va oltingugurt bug'idan olingan mahsulot donachalar va maydalangan kukun tarzida ishlab chiqariladi hamda S va qo'shimchalar miqdori bo'yicha navlarga ajratiladi (2.1-jadval).

2.1-jadval

Oltingugurt navlari

Tarkibi, %	Tabiiy oltingugurt			Oltingugurt bug'i	
	oliy nav	1-nav	2-nav	1-nav	2-nav
Oltingugurt, kam emas	99,9	99,5	98,6	99,8	99,8
Kul, ko'p emas	0,05	0,2	0,5	0,1	0,5
Kislotaliligi (H_2SO_4 hisobida), ko'p emas	0,005	0,005	0,01	0,02	0,03
Mishyak, ko'p emas	0,0005	0,0005	0,003	0,01	0,5
Namligi, ko'p emas	0,2	2,0	2,0	0,2	0,5
Organik moddalar, ko'p emas	0,06	0,3	0,8	belgilanmagan	
shu jumladan uglerod, ko'p emas	0,048	0,24	0,64	—	—

Nazorat uchun savollar

1. Sulfat kislota ishlab chiqarishda qanday xomashyo turlari ishlatiladi?
2. Oltingugurt kolchedanlarining tarkibi va turlarini ayting.
3. Rangli metallurgiya gazlaridan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
4. Oltingugurtning ishlatilish sohalarini ayting.
5. Oltingugurtning xossalarini ayting.
6. Tabiiy rudalardan oltingugurt qanday olinadi?
7. Oltingugurt bug'ining olinish usullarini ayting.

3-MAVZU: GAZLI OLTINGUGURT VA BOSHQA OLTINGUGURTLI XOMASHYOLAR

Reja:

1. Rangli metallurgiya gazlari.
2. Aglomeratsiya gazlari.
3. O'txona va yonilg'i gazlari.
4. Sulfatli xomashyolar.

Rangli metallurgiya 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 sulfit angidrid bo‘ladi va u sulfat kislota ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xomashyo hisoblanadi.

Rangli metallurgiya chiqindi gazlaridan foydalanish xalq xo‘jaligi uchun muhim ahamiyatga egadir, chunki, masalan har bir tonna mis suyuqlantirib olishda sulfat kislotali tizimdagi oltingugurtli xomashyoni kuydirishga sarflanadigan harajatlarsiz 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) pechlarida kuydiriladi. Kuyundi gazlar va qaynovchi qatlam pechlarining 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 pechlarda hosil bo‘ladigan gazlar tarkibi ko‘pincha xomashyo sifatiga, qurilmalarga hamda pech va boshqa jihozlar holatiga, shuningdek kuydirish jarayoni sharoitiga bog‘liqdir. Shunga bog‘liq holda bunday gazlardagi sulfit angidrid miqdori katta chegarada o‘zgaradi.

Xomashyoni kuydirish jarayonini intensivlash va olinadigan yarim mahsulotlar – rangli metallurgiya kuyundilari sifatini yaxshilash uchun pechga beriladigan havoga purkashdan oldin uning tarkibida 30-35% O_2 bo‘lguncha kislorod qo‘shish qo‘llaniladi yoki kuydirish jarayoni texnologik kislorod (95% O_2) muhitida amalga oshiriladi. Kislorod ishlatiladigan barcha holatlarda ham kuydirishdan chiqadigan chiqindi gazlaridagi sulfit angidridning konsentratsiyasi ortadi.

Masalan, ruxli konsentratni qaynovchi qatlam pechlarida kuydirishda tarkibida 30% O_2 tutgan havo berilishi (havodagi 21% O_2 o‘rniga) orqali o‘tkazilgan sanoat sinovlari shuni ko‘rsatadiki, bunda chiqadigan gaz tarkibidagi SO_2 konsentratsiyasi 8 dan 14% ga ko‘tariladi, pech unumdorligi 70% ga ortadi, kuyundidagi sulfidli oltingugurt miqdori 3 marta kamayadi.

Aglomeratsiya gazlari

Qora metallurgiyaning yirik korxonalarida temir rudasi domna pechiga berilishdan oldin maxsus fabrikalarda aglomeratsiyalanadi (ruda shixtalarini metallurgik xossalarini yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshiriladi). Bunda ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfit angidridga aylanadi va aglomeratsiya gazlari tarkibiga o‘tadi. Temir rudasida oltingugurt miqdori ko‘p bo‘lganda aglomeratsiya gazi tarkibida 0,5-1,5% gacha SO_2 bo‘ladi. Ayrim yirik aglomeratsiya fabrikalarida atmosferaga chiqarib yuboriladigan gazlar 5 mln m^3/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 metallurgiya aglomeratsiya gazlarini ulardagi SO_2 ni turli xil yuttiruvchi materiallar yordamida ushlab qolish va so'ngra undan konsentrlangan sulfid angidridni ajratib olish yo'li bilan yoki aglomeratsiya gazlarini rudadan bir necha bor o'tkazish orqali uni tarkibidagi SO_2 konsentratsiyasini oshirish va konsentrlangan aglomeratsiya gazidan SO_2 ni ajratib olishni yo'lga qo'yish ham ekologik, ham iqtisodiy samara olish imkonini beradi.

O'txona va yonilg'i gazlari

O'choqlarda ko'mir yoqilganda ko'mirdagi oltingugurt ham yonadi va atmosferaga chiqarib yuboriladigan o'txona gazlari tarkibida anchagina SO_2 ham bo'ladi. U atmosfera 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_2 ni tozalash katta sarf-harajatlar 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 yechimi topiladi. Bunday ishlarni amalga oshirish albatta hozirgi paytda yetishib 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 pechlarida vodorod sulfid suyuq metallarga yutiladi va unda oltingugurt holda qoladi, bu esa po'latning sifatini yomonlashtiradi. Neftni qayta ishlash gazlari, yo'ldosh va tabiiy gazlar asosan turli hil mahsulotlar sintez qilishda, shuningdek turmushda ishlatiladi. Har ikki holatda ham gazlardagi H_2S miqdori Davlat Standartlari talabiga muvofiq 20 mg/m^3 dan ortmasligi lozimdir. Shuning uchun tarkibida vodorod sulfid miqdori me'yoridan ko'p bo'lgan yoqilg'i gazlari, tarkibida yutuvchi moddalar (monoetanolamin, soda va boshqalar) bo'lgan eritmalar bilan qayta ishlanadi (yuviladi). Yutuvchi eritmadan vodorod sulfidni qizdirish orqali ajratiladi va bunda yuqori konsentratsiyali (90% gacha H_2S bo'lgan) vodorod sulfid olinadi. Vodorod sulfidli gazdan sulfat kislota yoki elementar oltingugurt ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Sulfatli xomashyolar

Gips. Ko'pgina mamlakatlarda gips – kalsiy sulfat kristallogidрати $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ning yirik konlari mavjuddir. Tabiatda kalsiy sulfat suvsiz tuz – angidrit CaSO_4 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 gil bilan aralashmasi kuydiriladi. Bunda kalsiy sulfatning qaytarilishi natijasida sulfit 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 xomashyolar yetarlicha 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_2SO_4 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 tozalash 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 sulfit angidrid olinadi va undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Yuvindi eritmalari. Metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil bo'ladigan chiqindi eritmalar yuvindi eritmalari deyiladi. Yuvindi eritmalari tarkibida 2-4% erkin H_2SO_4 va 25% gacha FeSO_4 bo'ladi. Yuvindi eritmalaridan temir sulfatning asosiy qismi $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ tarzida ajratib olinadi va qoldiq eritma yuvish vannalariga qaytariladi. Yuvindi eritmalarni regeneratsiyalashdan ajratilgan temir kuporosi mahsulot sifatida chiqariladi.

Ayrim qurilmalarda yuvindi eritmalardan oldindan temir kuporosini ajratib olmasdan sulfat kislota olinadi. Bunday hollarda yuvindi eritmalaridagi sulfat kislota ortiqcha miqdordagi kuyundi bilan neytrallanadi va bu aralashma pechlarda

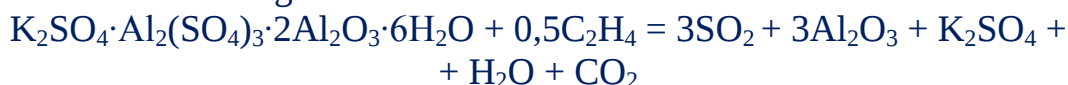
ko'mir bilan qaytariladi. Hosil qilingan sulfit angidrid sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Alunitlar. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kelajakdagi xomashyolaridan biri alunitlar hisoblanadi. Toza alunit mineralining kimyoviy tarkibi quyidagi formula bilan ifodalanadi: $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$.

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

Alunit $500^{\circ}C$ haroratgacha qizdirilganda tarkibidagi barcha kristallizatsiya 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.

Nazorat uchun savollar

1. Aglomeratsiya gazlari qanday maqsadlarda ishlatiladi?
2. O'txona va yoqilg'i gazlari nima uchun tozalanadi?
3. Sulfatli xomashyolarning yana qanday turlarini bilasiz?
4. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kelajakdagi xomashyosi nimalar bo'lishi mumkin?

4-MAVZU: OLTINGUGURTLI XOMASHYOLARNI YOQISH TEXNOLOGIYASI

Reja:

1. Oltingugurtli xomashyolarni yonish reaksiyalari
2. Oltingugurtli xomashyolarning yonish issiqligi.
3. Oltingugurtli xomashyoni kuydirish harorati.
4. Oltingugurt tutgan xomashyoni yonish tezligi.
5. Kuyundi gazining tarkibi.
6. Kuyundining miqdori va tarkibi.

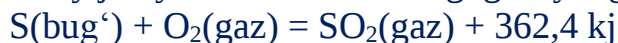
Oltingugurtli xomashyolarni yonish reaksiyalari

Tarkibida sulfid angidrid tutgan gazli aralashmalar texnikada sulfidli gazlar deyiladi. Sulfidli gazlar komponentlarining (SO_2 , O_2 , N_2 va hokazo) konsentratsiyasi boshlang'ich xomashyolar turi va ularning kuydirilish usuliga qarab turlicha bo'ladi.

Kolchedanning kuydirish jarayoni bir necha bosqichli reaksiyalar bilan amalga oshadi. Dastlab temir disulfid FeS_2 ning termik parchalanishi natijasida temir sulfid va oltingugurt bug'lari hosil bo'ladi:



Oltingugurtning ajralishi 500°C haroratdan boshlanadi va haroratning oshirilishi natijasida tezlashadi. Oltingugurt bug'lari oltingugurt dioksid hosil qilish bilan yonadi, xuddi shunday jarayon elementar oltingugurt yonganda ham kuzatiladi:



Temir sulfid FeS ham yonadi, ammo bu jarayonning aniq mexanizmi belgilab berilmagan va hozirda bir necha oraliq reaksiyalar yo'nalishlari aytib o'tilgan. Ulardan birida FeS oksidlanishining birinchi bosqichida temir sulfatlari hosil bo'lishi va so'ngra ular temir oksidlarigacha parchalanishi ko'rsatilgan bo'lsa, boshqasida esa FeS to'g'ridan-to'g'ri temir oksidlariga aylanishi aytilgan.

Umumiy holda kolchedanning yonish jarayoni temir(III)-oksidi Fe_2O_3 yoki temir kuyundisi Fe_3O_4 hosil bo'lishi bilan kechadi:



yoki



Yuqori harorat, gaz tarkibidagi sulfid angidrid miqdorining ko'p bo'lishi va yonmagan kolchedan miqdorining nisbatan katta bo'lishi Fe_3O_4 hosil bo'lishi uchun qulay sharoit yaratadi. Yonish jarayonida kolchedan tarkibidagi qo'rg'oshin, magniy, kalsiy, bariy sulfatlari parchalanmaydi. Kuydirish jarayonida metallar karbonatlari

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

parchalanishi natijasida karbonat angidrid ajralib chiqadi va tegishli metallarning oksidlari hosil bo‘ladi, so‘ngra ular sulfatlarga aylanadi.

Ko‘mirli kolchedan kuydirilganda oltingugurt bilan birgalikda uglerod ham yonadi:



Bunda kuyundi gazi tarkibidagi kislorod miqdori kamayadi, bu esa sulfit angidridning keyingi bosqichdagi katalitik oksidlanish tezligini pasaytiradi.

Kolchedanning kuyundi bilan oksidlanishi natijasida (jarayon 800°C haroratda amalga oshiriladi) yuqori konsentratsiyali sulfit angidrid gazi olinadi:



Hosil bo‘lgan temir kuyundisi havo kislorodi bilan 900°C haroratda oksidlanadi va yana jarayonga qaytariladi:

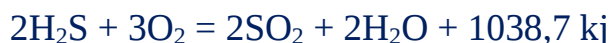


Bu reaksiyalarning issiqlik effektlari yig‘indisi musbat bo‘lib, 828,4 kJ ga teng, bu esa bunday usulda sulfit angidrid olishning avtotermik jarayon bo‘lishligini ta‘minlaydi.

Rux aldamasi kuydirilganda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Vodorod sulfid yoqilganda esa sulfit angidrid bilan birgalikda suv bug‘i ham hosi bo‘ladi:



Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qizdirilganda dastlab kristallizatsiya suvi ajraladi, so‘ngra kalsiy sulfat (angidrit) parchalanadi:



Uning to‘la parchalanishi $1400\text{--}1500^\circ\text{C}$ haroratda amalga oshadi. Parchalanish haroratini pasaytirish uchun ko‘mir qo‘shish kerak. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



CaSO_4 ning parchalanish haroratini pasaytirish uchun shixtaga kremnezem, alyuminiy va temir oksidlari qo‘shish orqali ham amalga oshirilishi mumkin.

Oltingugurtli xomashyolarning yonish issiqligi

Kolchedanni kuydirish reaksiyasining (Fe_2O_3 hosil bo‘lishi bilan boradigan reaksiya) tenglamasidan ko‘rinadiki, 4 mol temir disulfid (molekulyar massasi 119,98) yonganda 3415,7 kJ issiqlik ajraladi. Shunday ekan, kimyoviy toza FeS_2 ning yonish issiqligi:

$$\frac{3415,7 \cdot 1000}{4 \cdot 119,98} = 7119 \text{ kJ ga tengdir.}$$

Kolchedanning yonishidan ajraladigan issiqlik miqdori oltingugurtning to'la yonish (t.yo.) darajasiga bog'liq bo'lib, quyidagi tenglama bilan hisoblanishi mumkin:

$$Q = \frac{7119 C_{S(t.yo.)}}{53,5} = 133,2 C_{S(t.yo.)} \text{ kJ/kg}$$

bu yerda: $C_{S(t.yo.)}$ - oltingugurtning to'la yonish darajasi, %;

53,5 – FeS₂ dagi oltingugurt miqdori, %.

Oltingugurtning to'la yonish darajasi o'z navbatida quyidagi tenglamadan topiladi:

$$C_{S(t.yo.)} = C_{S(haqiqiy)} - \chi C_{S(kuyundi)}$$

bu yerda: $C_{S(haqiqiy)}$ - kolchedandagi oltingugurt miqdori, %;

χ - hosil bo'ladigan kuyundi miqdori;

$C_{S(kuyundi)}$ - kuyundidagi oltingugurt miqdori, %.

Xuddi shunday, turli xildagi xomashyolarni kuydirish natijasida hosil bo'ladigan issiqlik miqdorlari quyidagi tenglamalar bo'yicha aniqlanadi kolchedan yondirilganda:

$$Q = 126,5 C_{S(t.yo.)} \text{ kJ/kg}$$

oltingugurt yoqilganda:

$$Q = 92,6 C_{S(t.yo.)} \text{ kJ/kg}$$

rux aldamasi kuydirilganda:

$$Q = 146,7 C_{S(t.yo.)} \text{ kJ/kg}$$

Oltingugurtli xomashyoni kuydirish harorati

Piritning sekin oksidlanishi 170-260°C haroratdayoq sulfit angidrid ajralishi bilan boshlanadi, turli navlardagi kolchedanning alangalanish harorati esa 375 dan 420°C intervalida bo'ladi. Bunda kolchedan qanchalik maydalangan bo'lsa, uning alangalanish harorati ham shunchalik past bo'ladi. Kolchedandagi kremnezem qo'shimchasining ortishi alangalanish haroratini oshiradi, organik mahsulot qo'shimchalari esa uni pasaytiradi.

Shuni ham ta'kidlash lozimki, gazli aralashmadagi kislorod miqdorining ortishi bilan xomashyoning alangalanish harorati ortadi. Buni gaz tarkibida kislorodning

ortishi bilan kolchedan sirtida temir sulfatdan iborat mustahkam himoya pardasining hosil bo'lishi bilan izohlanishi mumkin.

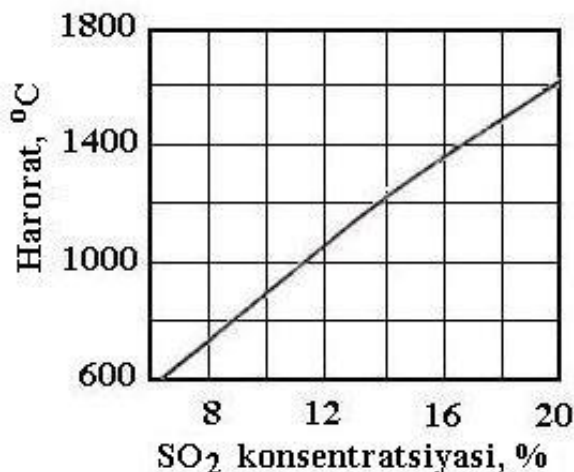
Kolchedanning yonish issiqligi asosan hosil bo'ladigan gaz va kuyundining qizishi uchun sarflanadi. Shuning uchun kolchedanni yonish harorati va kuyundi gazining harorati (pechga kiradigan gazning harorati 0°C bo'lganda) umumiy holda quyidagi tenglama bilan hisoblanishi mumkin:

$$t_1 = \frac{Q}{V_{\text{gaz}} c_{\text{gaz}} + G_{\text{kuyundi}} c_{\text{kuyundi}}}$$

bu yerda: Q – kolchedanning yonish issiqligi, kJ/kg; V_{gaz} – 1 kg kolchedan yonganda hosil bo'ladigan kuyundi gazining hajmi, m³; c_{gaz} – 0°C dan t harorat intervaligacha kuyundi gazining o'rtacha issiqlik sig'imi, kJ/(m³·grad); G_{kuyundi} – 1 kg kolchedan yonganda hosil bo'ladigan kuyundi miqdori, kg; c_{kuyundi} – kuyundining issiqlik sig'imi, kJ/(kg·grad).

Mexanik kuydirish pechlarida issiqlikning ko'p miqdori pech devorlari orqali va havo bilan birgalikda chiqib ketishi hisobiga yo'qotiladi. Shuning uchun hisoblashlarda buni ham e'tiborga olish lozim bo'ladi. Chang holatida va qaynovchi qatlamli kuydirish pechlarida atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik birmuncha kam bo'ladi.

3.1-rasmda oltingugurtning 0°C haroratda turli miqdordagi havoda adiabatik yoqilishidan hosil bo'ladigan kuyundi gazidagi SO₂ konsentratsiyasi va harorat orasidagi bog'liqlik grafigi ko'rsatilgan. 1300°C dan yuqori haroratda pechning va gaz o'tkazish quvurlarining ichki niqobi tezda ishdan chiqishi tufayli amalda pechdagi haroratni oshirish va yuqori konsentratsiyali sulfit angidrid bo'lgan gaz olish imkoniyatlari cheklanadi. Vaholanki, oltingugurtni yoqish pechlarining o'lchami kichik va bunda atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik oz bo'lsada, 4.1-rasmda keltirilgan grafikdan faqatgina mo'ljal hisoblari uchun foydalanish mumkin.



4.1-rasm. Oltingugurtni yondirishdagi kuyundi gaz haroratining SO₂ konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Qaynoq gazlarni suyuq singdiruvchilar bilan tozalashning mavjud usullarida (ho'l usullarda) olinadigan vodorod sulfid gazi ko'p hollarda H_2S ning yuqori konsentratsiyaliligi bilan xarakterlanadi. Shuning uchun bunday gazning yoqilishida, hattoki tarkibida ko'p miqdordagi ballast azot tutgan havo bilan aralashmasida ham yuqori harorat hosil bo'ladi. Vodorod sulfidni yuqori haroratda yoqish maqsadga muvofiqdir, chunki bunda yonish tezligi ortadi va issiqlikdan foydalanish sharoiti yaxshilanadi. Lekin $1200^{\circ}C$ dan yuqori haroratda yoqish, pech tayyorlanadigan materiallarni tanlashga bog'liq qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi.

Komponentlarning belgilangan nisbatida vodorod sulfidning kislorod yoki havo bilan aralashmalari qizdirilganda o'z-o'zidan alangalanish xususiyatiga egadir. Vodorod sulfidni kislorod bilan aralashmasining alangalanish harorati $220-235^{\circ}C$ ni, havo bilan aralashmasi esa $346-379^{\circ}C$ ni (ayrim ma'lumotlarga ko'ra $290^{\circ}C$ ni) tashkil etadi.

Pechdan chiqadigan kuyundi gazining harorati t_2 taxminiy hisoblashlarga ko'ra (agar atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik hisobga olinmasa va vodorod sulfid, havo hamda kuyundi gazlarining issiqlik sig'imi bir xil deb olinsa), quyidagi tenglama bo'yicha ifodalanadi:

$$t_2 = \frac{t_c + \delta \cdot t_g + 167a}{1 + \delta - \frac{a}{200}}$$

bu yerda: t_s , t_v – vodorod sulfid va havoning harorati, $^{\circ}C$; a – vodorod sulfid gazidagi H_2S miqdori, %; δ - koeffitsient.

Oltingugurt tutgan xomashyoni yonish tezligi

Kolchedanning yonish tezligi FeS_2 ning oltingugurt va FeS ga parchalanish tezligiga, shuningdek temir sulfid FeS va oltingugurtning SO_2 hosil qilib oksidlanish tezligiga bog'liqdir. Haroratning va gazlar aralashmasidagi kislorod miqdorining ortishi hamda kolchedan bo'lakchalari o'lchamining kichrayishi bilan yuqorida ko'rsatilgan jarayonlar tezligi ortadi va shu hisobiga kolchedanning yonish tezligi ortadi. Kolchedanning yonish tezligiga uning kimyoviy va mineralogik tarkibi, shuningdek kristall tuzilishi va turli qo'shimchalarning bo'lishi katta ta'sir ko'rsatadi.

Kolchedanni kuydirishda yonayotgan materialning dashqollanib qolishi katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Haroratning ko'tarilishi bilan kolchedanning dashqollanishi ortadi, u shuningdek, kolchedan tarkibi (navi) ga ham bog'liqdir. Oltingugurtga boy (35% S atrofida) kolchedan $800^{\circ}C$ haroratdayoq dashqollanadi, ko'pchilik kolchedanlar esa $900^{\circ}C$ da dashqollanadi. Mexanik pechlarda kolchedanning dashqollanishi uning yonish intensivligini pasaytiradi, chunki bunda kolchedanning havo kislorodi bilan to'qnashuv sirti kamayadi. Kolchedanning

dashqollangan bo'lakchalarining hosil bo'lishi pechning ichki sirt yuzalarini buzilishiga olib keladi; bundan tashqari, oltingugurtning kuyundi bilan birgalikda yo'qotilishini oshiradi.

Kolchedanni chang holatida va qaynovchi qatlam (QQ) pechlarida kuydirishda dashqollanishga yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki bunda hosil bo'ladigan kolchedan dashqol bo'lakchalari uning muallaq holatida yonish jarayonini buzadi. Qaynovchi qatlam pechlarining qaynovchi qatlamida oz miqdordagi oltingugurt tutgan kuyundi ham bo'ladi, bu esa bunday pechlarda dashqollanish mexanik va chang holatida kuydirish pechlaridagiga nisbatan yuqoriroq haroratda bo'lishini ta'minlaydi.

Hamma holatlarda ham dashqollanish yuzaga kelishini kamaytirish uchun iloji boricha kuydirish haroratini pasaytiriladi.

Kuyundi gazining tarkibi

Oltingugurtli xomashyoni yoqish jarayonida kislorod nafaqat sulfid angidrid hosil bo'lishiga, balki xomashyodagi boshqa komponentlarning (masalan, kolchedan kuydirilishida temirning, vodorod sulfid yoqilishida vodorodning) oksidlanishiga ham sarflanadi. Shuning uchun kuyundi gazining tarkibi kuydiriladigan xomashyo turi va pechga beriladigan gazdagi kislorodning konsentratsiyasiga bog'liqdir.

Kuyundi gazidagi sulfid angidrid va kislorod orasidagi nisbat quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$C_{O_2} = n - \left[m - \frac{n(m-1)}{100} \right] C_{SO_2} - \left[m + 0,5 \frac{n(m-0,5)}{100} \right] C_{SO_3}$$

bu yerda: C_{O_2} - kuyundi gazidagi O_2 miqdori, hajmiy %; C_{SO_2} - kuyundi gazidagi SO_2 miqdori, hajmiy %; C_{SO_3} - kuyundi gazidagi SO_3 miqdori, hajmiy %; m - reaksiyaga kirishuvchi kislorod mol qismining kuydirish natijasida hosil bo'ladigan sulfid angidrid mol qismiga nisbati (kimyoviy reaksiya tenglamasi bo'yicha); n - havodagi (yoki boshqa azot kislorod aralashmasidagi) kislorod miqdori, hajmiy %.

Agar xomashyoni kuydirish jarayonidagi SO_3 ning hosil bo'lishi hisobga olinmasa, yuqoridagi tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$C_{O_2} = n - \left[m - \frac{n(m-1)}{100} \right] C_{SO_2}$$

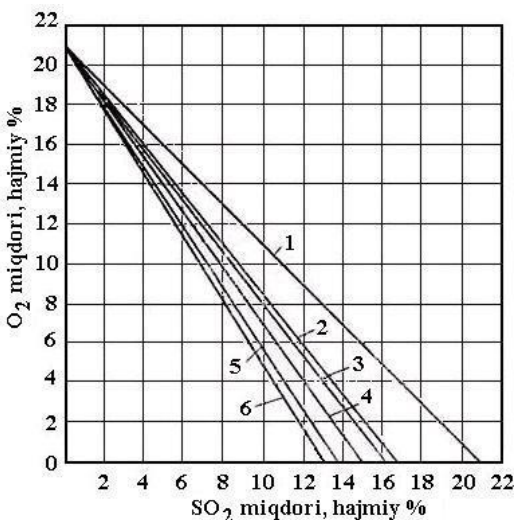
4.1-jadvalda bu tenglamalar asosida turli xomashyolardan hosil qilingan kuyundi gazidagi kislorod miqdorini hisoblash formulalari keltirilgan. Agar 4.1-jadvalda keltirilgan xoxlagan tenglamadagi C_{O_2} ni nolga teng (ya'ni kislorod yo'q) deb olinsa, kuyundi gazidagi SO_2 ning nazariy miqdori kelib chiqadi.

4.1-jadval

Kuyundi gazidagi kislorod miqdorini hisoblash uchun formulalar
(SO₃ hosil bo'lishi hisobga olinmagan)

Kuydirila-digan xomashyo	Yonish reaksiyasi	m	n	Formula	Kuyundi gazidagi SO ₂ ning nazariy miqdori, %
Oltinugurt	$S + O_2 = SO_2$	1,0	21	$C_{O_2} = 21 - C_{SO_2}$	21,0
Kolchedan havoda	$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$	1,375	21	$C_{O_2} = 21 - 1,296C_{SO_2}$	16,2
	$3FeS_2 + 8O_2 = Fe_3O_4 + 6SO_2$	1,333	21	$C_{O_2} = 21 - 1,263C_{SO_2}$	16,6
tarkibida 45% O ₂ tutgan aralashmada		1,375	45	$C_{O_2} = 21 - 1,216C_{SO_2}$	37,0
Rux aldamasi	$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$	1,5	21	$C_{O_2} = 21 - 1,395C_{SO_2}$	15,05
Vodorod sulfid	$2H_2S + 3O_2 = 2H_2O + 2SO_2$	1,5	21	$C_{O_2} = 21 - 1,605C_{SO_2}$	13,08

4.2-rasmda turli xildagi oltinugurtli xomashyolarning havoda yonishidan olingan kuyundi gazidagi sulfid angidrid va kislorod miqdorlarining bog'liqlik grafigi tasvirlangan.



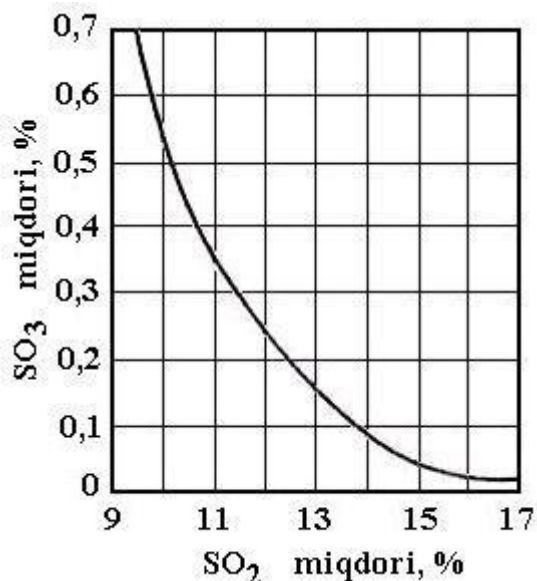
4.2-rasm. Turli xildagi oltinugurtli xomashyolarning havoda yonishidan olingan kuyundi gazidagi sulfid angidrid va kislorod miqdorlarining bog'liqlik grafigi:

1–oltinugurt; 2–kolchedan (temir kuyundisi hosil bo'lishi); 3–kolchedan [temir(III)-oksid hosil bo'lishi]; 4–rux aldamasi va vodorod sulfid; 5–temir sulfid FeS; 6–pirrotin Fe_nS_{n+1} (n>5).

Kuyundi gaz tarkibida sulfat angidridning bo'lishi xomashyoni kuydirish haroratiga, kuyundi gazdagi kislorodning konsentratsiyasiga, pechning tuzilishiga va boshqa sulfit angidridning oksidlanish jarayoni tezligini oshiruvchi hamda uning kuyundi bilan to'qnashuv vaqtini belgilaydigan (masalan, kolchedan zarralarining o'lchami va uning aralashtirish intensivligi kabi) bir qancha omillarga bog'liqdir.

Kolchedanni mexanik pechlarda kuydirilganda SO_3 miqdori SO_2 ning umumiy miqdorini 5-10% qismini tashkil etadi, chang holatida kuydirish pechlarida kuydirilganda esa SO_3 miqdori nisbatan kam (2-3%) hosil bo'ladi.

Qaynovchi qatlam pechlarida kolchedanni havo bilan aralashishi tez suratda bo'lganligi sababli xomashyoni kuyishi katta tezlikda sodir bo'ladi, shuning uchun qaynovchi qatlamli pechlardan ko'p miqdorda sulfit angidrid (15% gacha SO_2) tutgan kuyundi gaz olinadi, chunki gazda xattoki kislorod miqdori oz darajada bo'lsada, kuydirish jarayonining tezligi yetarlicha yuqori darajada qoladi. SO_2 konsentratsiyasining katta (kislorod miqdorining kam) va kuydirish haroratining yuqori bo'lishi hisobiga sulfit angidridning SO_3 ga oksidlanishi qaynovchi qatlam pechlarida sezilarli darajada bo'lmaydi; SO_3 miqdori qanchalik kam bo'lsa, kuyundi gazi tarkibidagi SO_2 konsentratsiyasi ham shunchalik darajada yuqori bo'ladi (4.3-rasm).



4.3-rasm. Qaynovchi qatlam pechlarida kuyundi gazidagi SO_2 miqdorining SO_3 miqdoriga bog'liqlik grafigi.

Vodorod sulfid gazi yoqilganda hosil bo'ladigan kuyundi gazi tarkibidagi asosiy komponentlar miqdori (agar vodorod sulfidga O_2 aralashmagan va vodorod sulfid gazi tarkibidagi qo'shimchalarni oksidlash uchun sarflanadigan kislorod hisobga olinmagan deb qabul qilinsa) quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$x = \frac{a}{1 + \delta - \frac{a}{200}}$$

$$y = \frac{21\delta \left(1 - \frac{d}{100}\right) - 1,5a}{1 + \delta - \frac{a}{200}}$$

$$z = \frac{a + c + \delta d}{1 + \delta - \frac{a}{200}}$$

bu yerda: x, y, z – kuyundi gazidagi SO_2, O_2 va H_2O miqdorlari (pechdan chiqadigan), hajmiy % hisobida; a, c – vodorod sulfid gazidagi H_2S va H_2O miqdorlari, hajmiy % hisobida; d – havodagi H_2O miqdori, hajmiy % hisobida; δ - 1 m^3 vodorod sulfid gaziga to‘g‘ri keladigan havo hajmini ifodalaydigan koeffitsient (gazlar hajmi normal sharoitga keltirilgan deb hisoblanadi).

Agar $a=100\%$ va $c=d=0$ deb qabul qilinsa, u holda keltirilgan tenglamalardan δ ni hisobga olmagan holda quyidagi sodda tenglama hosil qilinadi:

$$y = 21 - 1,605x$$

yoki quruq gazga hisoblanganda:

$$y = 21 - 1,395x$$

Agar kuyundi gazida kislorod bo‘lmasa ($y=0$), bu kuyundi gazidagi SO_2 maksimal konsentratsiyasiga muvofiq keladi, u holda yuqoridagi tenglamalardan: $x = 13,08\%$, yoki quruq gaz hisobida $x = 15,05\%$ SO_2 kelib chiqadi.

Issiqlik texnikasida ortiqcha beriladigan havo α koeffitsienti bilan belgilanadi va u bizning misolimizda H_2S ni yoqish uchun talab etiladigan havoning nazariy miqdoriga nisbatan necha marta ko‘pligini ko‘rsatadi. α va δ koeffitsientlar orasidagi bog‘liqlik quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\alpha = 0,14\delta \frac{100 - d}{a}$$

Vodorod sulfidning oksidlanishi uning chala yonishi bilan bog‘liq quyidagi oraliq reaksiya tenglamasi:



bilan boradi va bunda 20% gacha oltingugurt monooksid hosil bo‘ladi, so‘ngra u SO_2 gacha oksidlanadi. Oltingugurt monooksid, kislorod yetishmaganda SO_2 va oltingugurt hosil qilgan holda parchalanadi.

Kolchedan tarkibidagi mishyak, selen, tellur va reniy qo‘shimchalari kuydirish jarayonida kislorod bilan $\text{As}_2\text{O}_3, \text{Se}_2\text{O}_3, \text{TeO}_2$ va Re_2O_7 gacha oksidlanadi, ular

mexanik pechlarda va chang holatida kuydirish pechlarida xomashyo kuydirilganda asosan kuyundi gazi tarkibiga o'tadi. Kuyundi tarkibida qoladigan mishyak va selen miqdori katta chegarada bo'ladi va u kolchedanni kuydirish sharoitiga bog'liqdir; kuydirish harorati qanchalik yuqori bo'lsa, ular kuyundidan shunchalik ko'p yo'qotiladi. Masalan, mexanik pechlarda 590°C haroratda kuydirilganda kolchedandagi mishyak miqdorining kuyundida 85%, changda esa 0,5% qismi, 840°C haroratda kuydirilganda esa mishyakning kuyundi va changdagi miqdori tegishlicha 1 va 46% qismi qoladi.

Qaynovchi qatlam pechlarida ruda va konsentratlarni kuydirilishidan hosil bo'ladigan gaz tarkibiga reniyning asosiy miqdori (80-90%) o'tadi.

Xomashyodagi fluor kuydirish jarayonida xomashyodan kuyundi gazi tarkibiga HF tarzida o'tadi. Uning bir qismi kremniy birikmalari (pech niqobidagi, changdagi va boshqalardagi) bilan ta'sirlashishi natijasida kremniy fluorid SiF_4 ga aylanishi mumkin.

Qaynovchi qatlam pechlarining qaynayotgan qatlamida kolchedan emas, balki gazdagi As_2O_3 ni yaxshi adsorbsiyalaydigan kuyundi bo'ladi, shuning uchun qaynovchi qatlam pechlaridagi kuyundi gaz tarkibida mexanik va chang holatida kuydirish pechlaridagiga nisbatan mishyak miqdori kam bo'ladi. Bir xil miqdorda mishyak tutgan va bir xil navlardagi kolchedan va rux aldamasi kuydirilganda, mexanik pechlardan chiqadigan kuyundi gazlari tarkibida 30 mg/m^3 , qaynovchi qatlam pechlaridan chiqadigan kuyundi gazlari tarkibida esa $0,1 \text{ mg/m}^3$, ya'ni 300 marta kam miqdordagi mishyak bo'lishi aniqlangan.

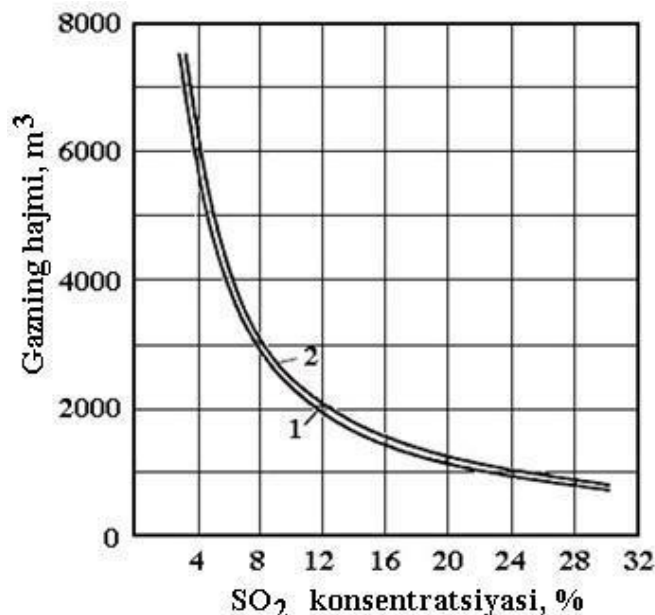
Qaynovchi qatlam pechlarida gazning kuyundi bilan yaqindan bir-biriga tegib turishi sababli selenning ko'p qismi mexanik pechlardagiga nisbatan kuyundi tarkibida qoladi.

1 t H_2SO_4 ishlab chiqarish uchun qayta ishlashga beriladigan kuyundi gazining hajmi (gaz hajmi normal sharoitga keltirilgan deb hisoblanadi) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{2,285 \cdot 10^6}{a(100 - q_y)}$$

bu yerda: a – gazdagi SO_2 konsentratsiyasi, %; q_y – sulfit angidridni qayta ishlashda S ning yo'qotilishi, %.

Yuqoridagi tenglamadan ko'rinadiki, 1 t mahsulotga qayta ishlanadigan gaz hajmi boshlang'ich xomashyo turi va sifatiga bog'liq bo'lmay, balki gazdagi SO_2 konsentratsiyasi va kuyundi gazidagi oltingugurtdan foydalanish koeffitsienti orqali aniqlanadi (4.4-rasm).



4.4-rasm. 1 t sulfat kislotaqa qayta ishlanadigan gaz hajmi (normal sharoitda):

1 – oltingugurtdan foydalanish 100%; 2 – oltingugurtdan foydalanish 95%.

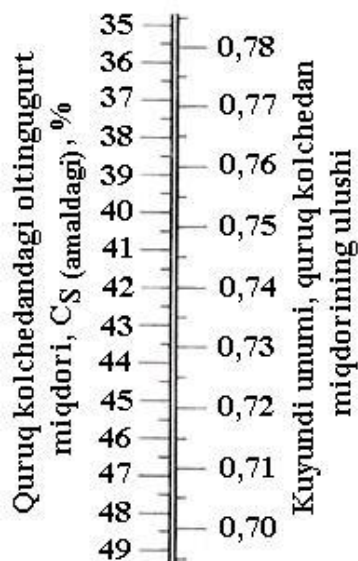
Kuyundining miqdori va tarkibi

Kolchedan va boshqa oltingugurtli rudalar kuydirilganda kuyundi hosil bo‘ladi, uning miqdori xomashyoning kimyoviy tarkibi va undagi oltingugurtning to‘layonishiga bog‘liqdir.

Kuyundining amaldagi unumi (quruq kolchedan miqdoriga nisbatan ulushlarda) 4.5-rasm bo‘yicha yoki quyidagi tenglama asosida aniqlanishi mumkin:

$$\chi = \frac{C_{S(nazariy)} - (1 - \varphi)C_{S(amalda)}}{C_{S(nazariy)} - (1 - \varphi)C_{S(kuyundi)}}$$

bu yerda: $C_{S(nazariy)}$ – quruq kolchedandagi oltingugurtning nazariy miqdori (kimyoviy birikmaga muvofiq holda), %; $C_{S(amalda)}$ – quruq kolchedandagi oltingugurtning amaldagi miqdori, %; $C_{S(kuyundi)}$ – kuyundidagi oltingugurt miqdori, %; φ – reaksiya bo‘yicha kuyundining nazariy unumi, birlik ulush hisobida.



4.5-rasm. Quruq kolchedandan hosil bo‘ladigan kuyundi unumini aniqlash nomogrammasi.

Turli xildagi xomashyolarni kuydirish reaksiyalari uchun $C_{S(nazariy)}$ va φ kattaliklar qiymatlari 4.2-jadvalda keltirilgan.

4.2-jadval

$C_{S(nazariy)}$ va φ kattaliklar qiymatlari

Kuydiriladigan xomashyolar	Yonish reaksiyalari	$C_{S(nazariy)}$	φ
Kolchedan	$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$	53,46	0,67
	$3FeS_2 + 8O_2 = Fe_3O_4 + 6SO_2$	53,46	0,64
Temir sulfid	$4FeS + 7O_2 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2$	36,46	0,91
Rux aldamsi	$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$	32,49	0,83

Ko‘mirli kolchedan kuydirilganda hosil bo‘ladigan kuyundi unumi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\chi = \frac{100 - C_{S(amalda)} - 1,6C_C}{100 - C_{S(kuyundi)}}$$

bu yerda: C_C - quruq kolchedandagi uglerod miqdori, %.

Kuyundi unumini aniqlashda nafaqat kuyundi miqdorini, balki kuyundi gazi bilan chiqib ketadigan chang miqdorini ham hisobga olish lozimdir.

Kuyundi bilan yo‘qotiladigan oltingugurt miqdori (pechga beriladigan oltingugurt miqdoriga nisbatan % da) quyidagi formuladan topiladi:

$$\Pi = \frac{\chi \cdot C_{S(kuyundi)}}{C_{S(nazariy)}}$$

Oltingugurt kuyundida temir va mis bilan birikmasi (asosan temir sulfid FeS) tarzida, shuningdek kalsiy, bariy va boshqalarning sulfatlari shaklida bo'ladi. Kuyundida, shuningdek, silikatlar va kolchedandagi turli qo'shimchalarning oksidlanish mahsulotlari ham bo'ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Oltingugurtli xomashyolarning yonish reaksiyalari qanday sodir bo'ladi?
2. Oltingugurtli xomashyolarning yonish issiqligi qanday hisoblanadi?
3. Oltingugurtli xomashyolarning kuydirish haroratini hisoblash yo'llarini ayting.
4. Oltingugurtli xomashyolarning yonish tezligi qanday bo'ladi?
5. Kuyundi gazlarining tarkibida qanday mahsulotlar bo'ladi?
6. Kuyundining miqdori va tarkibi qanday aniqlanadi?

5-MAVZU: KOLCHEDAN VA OLTINGUGURTNi YOQISH O'CHOQLARI TURLARI: MEXANIK, CHANGSIMON YOQISH, QAYNAR QATLAMLI, SIKLONLI

Reja:

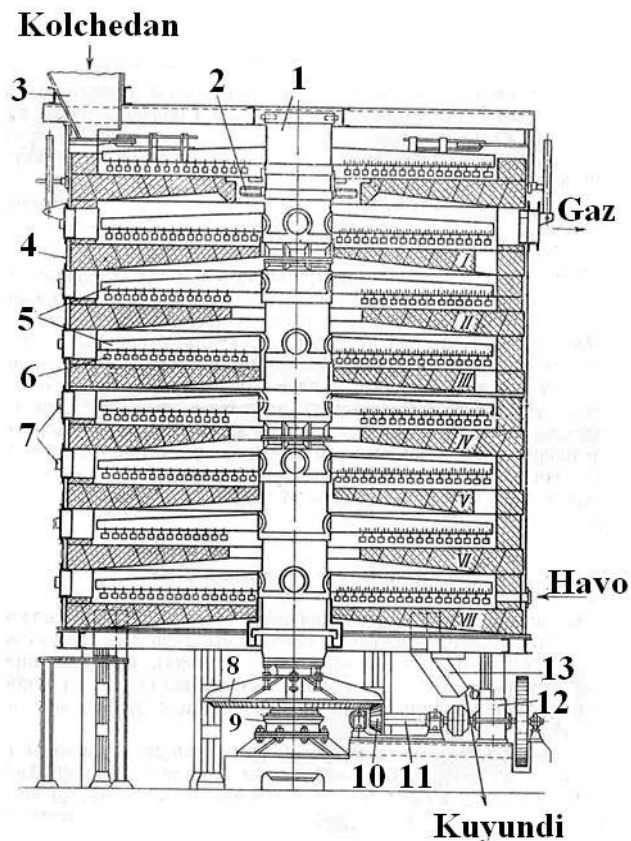
1. Kolchedanni kuydirish pechlari
2. Oltingugurt va gazsimon xomashyolarni yoqish pechlari
3. Kuyundi gazlarini changdan tozalash

Kolchedanni kuydirish pechlari

Kolchedanni kuydirish uchun xilma-xil pechlar ishlatiladi. Mexanik (taxmonli) pechlarda maydalangan kolchedan bir necha taxmonlarda joylashtiriladi va uni eshkakchalari bilan bir taxmondan ikkinchisiga surish orqali aralashtirilgan holda yondiriladi. Chang holatida kuydirish pechlarida kolchedan zarralari kamera taxmonlaridan tushish vaqtida yonadi. Qaynovchi qatlamda kuydirish pechlarida pastki tomondan kiradigan havo bilan kolchedanning muallaq holatda ushlab turilishi ta'minlanadi va jadal aralashtirish orqali yondiriladi. Siklonli pechlarda kolchedan qaynoq havo bilan birgalikda katta tezlik bilan aylanma harakati orqali kuydiriladi. Kuyundi maxsus tirgish orqali chiqarib olinadi.

Taxmonli mexanik pech. Mexanik pechlar ichida Voskresensk kimyo zavodi (VKZ) ning bir necha tokchalaridan iborat taxmonli pechi keng tarqalgandir. 5.1-

rasmda tasvirlangan pech sakkizta tokchaga egadir. Uning yettita tokchasida (I-VII) kolchedanning kuyishi amalga oshadi (ishchi tokchalar), uning bitta tokchasida kolchedan quriydi (quritish tokchasi). Tokchalarning umumiy ishchi yuzasi 140 m² ni tashkil etadi.



5.1 – rasm. Kolchedan kuydiriladigan VKZ mexanik pechi:

1 – pech vali; 2 – ta'minlagich; 3 – bunker; 4 – pech niqobi; 5 – eshkakchalar; 6 – siljitgich tishlari; 7 – eshikchalar; 8 – tishli katta g'ildirak; 9 – ostki tayanch; 10 – tishli kichik g'ildirak; 11 – uzatgich vali; 12 – reduktor; 13 – maxsus chiqarish tirqishi.

VKZ pechi balandligi 8 m va diametri 5 m li po'lat silindrdan iborat. Pechning ichki tomoni o'tga chidamli g'ishtdan ishlangan (futerovka qilingan). Pechning ichki qismida o'tga chidamli g'ishtdan ishlangan 8 ta olovdon bor. Pech markazi orqali ichi bo'sh val (1) o'tgan bo'lib, unga har bir taxmon tepasida turuvchi ikki tomonga yo'nalgan siljitish tishlari (6) bo'lgan eshkakli taroqlar (5) mahkamlangan bo'ladi. Pech bunker (3) orqali kolchedan quritish (birinchi) tokchasiga kelib tushadi va aylanuvchi eshkakli taroqning siljitish tishlari orqali pech markazi tomon siljiydi. Pech valining yaqiniga joylashgan ta'minlagich (2) orqali kolchedan birinchi ishchi tokchaga sepiladi, u yerdagi eshkakli taroqlar yordamida kolchedan markazdan pechning ichki devori tomon harakatlanadi va mahsus tirqish orqali ikkinchi ishchi tokchaga tushadi. U yerda kolchedan pech markazi tomon harakatlanadi, undan val yaqinidagi halqali teshik orqali uchinchi ishchi tokchaga tushadi va hokazo. Oxirgi

(pastki) tokchadan kuyundi tirqish (13) orqali transportyorga tushadi va u orqali chiqindixonaga chiqarib tashlanadi. Kolchedanning yonishi uchun talab etiladigan havo pech niqobi orqali kiradigan va pastki oxirgi tokchanning ustki qismida joylashgan tirqishdan beriladi.

Har bir ishchi tokchalarda to'rttadan eshikchalar (7) bo'lib, ularning har birida kuyish jarayonini ishchi tokchalar holatini kuzatish uchun qopqoq bilan yopib qo'yiladigan maxsus tirqishlar mavjud. Ichi bo'sh val – reduktorning (12) aylanishidan uzatgich val (11) orqali keladigan harakat orqali aylanadi. Bunda uzatgich valdagi tishli kichik g'ildirak (10) aylanma harakatni pech valining pastki qismiga mahkalangan tishli katta g'ildirakka (8) uzatadi.

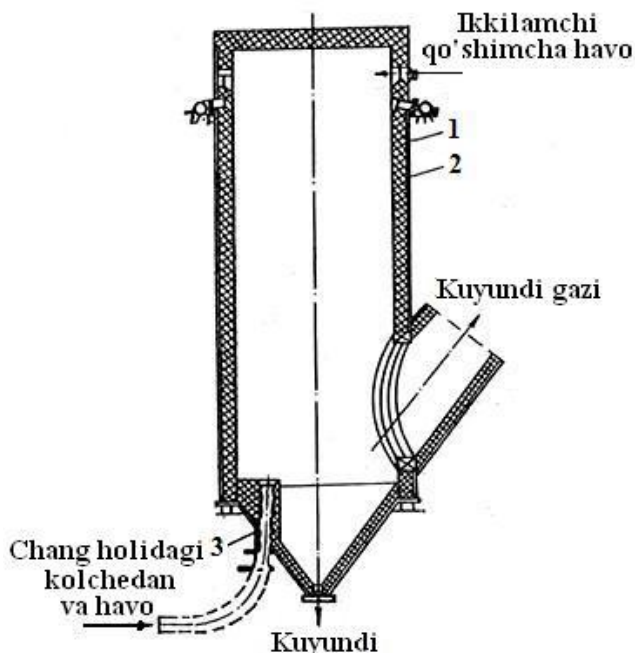
Sutkasiga pech tokchasining 1 m^3 yuzasida kuydiriladigan xomashyo miqdori (tarkibida 45% S bo'lgan quruq shartli kolchedan hisobida) mexanik pechning jadalligini ifodalaydi. VKZ pechlarida 32-35 t/sutka shartli kolchedan kuydiriladi, bu $225\text{-}250 \text{ kg/m}^2$ jadallikka to'g'ri keladi. Bunday jadallikda ishlaydigan pech kuyundisida 2% atrofida oltingugurt bo'ladi, kuyundi gazdagi SO_2 konsentratsiyasi 9-10% ni tashkil etadi.

Mexanik pechlarning normal ishlashidagi asosiy shartlar quyidagilardan iboratdir:

- 1) Kerakli miqdordagi havoni pechga kirishini ta'minlash uchun yetarlicha so'rilishning ta'minlanishi;
- 2) Pechning kolchedan bilan bir xilda ta'minlanishi;
- 3) Val va eshkakchalarning jadallik bilan sovutilishi;
- 4) Kolchedan dashqollari bilan berkilib qolgan pech tokchalaridagi tirqishlarni muntazam suratda tozalab turilishi;
- 5) Pechdan kuyundini va gaz o'tish yo'llaridan changni tizimli ravishda yo'qotib turilishi.

VKZ pechlari ancha murakkab tuzilganligi uchun ulardan foydalanish ancha qimmatga tushadi. Shuning uchun hozirgi paytda ko'proq boshqa pechlar qo'llanilmoqda.

Chang holatida kolchedanni kuydirish pechi. Chang holatida kuydirish pechining tuzilishi 5.2-rasmda tasvirlangan. Pechning diametri 4 metrni, balandligi esa 10 metrni tashkil etadi. Bunda ham maydalangan va quruq holatdagi flotatsion kolchedan havo bilan birga forsunka (3) orqali qizdirilgan pechga kiritiladi. Kolchedan havo oqimi ta'sirida pechning yuqori qismiga ko'tarilib, u yerda yangi havo bilan to'qnashadi, so'ngra kuyundi pastga tushadi. Kuyundi pech bunkeridan chiqarib olinadi, hosil bo'lgan gaz aralashmasi esa pechning yon tomonidagi shtutser orqali chiqib ketadi.



5.2-rasm. Chang holatida kolchedanni kuydirish pechi:

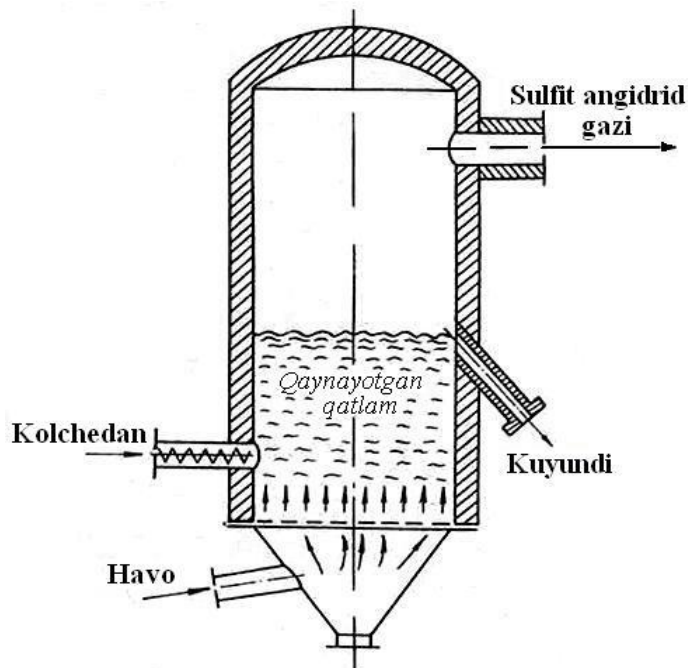
1 - g'ilof; 2 - qoplama; 3 – forsunka.

Bunday pechlar mexanik pechlarga qaraganda anchagina sodda tuzilgan hamda ularning ish jadalligi 3-4 marta ko'pdir. Hosil bo'layotgan gazlar aralashmasida 10-11% SO_2 bo'ladi; harorat 1000°C ga yetadi; bunda hosil bo'layotgan issiqlik bug' qozonlarida bug' olish uchun ishlatiladi.

Chang holatida kuydirish pechlarining kamchiligi shundaki, ular mexanikaviy pechlarga nisbatan chidamsizdir, hosil bo'ladigan gaz esa juda changli bo'ladi. Bundan tashqari, bu pechlarda faqat quruq flotatsion kolchedannigina kuydirish mumkin, mexanikaviy pechlarda esa 10% namlikka ega bo'lgan kolchedanni hamda yirik oddiy kolchedanni ham yoqish mumkin.

Qaynovchi qatlamda kuydirish pechi. Nisbatan yuqori jadallik bilan ishlaydigan kolchedanni kuydirish pechlari jumlasiga qaynovchi qatlamda kuydirish pechlari kiradi va ular sanoatda keng miqyosda qo'llanilmoqda.

Qaynovchi qatlamli kolchedanni kuydirish pechlari (5.3-rasm) vertikal silindrik ko'rinishdagi ichki qismi niqoblangan kameradan iborat bo'lib, kolchedan uzluksiz ravishda pech to'riga berilib turadi, havo esa to'ring pastidan ventilyator yordamida puflanadi. Havo to'r teshikchalari orasidan katta tezlik bilan o'tib, kolchedanni yuqoriga ko'taradi va uni aralashtiradi, bunda kolchedan xuddi qaynayotgandek bo'ladi, shuning uchun ham bu jarayon qaynovchi qatlamli kuydirish deyiladi. Kolchedan to'r bo'ylab harakat qilish davrida kuyadi.



5.3-rasm. Qaynovchi qatlamli pechning prinsipial tasviri.

Bunday pechlarning jadalligi mexanik pechga nisbatan 10 barobar yuqori bo‘ladi, hosil bo‘ladigan gazlar aralashmasida 15-16% gacha, nazariy hisoblashlarga ko‘rsa esa 16-17% SO_2 bo‘ladi; pech ishini avtomatlashtirish mumkin; hosil bo‘ladigan issiqlikdan tegishli maqsadlarda foydalaniladi; lekin gazlar aralashmasi juda changli bo‘ladi.

Qaynovchi qatlam pechidan chiqadigan gazda pechdagi 90% gacha kuyundi u bilan chiqadi. Shuning uchun changli kuyundi gazini dastlab bitta yoki ikkita siklondan o‘tkaziladi, u yerda gazdagi changning asosiy qismi tutib qolinadi, so‘ngra gaz elektrofildan o‘tkazish orqali changdan to‘la tozalanadi.

Qaynovchi qatlam pechlarida nafaqat kolchedan flotokonsentratlari, balki yirik zarrachali kolchedan ham kuydirilishi mumkin. Bunda gazning chang bilan ifloslanishi kam darajada bo‘lganligi sababli kuydirish jarayonini katta tezlikda o‘tkazish mumkin va shunga muvofiq ravishda panjara to‘ri maydoni yuza birligida nisbatan ko‘p miqdordagi kolchedanni kuydirilishiga erishiladi. Masalan, kolchedan zarralari o‘lchami 6 mm bo‘lganda sutkasiga 1 m² yuzadagi panjara to‘ri maydonida 15-20 t gacha kolchedanni kuydirish mumkin; flotatsion kolchedan kuydirilganda esa pechga beriladigan kolchedan miqdori birmuncha kam bo‘ladi.

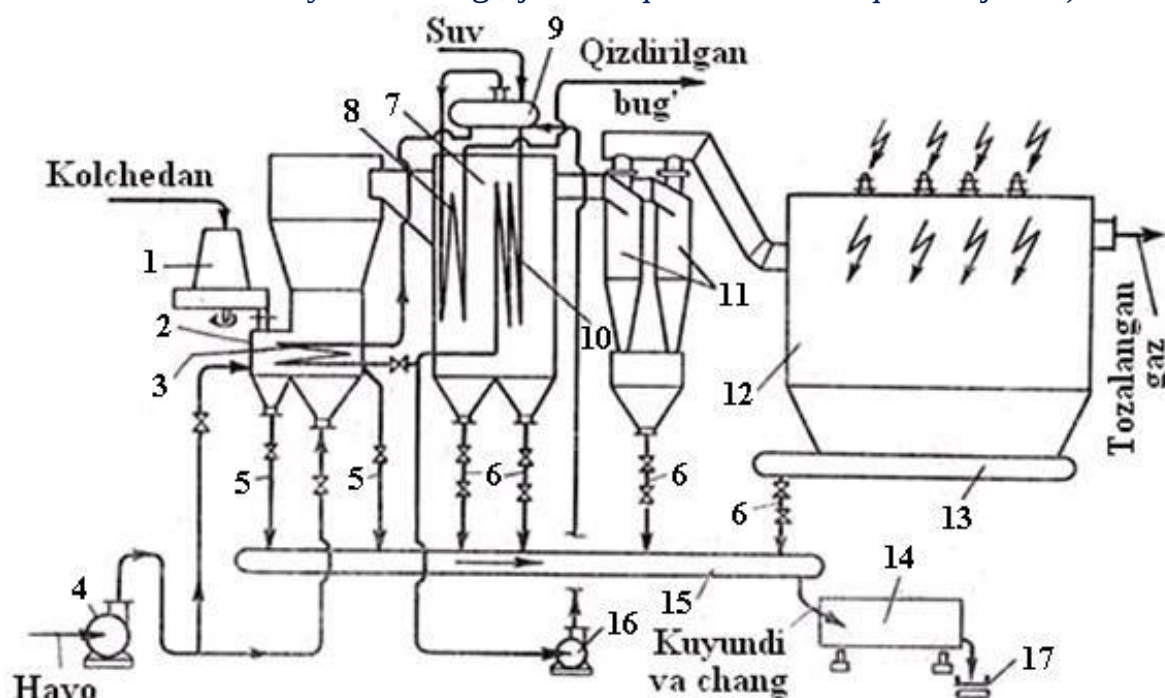
Yonish jarayoni yuqori tezlikda va jadallik bilan aralashish hisobiga borganligi sababli qaynovchi qatlamda kolchedan emas, balki kuyundi bo‘ladi. Qaynovchi qatlamning turli nuqtalarida kuyundidagi oltingugurt miqdori deyarli bir xil bo‘ladi. Kuyayotgan material bilan havoning to‘qnashish vaqti qaynovchi qatlam balandligiga bog‘liqdir: qaynovchi qatlam qanchalik yuqori bo‘lsa, oltingugurt shunchalik to‘la

yonadi. Lekin to‘r ustidagi qaynovchi qatlamni yuqori balandlikda ushlab turish uchun pechga beriladigan yuqori bosimdagi havo talab etiladi, bu esa elektroenergiya sarfini ortishiga olib keladi.

Xomashyo zarrachalari bir-biriga yopishib qolishi (dashqollanishi) ni oldini olish maqsadida qaynovchi qatlam pechlaridagi haroratni 800°C dan oshirmaslik lozimdir. Bunday pechlardagi atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik unchalik katta bo‘lmaydi (2% atrofida bo‘ladi), shuning uchun ulardagi haroratni kerakli darajada ushlab turish uchun pechdan ko‘p miqdordagi issiqlik chiqarib olinadi. Buning uchun qaynovchi qatlam doirasiga sovitish elementlari – suvni qizdirish uchun issiqlik almashtirgich yoki bug‘ qozonining quvurli bo‘lmalari shunday joylashtiriladiki, bunda bitta jihozning o‘zida kolchedanning yonish va bug‘ hosil bo‘lish jarayonlari amalga oshadi. Qaynovchi qatlamda issiqlik uzatish koeffitsienti qariyb $1000 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad} \cdot \text{soat})$ ni tashkil etadi.

5.4-rasmda qaynovchi qatlamda kolchedanni kuydirish uchun qurilmaning tasviri keltirilgan.

miqdordagi sulfat angidridning hosil bo‘lishi kuzatiladi (bu jarayonda katalizator vazifasini kuyundi changi, jihoz niqoblari va boshqalar bajaradi).



5.4-rasm. Kolchedanni qaynovchi qatlam pechida kuydirish uchun qurilma tasviri:

1 – ta‘minlash bunkeri; 2 – qaynovchi qatlam pechi; 3 – sovitgich elementlari; 4 – ventilyator; 5 – kuyundi chiqarish tirqishlari; 6 – chang chiqarish tirqishlari; 7 – qozon-yuttirgich; 8 – bug‘li qizdirgich; 9 – baraban-separator; 10 – qaynatgich quvurlar; 11 – siklonlar; 12 – elektrofiltr; 13 – zanjirli transformator; 14 – sovitgich baraban; 15 – transportyor; 16 – sirkulyatsiya nasosi; 17 – kuyundi va changni yo‘qotish uchun lentali transportyor.

Maydalangan kolchedan (rudasi yoki flotokonsentrati) bunker-ta'minlagichdan (1) bir tekisda qaynovchi qatlam pechining (2) qabul qilish kamerasiga tushadi va «qaynayotgan» material qatlamiga tegib unga aralashgan holda yonadi. Kolchedanning yonishi uchun kerak bo'ladigan havo pechga ventilyator (4) orqali puflanadi va u yerdagi kuyundi hamda yonayotgan kolchedan aralashmasini «qaynash» holatiga olib keladi. Qaynovchi qatlamdagi haroratni bir xil darajada ushlab turish uchun pechning pastki qismiga «qaynayotgan» material ichida bo'ladigan sovutish (o'ramli) elementlari (3) joylashtiriladi. Qaynovchi qatlam pechidan chiqadigan kuyundi gaz qozon-yuttirgichga (7) keladi, u yerda 400-450°C haroratgacha soviydi. Qozon-yuttirgich baraban-separator (9) bilan birgalikda o'rnatilgan bo'lib, u yerga sovutish elementlaridan (3) qaynatuvchi quvurlar (10) orqali bug'-suvli emulsiya keladi. Shunday qilib, qaynovchi qatlam va kuyundi gazidagi barcha ortiqcha issiqlik qozon-yuttirgichda (7) ishlatiladi. Bunda 1 t kuydiriladigan standart (quruq 45% S li) kolchedan hisobidan 1,5 t gacha bug' olinishi mumkin. Qozondan chiqadigan kuyundi gaz siklonlar (11) yordamida yirik zarrachali changdan, ko'p tokchali elektrofildarda (12) esa changdan to'la tozalanadi va so'ngra sulfat kislotaga qayta ishlash uchun yuboriladi. Qaynovchi qatlamli pechdagi kuyundi, qozon-yuttirgich bunkerlaridagi, siklonlardagi va elektrofildardagi chang kukunlari transportyorga (15) tushadi, so'ngra sovutish barabanida (14) sovutiladi va lentali transportyor (17) yordamida sexdan chiqarib tashlanadi.

Kuyundi gazida sulfat angidridning bo'lishi o'rinsizdir, chunki bu elektrofildar elektrodlarida chang qatqaloqlarining hosil bo'lishga olib keladi. Qaynovchi qatlam pechlari kuyundi gazlarida esa SO₃ miqdori sezilsiz darajada bo'ladi, bu esa uning ustunliklaridan biri hisoblanadi. Lekin sulfat kislotali tizimning keyingi bosqichlarida gazning sovush jarayonida sulfit angidridning oksidlanishi natijasida qo'shimcha

Pechdan keyin o'rnatilgan jihozlarda sulfat angidridning hosil bo'lishini kamaytirish uchun qaynovchi qatlam pechidan chiqadigan gaz to'g'ridan-to'g'ri qozon-yuttirgichga yuboriladi, u yerda tez sovutiladi (gazning qozon-yuttirgichdan o'tish vaqti 0,5 sekunddan kam bo'ladi). Shuning uchun SO₂ ning SO₃ ga tez oksidlanishini ta'minlaydigan haroratdagi gaz qozon-yuttirgichda iloji boricha kam vaqtda bo'ladi, buning natijasida sulfat angidrid oz miqdorda hosil bo'ladi. Qozon-yuttirgichdan keyin harorat past (450°C dan kichik) bo'lganligi sababli sulfat angidrid amalda hosil bo'lmaydi.

Qaynovchi qatlam pechlari turlicha samaradorlikka ega bo'ladi. Masalan, Lurgi (Germaniya) firmasining ma'lumotlariga ko'ra, ularda 1 m³ to'r yuzasiga 7,5 dan 10 t/sutka gacha jadallikda ishlaydigan xomashyoni kuydiruvchi 14 dan 500 t/sutka gacha samaradorlikdagi qaynovchi qatlam pechlari ishlatiladi. Bunday pechlardan olinadigan bug' bosimi 24,5 dan 123 bar (25-125 atm) ga, bug' harorati 500°C gacha yetadi (5.1-jadval).

5.1-jadval

Qaynovchi qatlam pechlarining ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Kolchedan		Ruxli konsentrat, «Elektrox» zavodining pechi
	GIPROXIM pechi	Lurgi firmasi pechi	
Samaradorlik (quruq xomashyo hisobida), t/sutka.....	200	63	150
Jadallik, t/(m ² ·sutka)	10	20,0	4,5
Diametr, m	5	2	6,5
Balandlik, m	13	7	7,4
Qaynovchi qatlam balandligi, m	1	–	1,0
To'r yuzasi, m ²	27	3	33
Sovutish elementlari yuzasi, m ²	–	10	13
Gazning konsentratsiyasi, % SO ₂	14-15	10-15	9-10
Qatlamning harorati, °C	750	700-800	900-920
Beriladigan havo hajmi, m ³ /soat	20000	6100	11000
Pechning gidravlik qarshiligi, mm.suv ust.	–	800-850	1500-1700
Bug' bosimi, atm	40	40	–
Xomashyodagi oltingugurt miqdori, %	45	46,8	30,8
Kuyundidagi sulfidli oltingugurt miqdori, %	1	–	0,3

Ruxli va misli rudalar hamda konsentratlarni kuydirish uchun yuqorida bayon etilgan pechlardan ayrim detallari bilan farqlanadigan qaynovchi qatlam pechlari ishlatiladi. Bu kuydiriladigan xomashyolarni xossalari bilan bog'liq bo'lib, pechlarda xomashyoni kuydirishdan hosil bo'ladigan kuyundidan keyingi bosqichda rangli metallar ishlab chiqarish uchun sifatli kuyundi olishni talab etadi va bu ishlar undan rangli metallarni to'la ajratib olinishiga qaratiladi. Rangli metallurgiya qaynovchi qatlam pechlaridagi ishlash tartibi ham birmuncha farqlanadi. Masalan, ruxli ruda birmuncha yuqori haroratda kuydiriladi, kuyundi tarkibidagi rux, uni kuyundidan oson ajraladigan birikmaga aylanishi uchun kuyundi gazi tarkibidagi kislorod esa yuqori konsentratsiyada ushlab turiladi.

Quyida flotatsion kolchedanni (standart kolchedan hisobida) kuydirishda ishlatiladigan turli xildagi pechlarning jadalligi keltirilgan:

Pechlar	Jadalligi, kg/m ²
Taxmonli mexanik (VKZ)	250 gacha
Chang holatida kuydirish	5000 gacha
Qaynovchi qatlamli (QQ)	20000 gacha

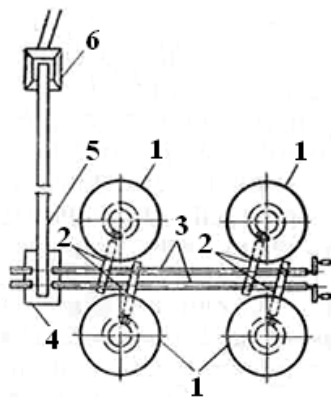
Pechlarga kolchedanni tashlash va kuyundini yo‘qotish. Pechning tuzilishi va quvvatiga bog‘liq holda pech bo‘linmasida kolchedanni pechga berilishi turlicha amalga oshiriladi. Odatda yetarlicha hajmga ega bo‘lgan bir necha bunker o‘rnatiladi, ularga kolchedan ombordan yoki maydalash bo‘linmasidan zanjirli yoki lentali transportyorlar yordamida keladi. Kolchedan bunkerdan o‘lchovli vagonchalarda o‘lchangan holda pechga to‘kiladi. Vagonchalar monorelsli izlar bo‘yicha qo‘lda yoki elektrik yuk tortuvchi moslamalar (tyaga) yordamida 60-75 m/min tezlikda harakatlantiriladi. Yirik zavodlarda vagonchalar hajmi 3,5 m³ ga yetadi. Kolchedan vagonchalardan birin-ketin har bir pechning bunkerlariga ag‘dariladi. Vagonchalardan kolchedanni tushirish avtomatlashgan holda amalga oshiriladi.

Kolchedan bunkerdan taxmonli mexanik pechlarning yuqoridagi quritish tokchasiga beriladi, bu jarayon quritish tokchasi eshkakchalariga mahkamlangan metall pichoq yordamida boshqariladi.

Sulfat kislota zavodlarida pechdan kuyundini yo‘qotish mehnattalab va og‘ir ish hisoblanadi hamda kuyundi yuqori haroratga ega bo‘ladi va pechdan chiqayotgan kuyundidagi oltingugurt qoldiqlarining yonishi davom etayotganligi uchun muntazam ravishda sulfit angidrid ajralib chiqib turadi.

Mexanik usulda yo‘qotish va yetarlicha germetiklikka ega bo‘lgan kuyundini sovutishning turli xildagi tizimlari ishlatilmoqda.

5.5-rasmda sovituvchi shneklar yordamida VKZ pechlaridan kuyundini yo‘qotish tizimining tasviri keltirilgan. Pech tirqishlaridan (1) kuyundi shnek-so‘ndirgichga (2) sepiladi, u yerga sovituvchi suv purkaladi. Suvning berilishi shunday boshqariladiki, bunda kuyundi 70-80°C haroratgacha soviydi. Sovitilgan kuyundi bir necha shneklardan uzunasiga ishlaydigan shneklarga (3) tushadi va undan kuyundi aralashtirgich bunkerning (6) transportyor lentasi (5) to‘g‘rilagichiga (4) to‘kiladi. U yerdan kuyundini qayta ishlashga jo‘natish uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri temir yo‘l vagonlariga yoki tashuvchi avtomashinalarga uzatiladi yoxud chiqindixonaga yuboriladi.

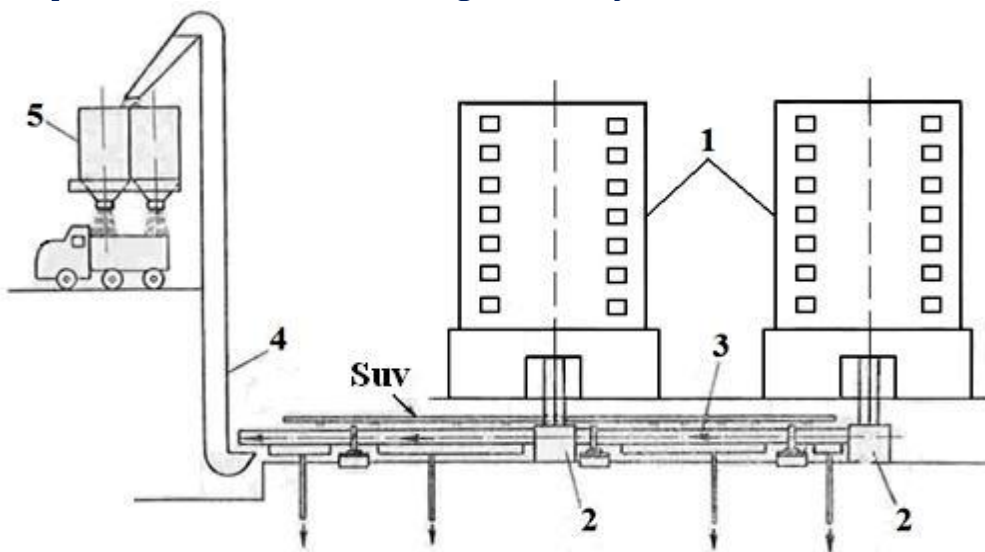


5.5-rasm. Shneklar yordamida kuyundini yo‘qotish tizimining tasviri:

1 – pechlar; 2 – shnek-so‘ndirgich; 3 – uzunasiga ishlaydigan shneklar; 4 – to‘g‘rilagich; 5 – lentali transportyor; 6 – bunker.

Sovutgichli shneklarning muhim ustunligi ularning soddaligida, ixchamligida, ishlashdagi mustahkamligi, jihozning to'la germetikligida yaqqol namoyon bo'ladi. Ularning kamchiligi shundaki, shnek-so'ndirgichda ko'p miqdordagi suv bug'lanadi va hosil bo'ladigan suv bug'i pechning kuyundi chiqarish tirqishidan kiradi va so'ngra kuyundi gazi tarkibiga o'tadi. Nitrozali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda kuyundi gazi tarkibidagi suv bug'ining ko'p bo'lishi texnologik jarayonga ta'sir ko'rsatmaydi. Kontaktli jarayonda esa bu maqbul emas, chunki birinchi yuvish minorasidagi kislota konsentratsiyasini kamayishiga olib keladi.

5.6-rasmda kuyundini yo'qotish uchun sovutgich-quvurli tashuvchi qurilma tasviri keltirilgan. Kuyundi pech tirqishidan (1) bo'shatish qutilariga (2) sepiladi, undan davriy ravishda botirib oladigan maxsus cho'michlar yordamida maxsus roliklarda aylanadigan va kichik qiyalikda o'rnatilgan 250-500 mm diametrli quvurga (3) beriladi. Shu hisobiga kuyundi quvurda bunkerga (5) uzatadigan elevator (4) tomonga harakatlanadi. Tashuvchi quvurning ustki sirti suv bilan sovutiladi, shuning uchun kuyundi quvurda 120-140°C haroratgacha soviydi.



5.6-rasm. Sovutgich-quvurli tashuvchi qurilma bilan kuyundini yo'qotish tizimining tasviri:

1 – pechlar; 2 – bo'shatish qutilari; 3 – sovutgich-quvurli tashuvchi moslama; 4 – elevator; 5 – bunker.

Sovutgich-quvurli tashuvchi moslama ishlatishga mustahkam bo'lib, uni pech yaqiniga past taglik betonga o'rnatish mumkin. Bunday quvurlarning kamchiligi shundan iboratki, quvur alohida qismlarining aylanish o'qi aniq bir-biriga mos kelishi lozim, aks holda tashuvchi quvur tezda ishdan chiqadi.

Kuyundini mexanik yo'qotish uni 70-100°C haroratgacha sovutish orqali shuningdek sovutgich-barabanli tashish moslamasida ham amalga oshiriladi. Baraban po'latdan yasalgan (diametri 1 m, uzunligi 12 m bo'lgan) aylanuvchi silindrdan iborat

bo'lib, ichki qismidagi vintli to'ldirgich orqali kuyundini harakatlantiradi. Barabanning tashqi qismi suv bilan sovutiladi.

Oxirgi yillarda *gidravlik va pnevmatik usullarda* kuyindini yo'qotishga katta qiziqish uyg'onmoqda. Bu usullar arzonligi va to'la mexanizatsiyalanish mumkinligi bilan ajralib turadi. *Gidravlik usul* bo'yicha kuyundi ko'p miqdordagi suv bilan aralashtiriladi, so'ngra hosil bo'lgan bo'tqa nasoslar yordamida tindirgich havzaga quvurlar orqali yuboriladi. Tindirilgan suv suv havzasiga oqib tushadi. 60 ming t/yil quvvatda ishlaydigan sulfat kislotasi zavodining 1 t kuyundisini yo'qotish uchun suv sarfi 8-10 m³ ni, elektroenergiya sarfi 10 kvt-soatni tashkil qiladi. Bu usulda kuyundini yo'qotish keng tarqalmagan, chunki tindirilgan suv tarkibida oz bo'lsada kislota, temir va mis kuporoslari bo'ladi, ular suv havzalarini ifloslantiradi; suvni neytrallashtirish esa katta sarf-harajatlar talab etadi. Lekin gidravlik usulda kuyundini yo'qotishni takomillashtirilishi orqali undan kelajakda keng miqyosda foydalanilishi mumkin.

Pnevmatik usulda kuyundini yo'qotish usuli shundan iboratki, bunda soplodan chiqadigan qisilgan havo oqimi orqali bosimlar farqi yuzaga keltiriladi va buning natijasida bunkerdan kuyundi purkab chiqariladi. Bunda hosil bo'ladigan havodagi muallaq kuyundi zarrachalari pnevmotransportlar bilan quvurlar bo'yicha chiqindixonaga yoki iste'molchiga yuborish uchun bunkerga uzatiladi.

Pnevmatik tashishda aerozoldagi 1 kg havoga 10-25 kg chiqindi to'g'ri kelishi kerak; aerzolning harakatlanish tezligi 30 m/sek ni tashkil etishi kerak. Havoning dastlabki bosimi tizimning qarshiligiga bog'liqdir; 200-250 m uzunlikdagi quvur uchun u o'rtacha 2-3 atm ni tashkil etadi. 1 t kuyundini yo'qotish uchun elektroenergiya sarfi 12-18 kvt-soatga yetadi.

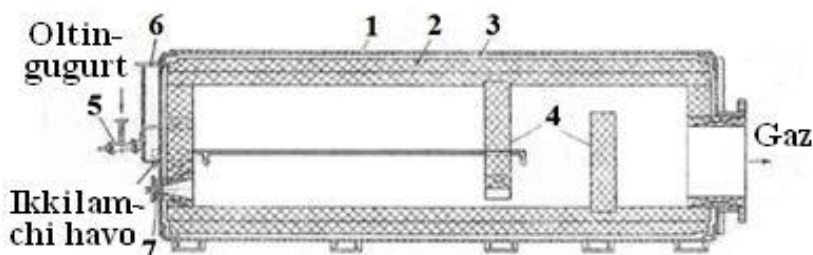
Kuyundining ishlatilishi. Kolchedanni kuydirish natijasida hosil bo'ladigan kuyundi tarkibida qariyb 50% temir bo'ladi va u cho'yan ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xomashyo hisoblanadi. Lekin pechlardan yo'qotiladigan kuyundi domna jarayoni uchun yaroqsizdir, chunki unda ko'p miqdordagi oltingugurt qoladi va u kerakligidan ham ko'ra ortiqcha maydalangan bo'ladi. Domnali suyuqlantirish uchun kuyundini tayyorlash uning aglomeratsiyalanishidan iboratdir. Aglomeratsiyalash jarayonida kuyundidan oltingugurt yongan holda ajralib chiqadi va kuyundi g'ovak bo'lakchalarga aylanadi.

Kuyundining ma'lum bir qismi mineral pigmentlar – surik va mumiyo olish uchun ishlatiladi. Buning uchun kuyundi qizdirilgan holda sulfat kislota bilan ishlanadi, so'ngra hosil bo'lgan temir sulfat ayrim qo'shimchalar bilan kuydiriladi. Kuydirish haroratiga va qo'shiladigan qo'shimchalarga bog'liq holda turli xilda tovlanadigan pigmentlar olinadi.

Oltinugurt va gazsimon xomashyolarni yoqish pechlari

Oltinugurtning yoqish pechlari. Sulfat kislota va sellyuloza-qog‘oz ishlab chiqarish sanoatlarida oltinugurtning yoqish uchun har xil tuzilishdagi pechlar ishlatiladi. To‘zg‘itilgan holatida oltinugurtning yoqish uchun pechlar nisbatan takomillashgan va unumdordir. Bunday pechlarda ishlash oson boshqariladi, bir xil konsentratsiyali sulfitli gaz olinadi.

To‘zg‘itilgan holatida oltinugurtning yoqish uchun pech (5.7-rasm) o‘tga chidamli g‘ishtlar (2) bilan niqoblangan gorizontall (diametri 3,4 m, uzunligi 10,5 m bo‘lgan) po‘lat silindr (1) ko‘rinishida bo‘ladi. Suyuqlantirilgan oltinugurt pechda joylashtirilgan ikkita forsunkalar (5) orqali beriladi. Oltinugurtning yonishi uchun kerakli havoning asosiy qismi chig‘anoq (6) orqali beriladi, qo‘shimcha (ikkilamchi) havo esa pech silindrining devoridagi tirqish orqali kiritiladi. Yonish mahsulotlarining ikkilamchi havo bilan yaxshi aralashishi uchun pechning ichki qismida ikkita to‘siqlar (4) bo‘ladi. Pechni toblash oltinugurt uchun forsunkalar ostidagi neftli yoki gazli forsunka (7) yordamida amalga oshiriladi. Yuqori haroratdagi pechda oltinugurt to‘la yonadi, bunda yonayotgan oltinugurt mash‘alasi hosil bo‘ladi. Oltinugurt bug‘ining yonishi pechning butun hajmida sodir bo‘ladi va to‘siqlar 4 hosil qilgan kamerada tugallanadi, u yerga ham qo‘shimcha havo beriladi.



5.7-rasm. To‘zg‘itilgan holatida oltinugurtning yoqish uchun pech tasviri:

1 – po‘lat silindr; 2 – niqob; 3 – asbest; 4 – to‘siqlar; 5 – oltinugurt to‘zg‘itish forsunkalari; 6 – pechga havo purkash uchun chig‘anoq; 7 – yoqilg‘i to‘zg‘itish forsunkasi.

Oltinugurtning oldindan suyuqlantirish suyuqlantirgichda amalga oshiriladi. Suyuqlantirgich – po‘latdan tayyorlangan to‘g‘ri to‘rtburchakli yashik shaklida bo‘lib, ichki qismiga bug‘li issiqlik almashtirgich quvur (zmeevik) lar joylashtiriladi, ularga 5-7 bar (5-7 atm) bosim ostida bug‘ beriladi.

Suyuqlantirilgan oltinugurtning to‘zg‘itish yuqori bosimli mexanik forsunkalarda [ularga suyuqlantirilgan oltinugurt 12 bar (qariyb 12 atm) bosim ostida beriladi] va past bosimli forsunkalarda [ularda suyuqlantirilgan oltinugurtning to‘zg‘itish qisilgan havo bilan (bosim 6 bar)] amalga oshiriladi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladigan oltinugurt yetarlicha toza bo‘lishi lozim, chunki ifloslantiruvchi qo‘shimchalar suyuqlantirgichning issiqlik uzatish quvurlarining sirtiga yopishib qoladi, bu esa issiqlik almashinishini

yomonlashtiradi; bundan tashqari, forsunkalar ifloslanishi natijasida tiqilib qolishi mumkin. Shuni ham hisobga olish lozimki, pechda oltingugurt yoqilganda hosil bo'ladigan barcha qattiq qo'shimchalar (kul) amalda kuyundi gazining tarkibiga chang tarzida o'tadi.

Oltingugurt tarkibida 0,05% kul (z) bo'lganda va oltingugurtdan foydalanish darajasi $k = 95\%$ ni tashkil etganda 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan chang miqdori q quyidagiga teng bo'ladi:

$$q = \frac{1000zA_c}{100kM_k} = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 32,06}{100 \cdot 0,95 \cdot 98,08} = 0,172 \text{ kg}$$

bu yerda: A_c – oltingugurtning atom massasi; M_k – sulfat kislotaning molekulyar massasi.

1 t sulfat kislota olishda kontaktlanishga yuboriladigan gazdagi SO_2 miqdori 8% bo'lgandagi normal sharoitga keltirilgan gaz hajmi 3000 m^3 ni tashkil etadi (5.4-rasmga qarang). Shunday qilib, gazdagi chang miqdori:

$$m = \frac{1000q}{3000} = \frac{1000 \cdot 0,172}{3000} = 0,057 \text{ g / m}^3$$

ga teng bo'ladi.

Oltingugurtdan sulfat kislota olishning qisqa sxema bo'yicha deb ataladigan ishlab chiqarish usulida gazdagi changning bunday miqdorda bo'lishi qiyinchiliklar keltirib chiqarishi mumkin, vaholanki, keltirilgan jarayonda gaz tozalanmasdan kontakt jihoziga berilishi kerak.

Suyuqlantirilgan oltingugurtdan qattiq va organik qo'shimchalar uni tindirish yo'li bilan ajratiladi, so'ngra pechga berishdan oldin suyuqlanma filtrlanadi. Filtrlashdan oldin suyuqlanmaga to'rda filtrlovchi qatlam hosil qiluvchi (1 t oltingugurtga 0,3-0,5 kg miqdorida) diatomit qo'shiladi. Ayrim hollarda oltingugurtga uni tarkibidagi kislotali qo'shimchalarni neytrallash va korroziyani oldini olish maqsadida ohak (1 t oltingugurtga 0,15 kg) qo'shiladi.

AQSH dagi zavodlarda, ayrim hollarda, oltingugurtning qattiq qo'shimchalardan tozalanish emas, balki uning yoqilishidan hosil qilinadigan gazni pemza yoki boshqa g'ovak moddalar to'ldirilgan gaz filtrlaridan o'tkazish iqtisodiy samaraliroq deb hisoblashadi.

Oltingugurt, shuningdek to'ldirgichli silindrik vertikal, qaynovchi qatlam va boshqa xildagi pechlarda ham yondiriladi.

Vertikal pechga suyuqlantirilgan oltingugurt yuqoridan to'ldirgichga beriladi, u orqali suyuq oltingugurt oqib tushadi, bug'lanadi va xuddi shunday pechning yuqori qismidan beriladigan havo oqimida yonadi.

Oltingugurt yondirish uchun qaynovchi qatlamli pech xuddi kolchedanni kuydirishdagi qaynovchi qatlam pechi singari qurilmadir. Pechga maxsus solingan yirik qum zarrachalaridan qaynovchi qatlam hosil qilinadi. Pechga qattiq oltingugurt

beriladi, shuning uchun suyuqlantirgich, suyuq oltingugurtни uzatish nasoslari, oltingugurtни suyuqlantirish uchun bug‘ harajatlari va boshqalarning keragi bo‘lmaydi.

Oltingugurtни yondirish uchun pech bo‘linmasini ishlatish harajatlari kolchedanni kuydirishdagiga nisbatan arzondir, chunki amalda kuyundini yo‘qotishga sarflanadigan harajatlar kerak bo‘lmaydi, shu tufayli oltingugurtli pechlar yetarlicha soddadir.

Vodorod sulfidni yoqish pechlari. Bunday pech po‘latdan tayyorlangan silindrik qozon ko‘rinishida bo‘ladi, uning ichki qismi o‘tga chidamli g‘ishtlar bilan niqoblangan (futerovka qilingan) bo‘ladi. Pech ichidan bug‘ qozonlarining issiqlik almashtirgich quvurlari o‘tkazilgan bo‘ladi. Bu esa vodorod sulfidni yondirish jarayonining haroratini pasaytirib turishni, kuyundi gazida ko‘p miqdorda SO₂ tutgan gaz olinishiga erishish uni oz miqdorda ortiqcha bo‘lgan kislorod bilan o‘tkazishni va ajraladigan reaksiya issiqligidan samarali foydalanishni ta‘minlaydi.

Vodorod sulfidli gaz pechning yuqori qismidan yondirgich orqali kiritiladi, u yerda havo bilan aralashadi va so‘ngra pech ichida mash‘ala yoy hosil qilib yonadi. Pechning pastki qismida kuyundi gazini chiqarish uchun qisqa quvur (patrubok) va yupqa po‘lat list bilan berkitib qo‘yuvchi saqlash klapani bo‘ladi. Pechda gaz-havoli aralashma yondirilganda portlash havfi paydo bo‘lsa, to‘siq quvurdan (flaneslardan) bosim ostida ochiladi; shu yo‘l bilan pechning buzilib ketishidan saqlanadi. Havoning berilishi birdaniga to‘xtaganda (bunday holat ishlab chiqarishda tez-tez uchrab turadi) pechga vodorod sulfidning kelishi avtomatik ravishda membranali klapan yordamida to‘xtaydi.

Agar vodorod sulfidli gazga vodorod sianid aralashgan bo‘lsa, H₂S ning yonish jarayoni kislorod yetishmagan sharoitda amalga oshiriladi. Bu holatda HCN oksidlanishi natijasida azot oksidlari emas, balki elementar azot hosil bo‘ladi va shunday qilib, sulfat kislota mahsulotini azot oksidlari bilan ifloslanishining oldi olinadi. Kislorod yetishmagan sharoitda yoqish pechdan chiqadigan kuyundi gazi tarkibida ma‘lum miqdordagi yonmagan vodorod sulfid va oltingugurt bug‘ining bo‘lishiga olib keladi. Oltingugurtning to‘la oksidlanishi uchun bunday gaz qo‘shimcha yondirish kamerasiga beriladi, u yerga kerakli miqdordagi havo kiritiladi.

Vodorod sulfid yonishining jadalligi (boshqa yoqilg‘i gazlar singari) o‘txona bo‘shlig‘ining quvvati bilan tavsiflanadi va 1 m³ hajmdagi o‘txonadan vaqt birligi ichida ajraladigan issiqlik miqdori bilan ifodalanadi:

$$I = \frac{Q}{V}$$

bu yerda: I – o‘txona bo‘shlig‘ining quvvati, kJ/(m³·s); Q – o‘txonadan chiqadigan issiqlik miqdori, kJ/s; V – o‘txona hajmi, m³.

Vodorod sulfid yoqish uchun pechlarni hisoblashda o‘txona bo‘shlig‘ining quvvati I ni 600-800 mj/(m³·s), yoki 150-200 ming kkal/(m³·s) deb qabul qilinadi.

Kuyundi gazlari issiqligidan foydalanish. Oltingugurtli xomashyo kuydirilganda va sulfat angidridni sulfat kislota qayta ishlashda ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. 4.4-jadvalda turli xildagi xomashyolardan 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan issiqlik miqdori haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

5.2-jadvaldan ko'rinadiki, umumiy issiqlikning 52-65% qismi oltingugurtli xomashyolarni kuydirilishidan ajralib chiqadi, shuning uchun pech bo'linmasida birinchi navbatda ajraladigan issiqlikdan foydalanishni yo'lga qo'yishni nazarda tutiladi. Vaholanki, 1 t H_2SO_4 olish uchun 50-100 kvt·s elektroenergiya sarflanadi, bunda sulfat kislota zavodlarida ajraladigan issiqlikning ma'lum qismidan samarali foydalanish orqali o'z-o'zini to'la elektroenergiya bilan ta'minlanishiga erishish mumkin. Qaynovchi qatlam pechlarida 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda 1,2 t gacha bug' olinadi, ya'ni ajraladigan issiqlikning qariyb 46% miqdoridan foydalaniladi. Shunday qilib, sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatlari energiya ta'minotchisiga ham aylanishi mumkin, natijada sulfat kislota tannarxi keskin pasayadi.

5.2-jadval

1 t H_2SO_4 olishda ajralib chiqadigan energiya miqdori
(SI sistemasiga hisoblash koeffitsienti: kkal x 4,19 = kj)

Ko'rsatkichlar	Kolchedan	Oltingugurt	Vodorod sulfid
Xomashyoni yondirilishidan ajraladigan issiqlik, mln kkal	1,04	0,72	1,26
SO ₂ ni kislota qayta ishlashidan ajraladigan issiqlik, mln kkal	0,66	0,66	0,66
Hammasi.....	1,70	1,38	1,92

SO₂ ning kontaktlanish va sulfat kislota hosil bo'lish issiqliklaridan qo'shimcha foydalanishda (bu yo'nalishlarda izlanishlar olib borilmoqda) issiqlikdan foydalanish ulushi ortadi va sulfat kislota ishlab chiqarish yanada iqtisodiy jihatdan tejamlir bo'ladi.

Chang holatida va qaynovchi qatlam pechlarida kolchedanni kuydirishda, shuningdek oltingugurtni yoqishda pechdan chiqadigan gazning harorati 800-1000°C ga yetadi. Bu gazning issiqligidan bug' olish uchun qozon-yuttirgichlarda foydalanish yanada maqsadga muvofiqdir.

Mexnik pechlardan chiqadigan kuyundi gaz nisbatan past haroratga ega va shuning uchun ular qozon-yuttirgichlarda bug' olish uchun yaroqsizdir. Lekin bu gazlarning issiqligi bilan keyingi tegishli maqsadlarda (o'txonalarda, pechlarda va hokazo) ishlatish uchun yuboriladigan havoni qisman qizdirish mumkin.

Kuyundi gazlarini changdan tozalash

Kuyundi gazini changdan tozalash. Pechdan chiqadigan kuyundi gaz tarkibida chang bo‘ladi, uning miqdori boshlang‘ich xomashyo tarkibiga, uning zarrachalari o‘lchamiga, pech konstruksiyasiga va boshqalarga bog‘liqdir. Mexanik pechlarda kolchedanning kuydirilishidan hosil bo‘ladigan gazning changlanganligi 1 dan 10 g/m³ gacha, chang holatida kuydirish pechlarida – 20 dan 100 g/m³ gacha, qaynovchi qatlam pechlarida esa – 50 dan 200 g/m³ gacha (gaz hajmlari normal sharoitga keltirilgan deb hisoblanganda) bo‘ladi.

Changlarning kimyoviy tarkibi amalda kuyundi tarkibidan farqlanmaydi, kuyundi chang zarrachalarining zichligi qariyb 3 g/sm³ ni tashkil etadi.

Mexanik kolchedan pechlari gazidagi changning taxminiy fraksiyali tarkibi quyida keltirilgan:

Chang zarrachalarining diametri, mkm	Fraksiya miqdori, %
15 dan kichik	15,1
15-21	21,9
21-25	24
25-30	13
30-35	5,5
35-50	6,5
50-60	7,5
60 dan katta	6,5

Chang holatida kuydirish pechlari va qaynovchi qatlam pechlari gazlaridagi changning fraksiyali tarkibi kuydiriladigan boshlang‘ich xomashyoning maydalanish darajasiga bog‘liqdir. Qaynovchi qatlam pechidan chiqadigan oddiy gaz tarkibining taxminan 50% qismi 15 mk gacha o‘lchamli va qolgan 50% qismi – 15-40 mk o‘lchamli zarrachalardan iborat juda mayda changdan iborat bo‘ladi.

Chang kuyundi gazidan juda yaxshilab tozalanishi shart, chunki u jihozlarni ifloslantiradi, gidravlik qarshilikni oshiradi, mahsulot kislotasini ifloslantiradi va ishlab chiqarish jarayonlarida boshqa bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Gazlarni changdan tozalashning ikkita asosiy: mexanik va elektrik usullari mavjuddir. Har ikkala usul ham sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalanilmoqda.

Mexanik tozalash. Gazni changdan mexanik tozalash uchun ishlatiladigan jihozlarning ishlash prinsipi og‘irlik kuchining ta’siriga yoki markazdan qochma kuchga asoslangandir.

Laminar gaz oqimida og‘irlik kuchi ta’siri ostida 1 dan 100 mk gacha diametrdagi qattiq zarrachalarning erkin cho‘kish tezligi w (m/sek da) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$w = \frac{d^2(\rho_1 - \rho_2)g}{18\mu}$$

bu yerda: d – zarracha diametri, m; ρ_1 – zarracha zichligi, kg/m³; ρ_2 gazning zichligi, kg/m³; g – og‘irlik kuchining tezlanishi, m/sek²; μ – gazning dinamik qovushqoqligi, kg/(m·sek).

Kuyundi gazidan va havodan kuyundi changini cho‘ktirishda ρ_2 kattalik ρ_1 kattalikka nisbatan juda kichik qiymatli bo‘lganligi uchun uni hisobga olmaslik mumkin. Shuning uchun hisoblashni soddalashtirilgan holda quyidagi tenglama orqali amalga oshirilishi mumkin:

$$w = \frac{d^2\rho_1g}{18\mu}$$

Bu formulaga 1 mm dan kichik diametrli zarrachalar uchun gazdagi molekulalar harakat uzunligini hisobga oladigan koeffitsientni ko‘paytirish qo‘shimchasi kiritiladi. 100 mkm dan yirik diametrdagi zarrachalarning cho‘kish tezligini boshqa formula bo‘yicha hisoblanadi, chunki bu holda cho‘kish tezligi boshqa qonuniyatga bo‘ysunadi.

5.3-jadvalda havodagi kuyundi changlarini cho‘kish tezligini birinchi formula orqali hisoblangan ma’lumotlar keltirilgan. Bunda $\rho_1 = 3000$ kg/m³, havoning harorati 20°C va qovushqoqligi $\mu = 1,9 \cdot 10^{-7}$ kg/m·sek etib belgilangan.

5.3-jadval

Havodagi kuyundi changining cho‘kish tezligi

Zarrachalar diametri		Cho‘kish tezligi	
mkm	m	m/sek	sm/s
1	10 ⁻⁶	0,9·10 ⁻⁴	32
10	10 ⁻⁵	0,9·10 ⁻²	32·10 ³
100	10 ⁻⁴	0,9	3,2·10 ⁵

Markazdan qochma kuch ta’sirida changni cho‘ktirish, zarrachaning R diametrli aylana bo‘yicha aylanadigan markazdan qochma kuch maydonida bo‘lishiga asoslangan. Sharsimon shakldagi zarrachaning bu kuch ta’sirida cho‘kish tezligi w_1 (m/sek da) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$w = \frac{d^2\rho v^2}{18R\mu}$$

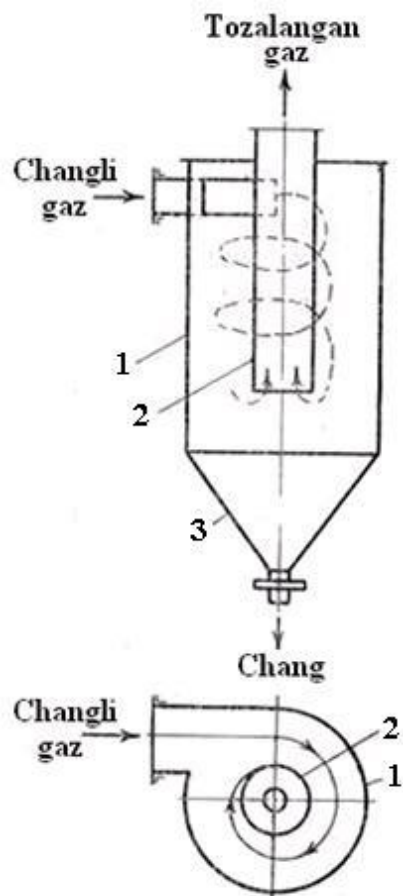
bu yerda: d – zarracha diametri, m; ρ – zarracha zichligi, kg/m³; v – oqimning aylanma harakati, m/sek; R – aylanish radiusi, m; μ – gazning dinamik qovushqoqligi, kg/(m·sek).

Markazdan qochma kuch ta'sirida gazlarni changdan va suyuqlik tomchilaridan tozalash uchun jihozlar *markazdan qochma chang tutgichlar yoki siklonlar* deyiladi.

Siklonning ishlash tizimi 5.8-rasmda tasvirlangan. Jihozga gaz oqimi tangensial aylanma oqimda kiradi va markaziy chiqarish quvurining asosi bo'yicha aylanadi. Chang zarrachalari w tezlikda radial harakatlanadi, siklon devoriga urilib, uning sirtidan pastga – bunkerga tushadi. Tozalangan gaz esa markaziy quvur orqali yuqoridan chiqadi.

Yuqoridagi formuladan ko'rinadiki, siklonning unumdorligi undagi gazning tezligi ortishi bilan ko'tariladi. Lekin, shu bilan bir vaqtda siklonning gidravlik qarshiligi ham ortadi va uning sirtiga o'tirib qolgan changning ma'lum qismini uchirib gaz bilan olib chiqib ketadi.

Siklonlardagi gazning tezligini 7-20 m/sek etib belgilangan, bunda gidravlik qarshilik 400 n/m^2 ($\sim 40 \text{ mm. sim. ust. ga yetadi}$).

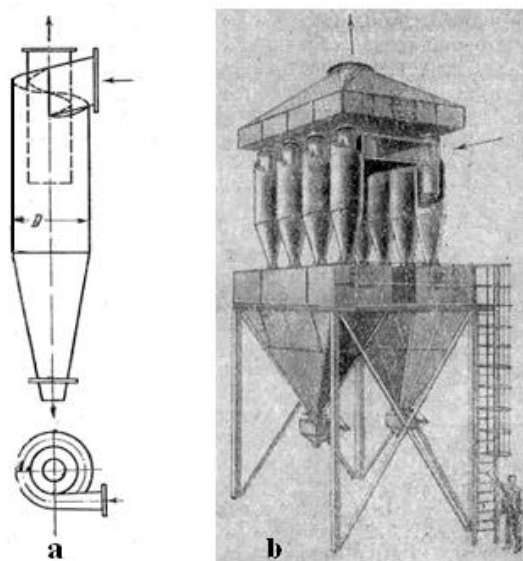


5.8-rasm. Siklon:

1 – tashqi silindr; 2 – ichki silindr; 3 – konussimon bunker.

5.9-rasmda NIIOGAZ (Rossiya) bittalik siklonning va sakkiz siklondan iborat batareyasi tasvirlangan. Bunday siklonlar qaynovchi qatlam pechlarida hosil bo'ladigan kuyundi gazlari tarkibidagi changni tozalashning birinchi bosqichida

ishlatiladi. NIIOGAZ siklonlari batareyasidan iborat chang tutgich qurilmani tayyorlashda $1000 \text{ m}^2/\text{s}$ tozalanadigan gaz uchun 100-150 kg metall sarflanadi. *Tozalash koeffitsienti* (tozalangan va iflos gazdagi chang miqdorlarining nisbati) changdagi zarrachalar o'lchamiga bog'liqdir (5.4-jadval).



5.9-rasm. NIIOGAZ siklonlarining ishchi holatda joylanishi:

a – bittalik siklon; b – siklonlar batareyasi.

5.4-jadval

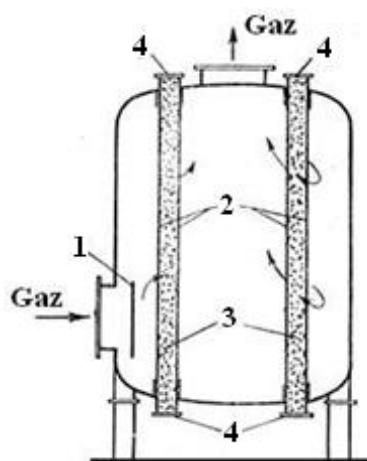
SN-15 turidagi NIIOGAZ siklonlarida gazlarni changdan tozalashning taxminiy koeffitsientlari

Siklon diametri D , mm	Zarrachalarning shartli diametri, mkm		
	5	10	20
	Tozalash koeffitsienti, %		
800	50	85	97,2
600	55	87	98,0
400	69	89	98,5
200	77	93	99,0
100	83	95	99,5

5.10-rasmda filtr tasvirlangan, unda ikkita konsentrik to'rlar (2) orasidagi halqali bo'shliqqa filtrlovchi material (pemza, qum yoki boshqalar) joylashtirilgan. Bunday jihoz oltingugurtdan sulfat kislotasi ishlab chiqarish jarayonida tarkibida muallaq holatida zarrachalar bo'lgan gazni kontakt jihoziga berishdan oldin tozalashda ishlatiladi.

Gaz jihozning pastki yon tarafidagi qisqa quvurdan kiradi va filtrlash yuzasiga plita (1) orqali taqsimlanadi. Filtrlovchi material qatlami (3) orqali o'tib, tozalangan gaz jihozning yuqori qismidagi qisqa quvur orqali chiqib ketadi. Bunday filtrlarning

muhim afzalligi shundaki, ishlatib boʻlingan filtrlovchi materialni filtrdan boʻshatish va yangi filtrlovchi materialni filtrga solish, uning yuqorisidagi va pastidagi qopqoqli tuynuklar (lyuk) (4) orqali juda tez amalga oshiriladi. Gazni changdan mexanik tozalash yetarlicha sodda, lekin tozalash koeffitsienti unchalik yuqori emas. Shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda gazlarni yaxshilab tozalash talab etilgan taqdirda, mexanik usullar elektrik usullar bilan uygʻunlashtiriladi va yuqori changlikka ega boʻlgan kuyundi gazlarini (chang holatida kuydirish va qaynovchi qatlam pechlarining gazlarini) dastlabki tozalash jarayonida ishlatiladi.



5.10-rasm. Donador filtrlovchi materialli filtr:

1 – taqsimlash plitasi; 2 – toʻr; 3 – donador filtrlovchi material; 4 – materialni chiqarish va solish qopqoqli tuynuklari (lyuklari).

Gazlarni elektrik usulda tozalash. Bu usul gazlardan muallaq zarrachalarni tozalashda mexanik usulga nisbatan takomillashgan va ishonchli boʻlsada, u ancha qimmatli hisoblanadi. Gazlarni changdan va sulfat kislota bugʻlaridan tozalash uchun sulfat kislotali sanoatda elektrik tozalash keng miqyosda qoʻllaniladi.

Gazlarni changdan elektrik tozalash jihozlari *elektrofiltrlar* deyiladi. Choʻktiruvchi elektrodleri quvur shaklida boʻlgan quvurli elektrofiltrlar va plastinkali elektrofiltrlar ishlatiladi.

Choʻktiruvchi elektrod vazifasini oʻtovchi yerga ulangan va sim toʻr bilan qoplangan quvur ichiga 70000-100000 volt kuchlanishli doimiy tok mashinasining manfiy qismiga ulangan *tojsimon elektrod* joylashtirilgan (5.11a-rasm). Sim atrofidagi gaz qatlamlari ionlashadi va yorituvchi qavat (toj) hosil boʻladi. Gaz tarkibidagi changlar manfiy tok bilan zaryadlanib sim elektrodan qochadi va quvur devorchalariga yopishgan holda zaryadsizlanadi. Quvur vaqti-vaqti bilan urilib, yigʻilgan changlar pastga tushirib olinadi. Buning natijasida gaz quvurdan oʻtayotganda changdan tozalanadi. Bu usulda gaz changdan 95-98% tozalanadi.

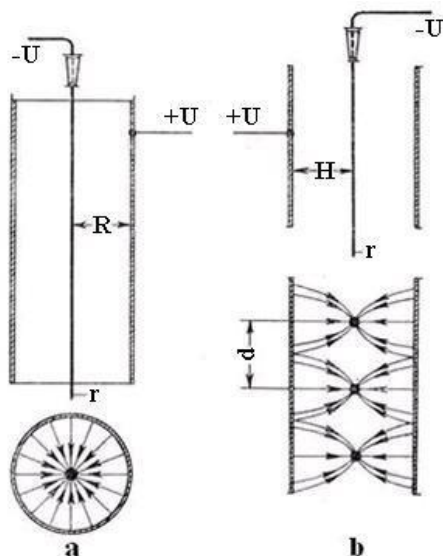
Plastinkali elektrofiltrlarda cho'ktiruvchi elektrod vazifasini plastinkalar, tojsimon elektrodlar esa plastinkalar orasiga bir-biridan va plastinkadan bir xil masofada joylashgan qator simlar tarzida joylashtiriladi (5.11b-rasm).

Elektrofiltrlarda gazlarning tozalanish darajasi elektr maydonining kuchlanganligi E ga (v/sm da) bog'liq bo'lib, u tojsimon elektrod va quvurli elektrodning devori orasidagi har qanday nuqtada quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = \frac{V}{2,3 \times \lg \frac{R}{r}}$$

bu yerda: V – potentsiallar farqi, v; x – quvur markazidan kuchlanishni o'lchash nuqtasigacha bo'lgan masofa, sm; R – quvur radiusi, sm; r – tojsimon elektrod (sim) radiusi, sm.

Bu tenglamadan ko'rinadiki, maydon kuchlanishi qanchalik katta bo'lsa, o'lchash nuqtasi ham sim asosiga yaqin bo'ladi; maksimal kuchlanganlik tojsimon elektrod sirtida yuzaga keladi.



5.11-rasm. Quruq elektrofiltrlar tizimining tasviri:

a – quvurli elektrofiltr; b – plastinkali elektrofiltr (strelkalar bilan elektronlar oqimining yo'nalishi ko'rsatilgan); n – elektrodga beriladigan kuchlanish; R – quvurli cho'ktiruvchi elektrod radiusi; r – tojsimon elektrod (sim) radiusi; N – sim va plastinkali elektrod orasidagi masofa; d – simlar orasidagi masofa.

Tojsimon elektrod yaqinida yuzaga keladigan gazlarni uncha katta bo'lmagan bo'shliqdagi ionlanish maydoni toj maydoni deyiladi. Bu maydonda xarakterli chaqnash va tovush hosil bo'ladi. Toj maydonida musbat va manfiy zaryadlangan ionlar bo'ladi; chang zarrachalari bilan to'qnashib, ionlar ularni zaryadlaydi. Zaryadlangan chang zarrachalari elektr maydoni ta'sirida qarama-qarshi zaryadli

elektrodlar sirtiga tortiladi. Tojsimon elektrod manfiy zaryadli bo‘ladi va undan quvur devori sirtiga manfiy zaryadlangan chang zarrachalari harakatlanadi. Oz miqdordagi changlar toj maydonida musbat zaryadli zarrachalar hosil qiladi va tojsimon elektrod sirtida cho‘kadi. Toj maydonidan tashqaridagi chang zarrachalari faqat manfiy zaryadlanishi mumkin, buning natijasida quvur devorlari tomon harakatlanadi, u yerda changning asosiy miqdori cho‘kadi.

Elektrofildagi asosiy kuch zarrachalar zaryadiga ta’sir etadigan elektr maydoni kuchi hisoblanadi. Shu ta’sir tufayli zarrachalar cho‘ktiruvchi elektrod tomonga harakatlanadi. 1 dan 50 mk gacha radiusli zarrachalarning nazariy harakat tezligi (dreyf) quyidagi nazariy tenglama bo‘yicha (sm/sek da) hisoblanishi mumkin:

$$w = \frac{0,11E^2 r}{\mu}$$

bu yerda: E – elektr maydonining kuchlanganligi, v/sm; r – zarracha o‘lchami, sm; μ – gazning dinamik qovushqoqligi, g/(sm·sek) yoki spz;

Bundan ko‘rinadiki, cho‘ktiruvchi elektrod tomon 1 mk dan katta radiusdagi zarrachalarning harakat tezligi zarrachaning radiusiga to‘g‘ri proporsionaldir. Elektrofildagi zarrachalarning amaldagi harakat tezligi yuqoridagi hisoblashdan olingan qiymatga nisbatan taxminan 2 marta kichik bo‘ladi.

Elektrofildagi muallaq zarrachalarni nazariy jihatdan ushlab qolinish darajasi, ya’ni gazning tozalanish darajasi quyidagi tenglama bo‘yicha hisoblanadi:

$$\eta = 1 - e^{-wf}$$

bu yerda: w – elektr maydonidagi zarrachaning harakati, sm/sek; f – elektrofildagi o‘lchamini va elektrofildagi gazning tezligini tavsiflaydigan koeffitsient.

Quvurlar va plastinkali elektrofildlar va olti qirrali cho‘ktiruvchi elektrodlar uchun f koeffitsienti quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

quvurli elektrofildlar uchun $f = \frac{2L}{vR}$

plastinkali elektrofildlar uchun $f = \frac{L}{vH}$

olti qirrali cho‘ktiruvchi elektrodli

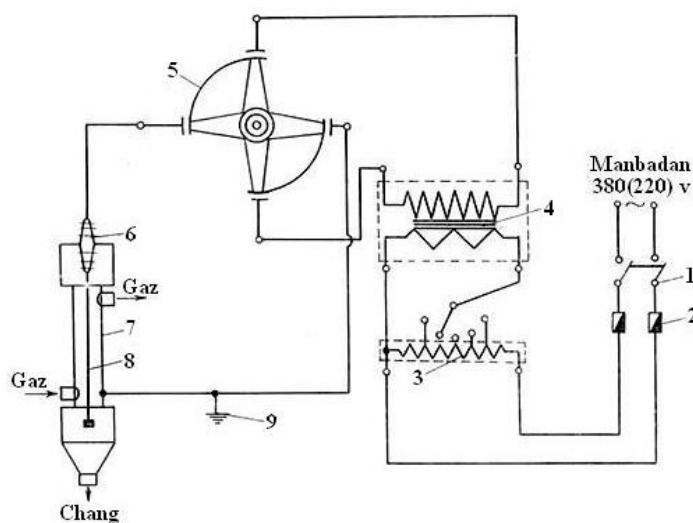
elektrofildlar uchun $f = \frac{LH}{vQ}$

bu yerda: L – elektr maydoni uzunligi, m; v – elektrofildagi gazning tezligi, m/sek; R – quvur radiusi, m; H – cho‘ktiruvchi va tojsimon elektrodlar orasidagi masofa, m; S – cho‘ktiruvchi elektrodning faol perimetri (uning geometrik shakliga bog‘liq), m; Q – cho‘ktiruvchi elektrod ko‘ndalang kesimining yuzasi, m².

Elektr o'tkazuvchi va elektr o'tkazmaydigan chang zarrachalari tegishli elektrodlarda cho'kishida o'zining zaryadini berib (yoki ularni qabul qilib), odatda bir xilda yaxshi cho'kadi. Lekin ayrim moddalarning (masalan, rux oksidning) changi elektr zaryadini juda ham yomon qabul qiladi. Cho'ktiruvchi elektrodlarda elektr o'tkazmaydigan changlar qatlamining hosil bo'lishi tozalash jarayoni sharoitini yomonlashtiradi, chunki elektrodga o'tirib qoladigan changning mustahkam elektroizolyatsiya qatlami yangi cho'kkan chang zarrachasining zaryadsizlanishiga to'sqinlik qiladi. Bundan tashqari, tojsimon elektrodda chang qatlamining o'tirib qolishi ularning diametrini oshiradi va natijada toj hosil bo'lish sharoitini yomonlashtiradi, shunga bog'liq holda elektrodlardan changni doimo tozalab turish lozim bo'ladi.

Elektrofiltrga kiradigan gazning changlilikgi (changlanishning ma'lum chegarasigacha) uning elektrofiltrda tozalanish darajasiga bog'liq emas. Ammo gazdagi changning miqdori juda ham ko'p bo'lsa va ayniqsa elektrofiltrda gaz oqimi katta tezlikda bo'lgan holatda gazning tozalanishi yomonlashadi.

Gazni elektrik tozalash uchun qurilma manbasining prinsipial tasviri 5.12-rasmda keltirilgan.



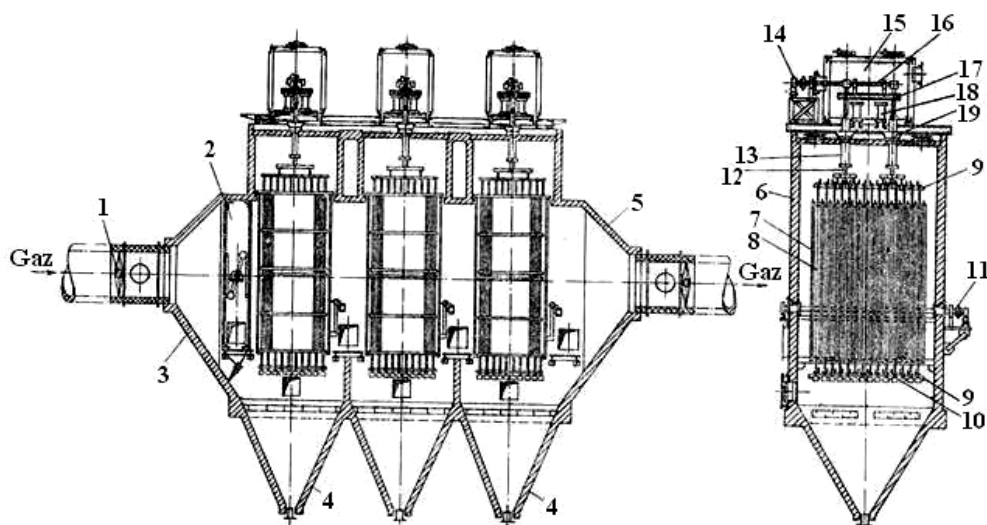
5.12-rasm. Elektrofiltrlar manbasining prinsipial elektrik tizimining tasviri:

1 – elektr ulab-uzgich; 2 – elektr saqlagich; 3 – kuchlanishni boshqargich; 4 – kuchaytiruvchi transformator; 5 – voltli to'g'rilagich; 6 – muhofazalagich (izolyator); 7 – cho'ktiruvchi elektrod; 8 – tojsimon elektrod; 9 – yerga uzatgich.

Elektrik tozalash qurilma manbasi uchun yuqori kuchlanishli tokning maxsus to'g'rilagichda to'g'rilash yo'li bilan hosil qilinadigan doimiy tok kerak bo'ladi. Tarmoqdagi kuchlanish (220-380 v) transformator (4) orqali 80-100 ming voltgacha oshiriladi, so'ngra yuqori kuchlanishli o'zgaruvchan tok yuqori voltli to'g'rilagichga (5) uzatiladi, bu yerdan to'g'rilangan (doimiy) tok elektrofiltrga o'tadi. Tojsimon elektrodlar (8) to'g'rilagichning (5) manfiy manbasiga ulanadi, cho'ktiruvchi elektrodlar esa to'g'rilagichning musbat manbasi sifatida yerga ulanadi. Shunday

qilib, elektrofiltarning elektrodlarida kuchlanishni moslashtirish orqali ular orasida kuchli elektr maydoni hosil qilinadi.

Gazlarni kuyundi changlaridan elektrik tozalash uchun asosan plastinkali (toʻrli) choʻktiruvchi elektrodli elektrofiltirlar qoʻllaniladi. Keyingi yillarda koʻpincha OG-3 (kuyundili uch taxmonli) va OG-4 turidagi koʻp taxmonli elektrofiltirlardan foydalanish keng tarqalgan. Uch taxmonli elektrofiltr tasviri 5.13-rasmda keltirilgan.



5.13-rasm. Gorizontol holatdagi quruq uch taxmonli plastinkali elektrofiltr konstruksiyasining tasviri:

1 – droselli klapan; 2 – chayqalib turuvchi gaz taqsimlagich toʻr; 3 – diffuzor (jihozning bosim oshadigan qismi); 4 – bunkerlar; 5 – konfuzor; 6 – elektrofiltr korpusi; 7 – choʻktiruvchi elektrod; 8 – tojsimon elektrod; 9 – tojsimon elektrodning ustki va ostki ramalari; 10 – yuklar; 11 – choʻktiruvchi elektrodni chayqatish mexanizmining elektr harakatlantirgichi; 12 – tojsimon elektrod yuqori ramasining osmasi; 13 – kvarsli quvurlar; 14 – tojsimon elektrodni chayqatish mexanizmining elektr harakatlantirgichi; 15 – muhofaza (izolyator) qutisi; 16 – choʻktiruvchi elektrodni chayqatish mexanizmi; 17 – tik tayanchga tayanadigan koʻndalang balka (traversa, toʻsin); 18 – izolyatorlar tayanchi; 19 – kvarsli voronkalar.

Elektrofiltr korpusi (6) tashqi qismi issiqlik yoʻqolishidan muhofazalangan (izolyatsiyalangan) oʻtga chidamli betondan yoki poʻlatdan tayyorlangan. Elektrofiltarning ichki kamerasida choʻktiruvchi elektrodlar (7) bilan tojsimon elektrodlar (8) orasidan iborat uchta choʻktiruvchi qurilma – maydon joylashgan. Choʻktiruvchi elektrodlar poʻlat ramaga tortilgan 3 mm diametrli poʻlat simdan toʻqilgan toʻr koʻrinishida boʻladi. Har bir kamerada bir necha toʻr bir-biridan 250 mm masofada ajratilgan holda oʻrnatilgan. Setkalar orasida 2 mm diametrli nixrom simdan tayyorlangan bir necha tojsimon elektrodlar tortilgan; bu elektrodlar orasidagi masofa ham 250 mm boʻladi. Elektrofiltarning barcha metall detallari, shu jumladan choʻktiruvchi elektrodlar yerga ulangan boʻladi.

Tojsimon elektrodlar – kvarsli quvurlar (13) bilan muhofaza qilinadigan, osmaga (12) biriktirilgan ustki ramaga (9) mahkamlangan bo‘ladi. Unga o‘tirib qolgan changlar maxsus mexanizm (16) bilan chayqatish orqali tushiriladi; cho‘ktiruvchi elektrodni chayqatish boshqa mexanizm – elektr harakatlantirgich (11) bilan amalga oshiriladi. Elektrodni chayqatish natijasida ularda o‘tirib qolgan changni bunker 4 ga tushiradi, u yerdan davriy yoki uzluksiz suratda chiqarib turiladi. Tozalangan gaz elektrofiltrda gorizontalar tarzda, birin-ketin barcha cho‘ktiruvchi qurilmalardan o‘tgan holda harakatlanadi; ularning har biri, mohiyati bo‘yicha, alohida elektrofiltrlar hisoblanadi.

Elektrofiltrning unumdorligi gaz o‘tadigan kamera ko‘ndalang kesimining yuzasi bilan aniqlanadi, bu yuzaning kattaligi elektrofiltr turini belgilashda ko‘rsatiladi. Masalan, OG-3-8 kuyundi elektrofiltri uchta maydon va 8 m² gaz o‘tish yuzasiga ega bo‘ladi. Mamlakatimizda ishlatilayotgan elektrofiltrlar kamerasining ko‘ndalang kesimining yuzasi 30 m² gacha yetadi (OG-3-8, OG-3-15, OG-3-20, OG-3-30).

Kuyundi elektrofiltridagi gazning harorati 275°C dan kam, 500°C dan yuqori bo‘lmasligi lozimdir. 275°C dan past haroratda sulfat kislotaning kondensatsiyasi kuzatiladi (chunki kuyundi gazi tarkibida doimo ma’lum miqdordagi SO₃ va suv bug‘i bo‘ladi), bu esa kamera detallarining korroziyalanishiga olib keladi. 500°C dan yuqori haroratda esa elektrofiltrning ichki metall detallarining deformatsiyalanishi kuzatiladi.

Mexanik pechlardan va chang holatida kuydirish pechlaridan chiqadigan gaz oqimining tezligi 0,7-1,2 m/sek bo‘lganda OG-3 turidagi elektrofiltrlarda changdan 100 mg/m³ gacha, qaynovchi qatlam pechlaridan chiqadigan gazlar esa 100-200 mg/m³ gacha tozalanadi. Gazlarni tarkibida 50-100 mg/m³ chang qolgungacha juda yaxshi tozalash uchun OG-4-8 va OG-4-16 turidagi to‘rt taxmonli elektrofiltrlar ishlatiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Taxmonli mexanik pechning tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
2. Chang holatida kolchedanni kuydirish pechining tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
3. Qaynovchi qatlamda kuydirish pechining tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
4. Pechlarga kolchedanni tashlash qanday amalga oshiriladi?
5. Pechlardan kuyundini yo‘qotish qanday amalga oshiriladi?
6. Kuyundidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
7. Oltingugurtni yoqishda qanday pechlar ishlatiladi? Ularning ishlash tartibini tushuntiring.
8. Vodorod sulfidni yoqishda qanday pechlar ishlatiladi? Ularning ishlash tartibini tushuntiring.

9. Kuyundi gazlari issiqligidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
10. Kuyundi gazlari changdan nima maqsadda tozalanadi?
11. Gazlarni mexanik usulda tozalash jihozlarining mohiyatini tushuntiring.
12. Chang tutgich va siklonlar qanday tuzilgan va ularning ishlash prinsipini tushuntiring.
13. Tozalash koeffitsienti nima?
14. Elektrik usulda tozalashning mohiyatini tushuntiring.
15. Cho'ktiruvchi va tojsimon elektrodlar tuzilishi hamda vazifalarini ayting.
16. Toj maydoni deganda nimani tushunasiz?
17. Qanday elektrofiltr konstruksiyalarini bilasiz?

6-MAVZU: SULFAT KISLOTASINI KONTAKT USULI BILAN ISHLAB CHIQRISH ASOSLARI

Reja:

1. Katalizatorlar ishtirokida sulfit angidridni oksidlashning fizik-kimyoviy asoslari.
2. Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi.
3. Sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash reaksiyasining tezligi.

Katalizatorlar ishtirokida sulfit angidridni oksidlashning fizik-kimyoviy asoslari

Kontaktli usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidridni oksidlash:



reaksiyasi bo'yicha katalizator ishtirokida amalga oshiriladi. Bu jarayon kontaktlanish deb ataladi. Tinch holatdagi kontakt massa qatlami yoki qaynovchi qatlamdagi katalizator orqali gaz o'tkazilganda gaz katalizator bilan bevosita to'qnashadi.

Turli xil metallar, ularning qotishmalari va oksidlari, ayrim tuzlar, shisha, chinni, gillar, tog' billuri kristallari hamda boshqa modda va materiallar sulfit angidrid oksidlanishini tezlashtirish xususiyatini namoyon etadi. Har bir katalizator ma'lum darajadagi, uning uchun xarakterli kontaktlanish foizini ta'minlaydi. Sanoat sharoitida nisbatan yuqori kontaktlanish foiziga erishishni ta'minlaydigan katalizatorlardan foydalanish qulaydir, chunki oksidlanmagan SO_2 qoldiqlari absorbsiya bo'linmasida ushlab qolinmaydi va u chiqindi gazlari bilan birgalikda atmosferaga chiqib ketadi.

Uzoq vaqt ushbu jarayon uchun platina eng yaxshi katalizator deb hisoblab kelingan, u juda mayda maydalangan holatda tolali asbestga, silikagelga yoki magniy

sulfatga aralashtirib ishlatilgan. Lekin platina juda qimmatbahodir, bundan tashqari, gaz tarkibida juda oz miqdordagi mishyak, selen, xlor va boshqa qo‘shimchalarning bo‘lishi uning katalitik faolligini juda kuchli darajada pasaytiradi. Shuning uchun platinali katalizator ishlatilganda kontakt zavodining murakkab asbob-uskunalar bilan jihozlanishi talab etiladi, tayyor mahsulot tannarxi esa katta bo‘ladi.

Platinasiz katalizatorlar ichida yuqori katalitik faollikka ega bo‘lgan vanadiyli katalizator esa platinali katalizatorga nisbatan ancha arzon va zararli qo‘shimchalar ta’sirida kam zaharlanadi. Respublikamizdagi sulfat kislota ishlab chiqarish zavodlarida asosan vanadiyli katalizator ishlatiladi. Sanoatda katalizator odatda kontakt massa (vanadiyli kontakt massa) deyiladi.

Sulfit angidridning oksidlanish reaksiyasi ekzotermikdir; uning issiqlik effekti, barcha kimyoviy reaksiyalardagi singari, haroratga bog‘liqdir (6.1-jadval).

6.1-jadval

SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish reaksiyasi issiqlik effektining haroratga bog‘liqligi
(SI sistemasiga qayta hisoblash koeffitsienti: kkal/mol x 4,19 = kj/mol)

Harorat, °C	Reaksiya issiqligi, kkal/mol	Harorat, °C	Reaksiya issiqligi, kkal/mol
25	22,939	500	22,506
100	22,975	550	22,399
200	22,949	600	22,285
300	22,879	650	22,165
400	22,698	700	22,039
450	22,606		

Texnik hisoblashlar uchun yetarlicha bo‘lgan 400-700°C harorat intervalidagi bu reaksiyaning issiqlik effekti quyidagi formula bo‘yicha hisoblanishi mumkin:

$$Q = 10142 - 9,26T \text{ j/mol (24205 - 2,21T kal/mol)}$$

Bu yerda: T – harorat, °K.

SO₂ ning SO₃ ga oksidlanish reaksiyasi qaytar jarayondir. Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$K_p = \frac{p_{SO_3}}{p_{SO_2} p_{O_2}^{0,5}}$$

bu yerda: p_{SO_3} , p_{SO_2} , p_{O_2} – SO₃, SO₂ va O₂ larning muvozanatdagi parsial bosimlari, atm.

K_p kattaligi, shuningdek, haroratga bog‘liqdir (6.2-jadval). Amaliy hisoblashlar uchun yetarlicha aniqlikdagi K_p qiymati 390-650°C harorat intervalida quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\lg K_p = \frac{4905,5}{T} - 4,6455$$

6.2-jadval

SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish reaksiyasi muvozanat konstantasi K_p ning haroratga bogʻliqligi

Harorat, °C	K_p	Harorat, °C	K_p
300	566	525	31,5
400	442,4	575	13,6
425	241,0	600	9,37
450	137,3	625	6,75
475	81,2	650	4,68
500	50,0		

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi

Kontaktlanish darajasi katalizator turi, gazning tarkibi va haroratga bogʻliqdir. Kontakt massa orqali sulfit angidrid oʻtkazilganda har bir katalizator uchun maʼlum haroratdagina kontaktlanish boshlanadi. Asbestga surtilgan platina uchun bu harorat 250°C ga, vanadiyli kontakt massa uchun esa – qariyb 400°C ga teng. Haroratning oʻzgarishi bilan kontaktlanish darajasi ham oʻzgaradi. Bunda har bir harorat uchun kontaktlanish darajasining maʼlum chegarasi boʻladi, yaʼni ushbu tarkibdagi gaz uchun nazariy mumkin boʻlgan kontaktlanish darajasi faqat haroratga bogʻliqdir.

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$x_p = \frac{p_{SO_3}}{p_{SO_2} + p_{SO_3}}$$

bu yerda: p_{SO_3} va p_{SO_2} – SO₃ va SO₂ larning muvozanatdagi parsial bosimlari.

Bundan yuqoridagi tenglamalarni umumlashtirish orqali:

$$x_p = \frac{1}{\frac{1}{K_p \sqrt{p_{O_2}}} + 1} = \frac{K_p}{K_p + \frac{1}{\sqrt{p_{O_2}}}}$$

hosil qilinadi.

Agar: P – gazning umumiy bosimi (atm. da), a – gazlar aralashmasidagi SO₂ ning boshlangʻich miqdori (hajmiy %), b – gazlar aralashmasidagi kislorodning boshlangʻich miqdori (hajmiy %) etib belgilansa, u holda yuqoridagi tenglama:

$$x_p = \frac{K_p}{K_p + \sqrt{\frac{100 - 0,5ax_p}{P(b - 0,5ax_p)}}}$$

koʻrinishiga keladi.

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Haroratning ortishi va bosimning koʻtarilishi bilan x_p ortadi. Bu SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish reaksiyasi issiqlik ajralishi va molekulalar miqdorining kamayishi orqali sodir boʻlishi bilan izohlanadi. 6.3 va 6.4-jadvallarda tarkibida 7% SO_2 , 11% O_2 va 82% N_2 tutgan gazning turlicha harorat va bosimdagi x_p qiymati keltirilgan.

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi gazdagi SO_2 va O_2 nisbatiga bogʻliqdir. Bu nisbat kuydiriladigan xomashyo turi va kuydirish uchun beriladigan havo miqdoriga bogʻliq boʻladi. Qanchalik havo koʻp kiritilsa, gazlar aralashmasida shunchalik SO_2 kam va O_2 koʻp miqdorda boʻladi va natijada muvozanatdagi kontaktlanish darajasi ham shunchalik yuqori boʻladi.

6.3-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning haroratga bogʻliqligi

Harorat, °C	$x_p \cdot 100$	Harorat, °C	$x_p \cdot 100$	Harorat, °C	$x_p \cdot 100$
390	99,4	470	96,2	550	85,6
400	99,2	480	95,4	560	83,5
410	99,0	490	94,5	570	81,2
420	98,7	500	93,5	580	78,7
430	98,4	510	92,2	590	76,0
440	98,0	520	90,8	650	58,5
450	97,5	530	89,2	700	43,6
460	97,0	540	87,5	1000	5,0

6.4-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning absolyut bosimga bogʻliqligi

Harorat, °C	Bosim boʻyicha $x_p \cdot 100$ qiymati					
	1 at	5 at	10 at	25 at	50 at	100 at
400	99,2	99,6	99,7	99,9	99,9	99,9
450	97,5	98,9	99,2	99,5	99,6	99,7
500	93,5	96,9	97,8	98,6	99,0	99,3
550	85,6	92,9	94,9	96,7	97,7	98,3
600	73,7	85,8	89,5	93,3	95,0	96,4

6.5-jadvalda kolchedanni har xil ortiqcha miqdordagi havo bilan kuydirilishidan olingan gaz uchun x_p qiymatlari keltirilgan.

6.5-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning gazlar aralashmasi tarkibiga bogʻliqligi
(475°C harorat va 0,98 bar yoki 1 atm absolyut bosimda)

Gazdagi miqdori, hajmiy %		$x_p \cdot 100$	Gazdagi miqdori, hajmiy %		$x_p \cdot 100$
SO_2	O_2		SO_2	O_2	
2	18,14	97,1	7	11,0	95,8
3	16,72	97,0	8	9,58	95,2
4	15,28	96,8	9	8,15	94,3
5	13,86	96,5	10	6,72	92,3
6	12,43	96,2			

Sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash reaksiyasining tezligi

Sanoat sharoitida SO_2 oksidlanish reaksiyasining tezligi muhim ahamiyat kasb etadi. Katalizator massa birligiga, binobarin, katalizator sarfiga, kontakt jihozi o'lchamiga va boshqa kontaktlanish jarayonining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga muvofiq keladigan vaqt birligi ichidagi oksidlanadigan sulfit angidrid miqdori ushbu reaksiya tezligiga bog'liqdir. Jarayonni shunday amalga oshirish lozimki, bunda sulfit angidrid oksidlanishining tezligini eng yuqori darajada bo'lishini ta'minlanishi mumkin bo'lsin.

SO_2 ning oksidlanish tezligi reaksiyaning tezlik konstantasi k_c bilan tavsiflanadi:

$$k_c = k_0 e^{-\frac{E}{RT}}$$

bu yerda: k_0 – katalizatorni tavsiflaydigan va haroratga bog'liq bo'lmagan empirik koeffitsient; E – faollanish energiyasi, j/mol (kal/mol); R – universal gaz doimiysi [8,326 j/(mol·grad) yoki 1,987 kal/(mol·grad)]; T – absolyut harorat, °K.

Gazlarning kinetik nazariyasidan ma'lumki, energiyaga ega bo'lgan molekulalar ulushi, ularning birinchi to'qnashuvida reaksiya sodir bo'lishi uchun

yeterli bo'lishi kerak va u birinchi yaqinlashishda $e^{-\frac{E}{RT}}$ ni tashkil etadi. Shunday qilib, reaksiya tezligi tenglamasidagi bu a'zo sulfat angidrid molekulalari hosi

bo'lishiga olib keluvchi effektiv to'qnashuvlar ulushini ifodalaydi. $e^{-\frac{E}{RT}}$ ifodada daraja ko'rsatkichi manfiydir; binobarin shunday ekan, haroratning ko'tarilishi (T ning ortishi) bilan reaksiya tezligi ham ortadi, E ning ortishi bilan kamayadi. SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish reaksiyasining faollanish energiyasi E juda kattadir va shu sababli xattoki yuqori haroratda ham katalizator ishtirokisiz bu reaksiya (gomogen oksidlanish jarayoni) amalda sodir bo'lmaydi. Qattiq katalizator ishtirokida faollanish energiyasi pasayadi va shunga muvofiq geterogen katalitik reaksiya tezligi ortadi. Shunday qilib, katalizator, masalan, vanadiyli kontakt massaning vazifasi faollanish energiyasi E ni pasaytirishdan iboratdir.

Nazorat uchun savollar

1. Katalizatorlar ishtirokida sulfit angidridni oksidlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
2. Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi deganda nimani tushunasiz?
3. Kontaktlanish jarayonida SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligi qanday bo'ladi?

7-MAVZU: VANADIY KATALIZATORI ISHTIROKIDA OLTINGUGURT IKKI OKSIDINI BIRLAMCHI VA IKKILAMCHI OKSIDLASH

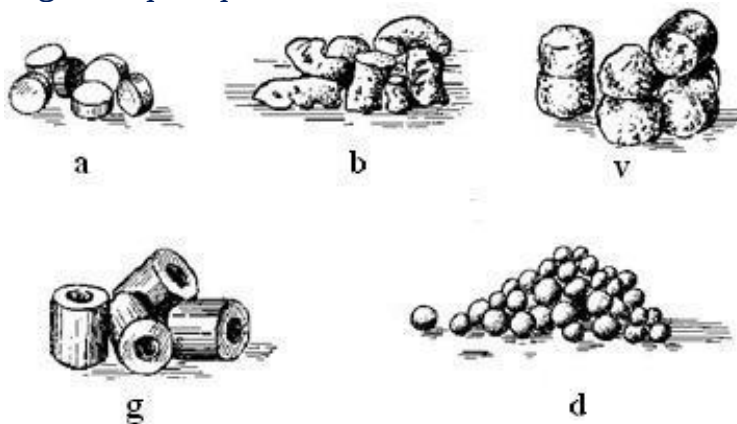
Reja:

1. Vanadiyli kontakt massa
2. Vanadiyli katalizatorida sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash jarayonining shart-sharoiti.
3. Kontakt massa miqdorini aniqlash.
4. Vanadiyli katalizatorida sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlashning maqbul (optimal) sharoiti.

Vanadiyli kontakt massa

Sulfat kislota ishlab chiqarishda BAV va SVD markali kontakt massalari ishlatiladi. BAV soʻzining maʼnosi – kontakt massa tarkibiga kiradigan elementlar (bariy, alyuminiy va vanadiylar) ning bosh harflaridan iborat. SVD soʻzi esa – sulfo-vanadat-diatomli maʼnosini anglatadi.

BAV kontakt massasini tayyorlash uchun kaliy vanadat (KVO_3) ning ishqoriy eritmasini suyuq shisha K_2SiO_3 bilan aralashtiriladi va $70^{\circ}C$ haroratgacha qizdirilgan holda toʻxtovsiz aralashtiriladi. Aralashtirilgan holda aralashmaga alyuminiy xloridning xlorid kislotali eritmasi va bariy xloridning suvli eritmasi qoʻshish yoʻli bilan kontakt massa choʻktiriladi. Uni filtrpressda filtrlanadi, soʻngra gidravlik press yordamida siqiladi. Hosil qilingan (40-45% namlikdagi) choʻkma donachalar, tabletkalar yoki halqachalar koʻrinishda qoliplanadi (7.1-rasm). Soʻngra kontakt massa $60^{\circ}C$ dan (quritishning boshlanishida) $115^{\circ}C$ gacha (quritish oxirida) 30 soatdan kam boʻlmagan vaqtda quritiladi.



7.1-rasm. Kontakt massa shakllari:

a – tabletkalar; b,v – donadorlangan massa; g – halqasimon kontakt massa; d – qaynovchi qatlam uchun kontakt massa.

BAV kontakt massasi oq yoki och pushti rangga ega bo'ladi va taxminan quyidagi tarkibdagi aralashma tarzida bo'lishi mumkin:



BAV massasining namligi qariyb 15% ni tashkil etadi.

Donadorlangan BAV katalizatorining to'kilish zichligi 450-500 g/l ni tashkil etadi. Quruq kontakt massa tarkibida V_2O_5 hisobida 7,5-8,0% vanadiy bo'ladi. Vanadiyli kontakt massani sulfat angidrid gazi bilan 420-440°C haroratda qayta ishlangandan keyin u sariq rangga kiradi va uning to'kilish zichligi 600-650 g/l gacha ortadi. Katalizator rangining o'zgarishi va to'kilish zichligining ortishini katalizatorida SO_2 ning oksidlanishidan hosil bo'ladigan sulfat angidridning kontakt massaga yutilishi orqali izohlanadi. Natijada sulfatlar hosil bo'ladi va xlor ajralib chiqadi. Bunda ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi va kontakt massa kuchli qiziydi. Masalan, yangi tayyorlangan kontakt massaga sulfat angidridli gaz (taxminan 7% SO_2) ta'sir etganda jihozdagi harorat 800-900°C gacha ko'tariladi. Bunda kontakt massaning kuyishi va to'la maydalanib ketishi kuzatilishi mumkin. Kontakt massaning kuyishi natijasida bo'linishining oldini olish maqsadida kontakt jihoziga solinadigan yangi kontakt massa, dastlab, tarkibida 0,3-0,5% SO_2 bo'lgan gazlar aralashmasi bilan haroratni keskin oshirmagan holda qayta ishlanadi.

Kontakt massaning sulfat angidrid bilan to'yinishi asosan sanoatdagi kontakt jihozida amalga oshadi. Bunda ajraladigan xlor chiqindi gazlari bilan atmosferaga chiqib ketadi, bu esa kontakt jihozlarining yangi massa bilan ishga tushirilishida katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

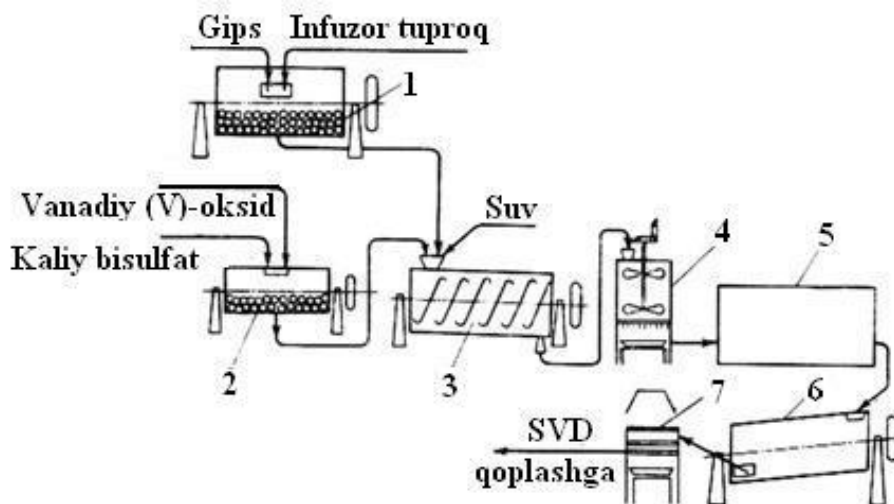
SVD vanadiyli kontakt massa quruq usulda tayyorlanadi, uning tarkibiga kaliy piro-sulfat $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ kiradi va u faol kompleks $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ hosil qiladi. Shuning uchun bu massani sulfat angidrid bilan to'yintirish talab etilmaydi.

SVD kontakt massasini tayyorlashning texnologik tizimi quyidagilardan iboratdir (7.2-rasm). Boshlang'ich materiallar: infuzor gil (diatomit), vanadiy(V)-oksid, gips va kaliy bisulfat – sharli tegirmonlarda (1) va (2) maydalanadi va aralashtirgichga (3) uzatiladi, u yerga kerakli miqdordagi suv ham kiritiladi. Aralashtirgichda hosil bo'ladigan bo'tqa qoliplash mashinasiga (4) uzatiladi, unda talab etiladigan – donador yoki halqasimon massa olinadi. Xom kontakt massa pechda (5) quritiladi, so'ngra o'txona gazlari bilan qizdiriladigan baraban 6 da 500-700°C haroratda kuydiriladi.

SVD massasi yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lib, BAV kontakt massasidan bir necha marta arzondir.

SVD donachalari to'q jigarrang bo'ladi; to'kma massasi 570-600 g/l, issiqlik sig'imi 1,05 j/(g·g·d). Standart sharoitlardagi (485°C harorat va 4000 soat⁻¹ hajmiy tezlikda) katalitik faolligi – 86% dan kam emas, termik ishlovdan so'ng esa – 83% dan kam emas. Donadorlangan SVD kontakt massasining o'rtacha diametri 3,5 mm,

halqasimon kontakt massaning diametri 8-12 mm, ichki diametri 2,5-4,5 mm, balandligi esa 8-12 mm.



7.2-rasm. SVD kontakt massasi ishlab chiqarish tasviri:

1,2 – sharli tegirmon; 3 – aralashtirgich; 4 – qoliplash mashinasi; 5 – tunelli quritgich; 6 – kuydirish barabani; 7 – chayqaluvchi elak.

SVD katalizatorining taxminiy tarkibi quyidagicha bo‘ladi:

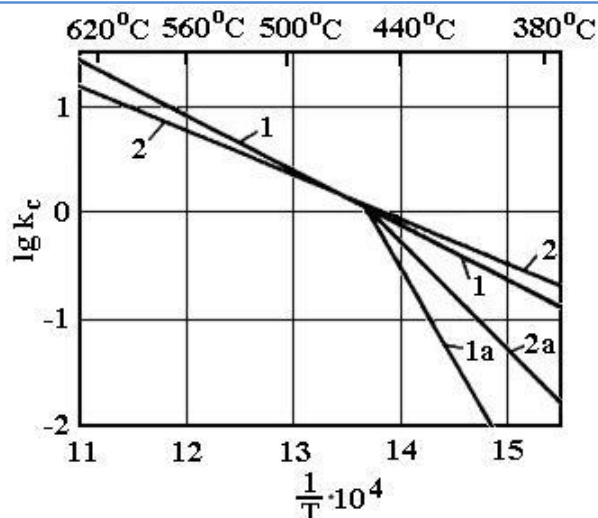


Vanadiyli kontakt massa (BAV va SVD) da SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish reaksiyasining faollanish energiyasi E , 96,5 kJ/mol ni tashkil etadi. Haroratning ortishi bilan vanadiyli kontakt massada oksidlanish reaksiyasining tezlik konstantasi k_c xuddi 4.3-rasmda tasvirlangandek ortadi.

7.3-rasmdan ko‘rinadiki, reaksiya tezlik konstantasi k_c BAV va SVD donador massalari uchun $9,4 \cdot 10^6$ ga, halqasimon massa uchun $7,2 \cdot 10^6$ ga tengdir (halqasimon massa donador massaga nisbatan 30% ga ko‘p solinadi). 620°C dan yuqori haroratda vanadiyli kontakt massaning faolligi juda ham tez pasayadi.

Haroratning ortishi bilan vanadiyli kontakt massa faolligini pasayishiga olib keladigan sabablar hozircha aniqlanmagan. Faqatgina bunda haroratning ko‘tarilishi natijasida kontakt massa tarkibiga kiruvchi kaliy kremnezem bilan ta’sirlashishi natijasida kaliyning bir qismi faol kompleks $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ tarkibidan chiqadi degan taxminni aytish mumkin. Buning natijasida kompleks buziladi, massadan vanadiy(V)-oksid ajraladi, kontakt massaning faolligi pasayadi.

Keyingi paytlarda birmuncha termik barqaror kontakt massalar ishlab chiqarila boshlandi, ularning faolligi 650-670°C haroratda ham kamaymaydi. Vanadiyli kontakt massaning termik barqarorligini oshirish uchun uni tayyorlashda kaliy xlorid miqdorini ko‘paytirish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda kaliy xlorid keyinchalik kaliy pirofosfatga aylanadi. Bu esa xattoki kaliyning bir qismi kremnezem bilan bog‘lansada, faol shakldagi vanadiyni saqlanishiga olib keladi.



7.3-rasm. Vanadiyli kontakt massada SO₂ oksidlanish tezligi konstantasi k_c ning haroratga bog‘liqligi:

1 – kontaktlanishning oxirgi sharoitida 460°C dan yuqori haroratda odatdagi SVD va BAV ga; 1a – kontaktlanishning boshlang‘ich sharoitida 460°C dan yuqori haroratda odatdagi SVD va BAV ga; 2 – kontaktlanishning oxirgi sharoitida 460°C dan yuqori haroratda past haroratli SVD ga; 2a – kontaktlanishning boshlang‘ich sharoitida 460°C dan yuqori haroratda past haroratli SVD ga.

Kontakt massa sifatining asosiy eng muhim ko‘rsatkichi bu *yondirish harorati* hisoblanadi, buning natijasida katalizatorning tezlik bilan qizishi boshlanadi. Vanadiyli kontakt massaning yondirish harorati nafaqat katalizator turiga, balki gazli aralashma tarkibiga ham bog‘liqdir. U gazdagi kislorod miqdori kamayishi bilan ortadi. Ishlab chiqarish jihozlarida vaqt o‘tishi bilan vanadiyli kontakt massaning yondirish harorati ortadi, shuning uchun gaz harorati katalizatorning birinchi qatlamiga kirishda asta-sekin ortadi.

Ishlab chiqarish jihozlarida vanadiyli kontakt massa faolligi asta-sekin pasayib boradi. Shuning uchun har 3-5 yilda katalizator to‘la yoki qisman almashtiriladi. Yaxshi tozalangan gaz bilan yoki barqaror harorat rejimida ishlanganda vanadiyli kontakt massa faolligi ancha uzoq muddatgacha (10-15 yilgacha) saqlanadi. Kontakt massani tushirib olishdan oldin kontakt jihoziga 20-30 soat mobaynida 400°C haroratda havo purkaladi. Massadan SO₃ to‘la ajralib chiqib bo‘lgandan so‘ng, havoning harorati pasaytiriladi, kontakt jihozi sovutiladi va kontakt massa chiqarib olinadi. Faolligi pasaygan vanadiyli kontakt massa uni tayyorlovchi zavodga yuboriladi va u yerda yangi katalizator tayyorlash uchun eski kontakt massadagi vanadiy(V)-oksid ajratib olinadi. Kontakt massani qisman yangilashda, kontakt jihozidagi kontakt massaning maydalangan qismi ajratib olinadi, qolgan qismi esa katalizator qatlamining o‘rta qismiga solinadi. Katalizatorning birinchi va ohirgi qatlamiga yangi kontakt massa solinadi, bunda katalizatorning birinchi qatlami past yondirish haroratiga ega bo‘ladi, yuqori qatlami esa yuqori umumiy kontaktlanish darajasini ta‘minlaydi.

Kontakt massa gazning o'tishida nisbatan yuqori gidravlik qarshilik (kontakt bo'linmasi umumiy gidravlik qarshiligining qariyb yarmini) hosil qiladi. Vaqt o'tishi bilan massaning qarshiligi uning ifloslanishi va kuyishi hisobiga ortadi. Kontakt massa gidravlik qarshiligini kamaytirish uchun uni yirik donador, tabletka, halqa va hokazo tarzida tayyorlanadi.

Ma'lumki, kontakt massaning katalitik faolligi katalizatorni zaharlaydigan kontakt zaharlari deb ataluvchi oz miqdordagi moddalar hisobiga pasayadi. Vanadiyli kontakt massa platinali katalizatorga nisbatan kontakt zaharlari ta'siriga anchagina chidamlidir, lekin shunday bo'lsada kuyundi gazi tarkibidagi qo'shimchalar ishtirokida uning faolligi sezilarli darajada pasayadi. Vanadiyli kontakt massa faolligini asosan mishyak birikmalari (asosan, As_2O_5) pasaytiradi. 550°C dan yuqori haroratda $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{As}_2\text{O}_5$ tarkibli uchuvchan birikma tarzida kontakt massadan yo'qotiladi. Bu birikma kontakt massaning keyingi qatlamiga yopishib, quyqa hosil qiladi. Shu tufayli katalizator faolligi keskin pasayadi.

Suv bug'i sulfat kislota kondensatsiyalanishidan yuqori haroratda vanadiyli kontakt massa faolligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaydi. Past haroratda esa suv bug'i va sulfat anhidriddan hosil bo'lgan sulfat kislota kondensatsiyalanishi va uning katalizatorni yemirishi natijasida kontakt massa faolligi pasayadi.

Normal kontaktlanish haroratida gaz tarkibida bo'ladigan CO , CO_2 , H_2S , CS_2 , NH_3 , NO , S va Se bug'lari va boshqalar kabi moddalar vanadiyli kontakt massa faolligini sezilarli darajada pasayishiga olib kelmaydi. Past haroratda (masalan, jihozni ishga tushirish yoki to'xtatishda) ularning ayrimlari vanadiy(V)-oksidning ma'lum darajada qaytarishi mumkin, bu esa kontakt massa tarkibining o'zgarishiga olib keladi.

Ftor birikmalari (HF va SiF_4) ham vanadiyli kontakt massaning buzilishiga va uning faolligini pasayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun kontakt jihoziga beriladigan gaz tarkibidagi ftor yetarli darajada kam bo'lishi lozimdir.

Vanadiyli katalizatorlarda sulfit anhidridni sulfat anhidridga oksidlash jarayonining shart-sharoiti

Vanadiyli katalizatorlarda sulfit anhidridni sulfat anhidridga oksidlash jarayonining tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

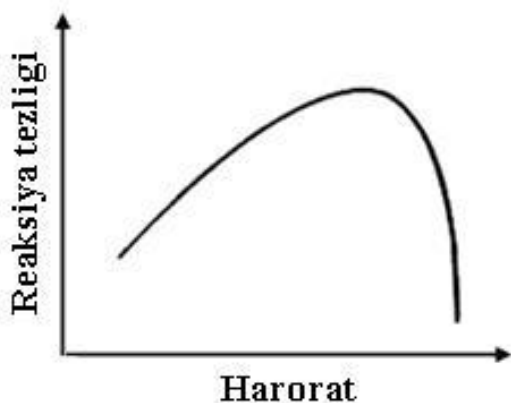
$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{k_c}{a} \left(\frac{x_p - x}{x} \right)^{0,8} \left(b - \frac{ax}{2} \right) \frac{273}{T}$$

bu yerda: x – kontaktlanish darajasi; τ – vaqt, sek; k_c – reaksiyaning tezlik konstantasi; a – sulfit anhidridning boshlang'ich konsentratsiyasi, %; x_p – muvozanatdagi kontaktlanish darajasi; b – kislorodning konsentratsiyasi, %; T – harorat, $^\circ\text{K}$.

Shunday qilib, oksidlanish jarayoning tezligi reaksiyaning tezlik konstantasi k_s ga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq, k_c haroratning ko'tarilishi bilan juda ham tez ortadi. Ammo jarayon tezligi, shuningdek, muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x ga ham bog'liq va u haroratning ortishi bilan kamayadi.

Sulfit angidrid oksidlanish jarayonining haroratga bog'lig'ligini maksimumga ega bo'lgan ekstremal egri chiziqli holatida tasavvur etish mumkin (7.4-rasm).

Kontaktlanish darajasi x qanchalik kichik bo'lsa, SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligi ham shunchalik yuqori bo'ladi. Shuning uchun har bir kontaktlanish darajasi uchun reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi tegishli egri chiziqlar orqali ifodalanadi. Bu barcha egri chiziqlarning xususiyati 4.4-rasmdagi egri chiziqlarga o'xshashdir, ammo maksimal reaksiya tezliklari turlicha bo'ladi.



7.4-rasm. Turli xildagi kontaktlanish darajasi (0,7-0,95) da sulfit angidrid oksidlanish tezligining haroratga bog'liqligi.

Tarkibida 7% SO_2 va 11% O_2 tutgan gazlar aralashmasi uchun bunday egri chiziqlarning to'plami 7.5-rasmda ko'rsatilgan. Undan ko'rinadiki, har bir kontaktlanish darajasi uchun reaksiya tezligi ma'lum haroratda aniq ifodalangan maksimumga erishadi, bunda haroratning yuqori bo'lishi kontaktlanish darajasining shunchalik kichik bo'lishiga bog'liqdir. Shunday ekan, bu haroratlarda reaksiya tezligi yuqori darajaga erishadi, ular jarayonni o'tkazish uchun eng qulay, ya'ni *maqbul (optimal) harorat* hisoblanadi.

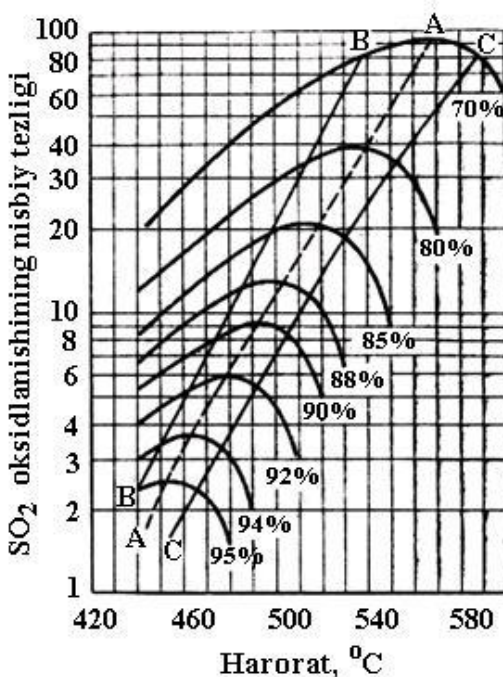
Adiabatik jarayonlardagi sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash jarayonida haroratning ko'tarilishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta T = \lambda \Delta x$$

bu yerda: Δx – kontaktlanish darajasining ko'tarilishi; λ – adiabatik sharoitda kontaktlanish darajasining 0 dan 1 gacha o'zgarishidagi gaz haroratining ortish koeffitsienti.

$$\lambda = 42,3 \frac{a}{c_p}$$

bu yerda: a – sulfit anhidridning boshlang‘ich konsentratsiyasi, %; c_p – gazlar aralashmasining issiqlik sig‘imi (gaz hajmini normal sharoitga keltirilgan deb hisoblanadi), $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad})$.



7.5-rasm. Sulfit anhidrid oksidlanish tezligining haroratga bog‘liqligi.

$\Delta T = \Delta t = t - t_0$ (jarayon boshlanishi va oxiridagi haroratlar ayirmasi), $\Delta x = x - x_0$ (jarayon boshlanishi va oxiridagi kontaktlanish darajalari ayirmasi) bo‘lsa, yuqoridagi tenglama quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$t = t_0 + \lambda(x - x_0)$$

Bu tenglama har bir kontaktlanish foizi uchun gaz haroratining ko‘tarilishini aniqlash, shuningdek agar kontakt massaga kiradigan gaz harorati va kontaktlanish darajasi ma’lum bo‘lsa, kontakt massa qatlamidan chiqadigan gaz haroratini hisoblash yoki katalizator qatlamida gaz haroratining ortishi ma’lum bo‘lsa, kontaktlanish darajasini aniqlash imkoniyatini yaratadi.

Kontakt massa miqdorini aniqlash

Belgilangan kontaktlanish darajasiga erishish uchun tarkibida SO_2 tutgan gazlar aralashmasi ma’lum vaqtda vanadiyli kontakt massa bilan to‘qnashishi kerak. Soddalashtirish uchun amaliy hisoblashlarda haqiqiy emas, balki to‘qnashuvning taxminiy (fiktiv) vaqti aniqlanadi, uni hisoblashda hisoblash formulasiga katalizator zarrachalari orasidagi bo‘sh hajm kattaligi emas, balki kontakt massaning butun hajm kattaligi kiritiladi.

Gaz hajmiga ta'lluqli to'qnashuvning fiktiv vaqti vaqt birligi ichida katalizator orqali o'tadigan gazning hajmi va kontakt massa hajmiga bog'liqdir:

$$\tau_o = \frac{v}{V}$$

bu yerda: v – kontakt massa hajmi; V – gazning hajmi (noramal sharoitga keltirilgan), m^3/sek .

Bundan

$$v = V \cdot v_0$$

bo'ladi.

Belgilangan kattalikdan amaldagi kontaktlanish rejimining farqini va vaqt davomida kontakt massa antivligining pasayishini hisobga olib, amaliy hisoblashlarda qo'shimcha massa koeffitsienti s kiritiladi. Talab etiladigan kontakt massa hajmi:

$$v = s \cdot V \cdot v_0$$

formula bilan ifodalanadi. Gaz hajmi belgilab beriladi (u kontakt jihozining unumdorligi bilan aniqlanadi), qo'shimcha massa koeffitsienti amaliy ma'lumotlar asosida qabul qilinadi. Shunday qilib, kontakt massa hajmini aniqlash uchun jarayon tezligiga teskari proporsional bo'lgan kattalik – to'qnashuvlarning fiktiv vaqti τ_0 ni topish lozim bo'ladi. Uni aniqlash uchun quyidagi ko'rinishdagi formuladan foydalaniladi:

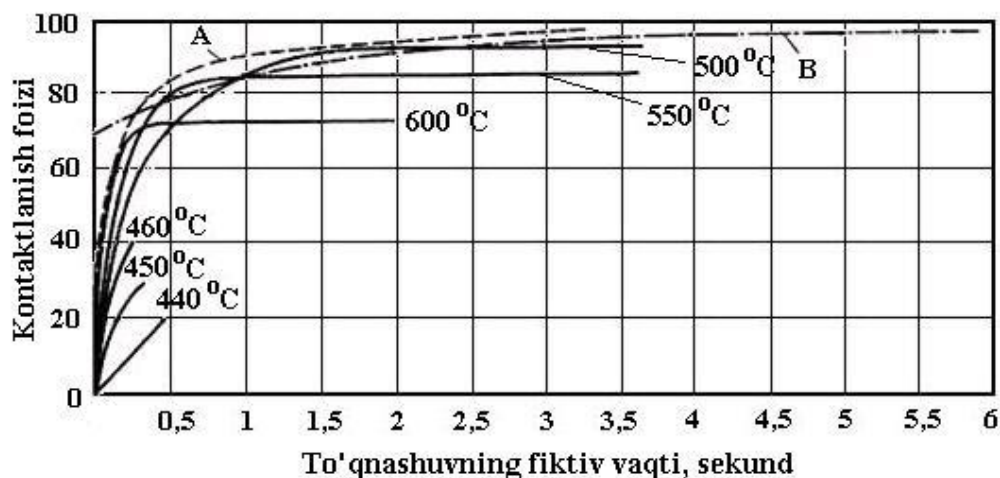
$$\frac{d\tau_o}{dx} = \frac{a}{k_c} \left(\frac{x}{x_p - x} \right)^{0,8} \frac{1}{b - \frac{ax}{2}} \cdot \frac{T}{273}$$

Amaliy sharoitda harorat va kontaktlanish darajasi reaksiya jarayoni paytida o'zgaradi, binobarin, muvozanatdagi kontaktlanish darajasi va reaksiyaning tezlik konstantasi ham o'zgaradi. Shuning uchun τ_0 ni aniqlash ham katta qiyinchiliklar tug'diradi, shuning uchun odatda hisoblashning grafik usulidan foydalaniladi.

7.6-rasmda yuqoridagi tenglama bo'yicha tuzilgan va kordinatalarida $x - \tau_0$ bo'lgan egri chiziqlar tasvirlangan. Bu grafik bo'yicha kontaktlanish darajasining to'qnashuvlar vaqti bilan bog'liqligini kuzatish mumkin. Masalan, $500^\circ C$ haroratda izotermik sharoitlarda kontaktlanish darajasini 60% ga yetkazish uchun fiktiv vaqt 0,3 sek ni tashkil etishi kerak, $600^\circ C$ haroratda esa – qariyb 2 marta kamdir. Jarayonni maqbul (optimal) harorat sharoitida (A egri chiziq) o'tkazish uchun fiktiv vaqt yana ham ko'proq qisqartiriladi. V egri chiziq harorat $450^\circ C$ ga to'g'ri keladigan jarayonga muvofiq keladi, maqbul (optimal) haroratga yetguncha adiabatik amalga oshiriladi va keyinchalik maqbul (optimal) harorat sharoitida sodir bo'ladi.

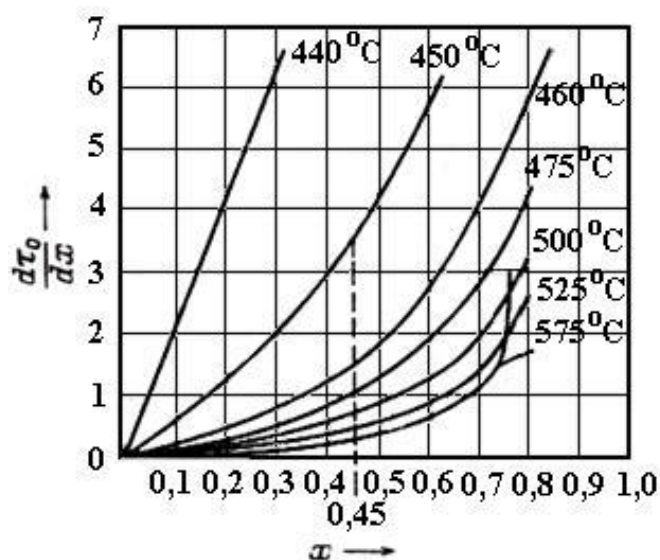
Sanoatdagi kontakt jihoziga solish uchun talab etiladigan kontakt massa miqdorini aniqlash uchun bir xil harorat va gazlar aralashmasining belgilangan tarkibidagi x ning bir necha qiymatlarida, ya'ni yuqoridagi tenglamada a va b larning

belgilangan qiymatida $\frac{d\tau_o}{dx}$ topiladi. Olingan natijalar bo'yicha $x - \frac{d\tau_o}{dx}$ koordinatalarida egri chiziqlar to'plami tuziladi.



7.6-rasm. Turlicha haroratlardagi vanadiyli katalizatorlarda SO₂ ning oksidlanishida kontaktlanish darajasining to'qnashuvlar vaqtiga bog'liqligi (gaz tarkibida 7% SO₂ va 11% O₂ bo'ladi).

Bir necha haroratlar uchun tuzilgan shunday izotermalar 7.7-rasmda tasvirlangan.



7.7-rasm. $x - \frac{d\tau_o}{dx}$ diagrammasi.

Texnik hisoblashlar uchun yetarli bo'lgan kontakt massa miqdori, grafik tuzilmasdan, yuqoridagi tenglamadan analitik usulda olingan τ_o qiymati bo'yicha ham

aniqlanadi. Buning uchun kontakt massaning har bir qatlami bir necha ixtiyoriy tanlangan bo‘lakchalarga ajratiladi, ulardan har biri uchun:

$$\frac{\Delta\tau_o}{\Delta x} = \frac{d\tau_o}{dx}$$

qabul qilinadi. Bu yerda: $\Delta\tau_o$ – bo‘lakchadagi to‘qnashuvlarning fiktiv vaqti, sek; $\Delta x = x_b - x_o$. Bunda x_b va x_o – bo‘lakcha boshida va oxirida kontaktlanish darajasi, birlik ulushda.

Yuqoridagi tenglamalardan:

$$\Delta\tau_o = \frac{a}{k_c} \left(\frac{x}{x_p - x} \right)^{0,8} \cdot \frac{T}{273 \cdot \left(b - \frac{ax}{2} \right)} \cdot \Delta x$$

kelib chiqadi. Bu yerda: T – bo‘lakchadagi (yoki qatlamdan so‘nggi) o‘rtacha harorat, °K.

Belgilangan kontaktlanish darajasiga yetkazish uchun talab etiladigan qatlamlarda to‘qnashuvlarning umumiy vaqti alohida bo‘lakchalardagi $\Delta\tau_o$ qiymatining yig‘indisi orqali aniqlanadi:

$$\tau = \sum \Delta\tau_o$$

Kontakt massaning har bir qatlamini to‘rt-besh bo‘lakka bo‘lish orqali keltirilgan hisoblash usuli bo‘yicha kontakt massa hajmini hisoblash, uni grafik usulda topilgan qiymatidan taxminan 10% ga farq qiladi. Bo‘lakchalar miqdorini oshirish hisob aniqligini oshiradi.

Vanadiyli katalizatorida sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlashning maqbul (optimal) sharoiti

Kontaktlanish darajasi kontaktli sulfat kislota tizimining asosiy ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanadi.

Kontaktlanish darajasi ortishi bilan chiqindi gazlaridagi SO_2 miqdori kamayadi. Masalan, $x = 0,99$ dagi chiqindi gazlari tarkibida qariyb 0,07% SO_2 bo‘ladi. Ko‘p hollarda bunday gazlar qo‘shimcha tozalashsiz to‘g‘ridan-to‘g‘ri atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Yuqori kontaktlanish darajasiga erishish uchun jarayonni iloji boricha past haroratda tugatish kerak bo‘ladi, lekin muvozanat holatiga yaqin sharoitda reaksiyaning tezlik konstantasi k_c sezilarli darajada kamayadi, ya’ni jarayon tezligi pasayadi. Shuning uchun kontaktlanish darajasi qanchalik katta bo‘lsa, to‘qnashuv vaqti ham shunchalik ko‘p bo‘lishi kerak, shunday ekan, katalizator hajmi ko‘p bo‘lishi lozimdir. Sanoat sharoitida vanadiyli kontakt massa nisbatan yuqori qiymatli bo‘lganligi sababli iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo‘lgan kontaktlanish darajasini tanlash muhim ahamiyat kasb etadi. Ishlab chiqarishda eng past tannarxga

kontaktlanish darajasi 0,98 da erishiladi, lekin bunda chiqindi gazlardagi SO₂ miqdori yuqori darajada bo‘ladi, bu esa sanitar va ekologik talablarga javob bermaydi. Shuning uchun nisbatan yuqori kontaktlanish darajasida (0,988-0,99 atrofida) ishlash maqsadga muvofiqdir.

Kontakt jihozi ishining eng muhim ko‘rsatkichi uning gidravlik qarshiligi ham hisoblanadi. Gidravlik qarshilikning ko‘p qismi kontakt massada yuzaga keladi.

Kontakt jihozining gidravlik qarshiligi quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$\Delta p = 6600 w^{1,7} \rho^{0,7} h \text{ n/m}^2$$

bu yerda: w – massadagi gazning fiktiv tezligi (kontakt massa egallagan hajmni hisobga olmagan holda), m/sek; ρ - gazning zichligi, kg/m³; h – donadorlangan kontakt massa qatlamining balandligi, m.

Gazning tezligi w va kontakt massa qatlamining balandligi kontakt jihozining unumdorligi P bilan bog‘liq va u quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$w = c_1 \frac{P}{a} \quad \text{va} \quad h = c_2 \frac{P \tau_o}{a}$$

bu yerda: a – gazdagi SO₂ konsentratsiyasi; τ_o – to‘qnashuvning fiktiv vaqti; c_1, c_2 – o‘zgarmas kattaliklar.

Yuqoridagi tenglamalardan Δr va ρ larni o‘zgarmas deb olinsa, quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$P = c_3 \frac{a}{\tau_o^{0,37}}$$

bu yerda: c_3 – o‘zgarmas kattalik.

Bu tenglamani yechish orqali kontakt jihozi ishining maqbul (optimal) sharoiti aniqlanadi, ularda ayrim gidravlik qarshilik doimiysi (berilgan) dagi kontakt jihozining maksimal unumdorligiga erishiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Qanday turdagi vanadiyli kontakt massalarni bilasiz?
2. Vanadiyli katalizatorlarda SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish jarayonining shart-sharoiti qanday bo‘ladi?
3. Kontakt massa miqdori qanday aniqlanadi?
4. Vanadiyli katalizatorlarda SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish jarayonining maqbul (optimal) sharoiti qanday bo‘ladi?

8-MAVZU: SULFAT KISLOTANI KONTAKT USULI BILAN ISHLAB CHIQRISHNING KLASSIK TIZIMI

Reja:

1. Qaynovchi qatlamdagi katalizatorida sulfit angidridning oksidlanishi.
2. Kontakt jihozlari.
3. Issiqlik almashtirgich jihozlari.
4. Kontaktlanishning texnologik tartibi.

Qaynovchi qatlamdagi katalizatorida sulfit angidridning oksidlanishi

Qaynovchi qatlamda gaz katalizator zarrachalari bilan anchagina jadal aralashadi, buning natijasida kontakt massa sirtiga SO_2 va O_2 ning yaqinlashishi kuchayadi hamda SO_2 oksidlanish jarayonining umumiy tezligi, ayniqsa, kontaktlanish jarayonining boshlanishida ortadi. Qaynovchi qatlamning gidravlik qarshiligi donachalarning o'lchamiga bog'liq emas, shuning uchun qaynovchi qatlamda SO_2 ning katalitik oksidlanishida juda mayda sferik donachalar ishlatiladi, bu esa katalizatorning ichki yuzasidan to'la foydalanilishini ta'minlaydi. Jarayonning ko'rsatib o'tilgan xususiyatidan kelib chiqib, qaynovchi qatlamda katalizator sarfi, tajriba zavodi ma'lumotlariga ko'ra, taxminan 2 marta kamayishi aniqlangan.

Reaksiyaning issiqligini chiqarib olish uchun katalizatorning qaynovchi qatlamida sovutish elementlari joylashtiriladi, ular orqali gaz yoki boshqa sovutish agentlari harakatlanadi. Katalizatorning qaynovchi qatlamida sovutish elementlari sirtiga issiqlik uzatish koeffitsienti $800-1200 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad})$ ni tashkil etadi, ya'ni bu gazdan odatdagi issiqlik almashtirgich quvurlariga issiqlik uzatish koeffitsientlariga nisbatan 8-10 marta kattadir. Qaynovchi qatlamda issiqlik chiqarilib olishining jadalligi yuqori konsentrlangan sulfitli gaz oksidlanishini katalizatorning qizib ketmasdan amalga oshirish imkoniyatini yaratadi. Qaynovchi qatlamda jadal aralashish tufayli unga kiradigan gazning harorati kontakt massani yondirish haroratidan ham past bo'lishi mumkin. Bu, ayniqsa, kontakt massaning birinchi qatlamida va yuqori konsentratsiyali sulfitli gazni oksidlashda katta amaliy ahamiyatga egadir.

Katalizatorning qaynovchi qatlamiga keladigan gazdagi ma'lum miqdordagi chang miqdori qiyinchiliklar keltirib chiqarmaydi, chunki gazning tezligi katta bo'lganligi va jadallik bilan aralashganligi sababli chang qaynovchi qatlamda ushlanib qolmaydi. Eskirgan katalizatorni chiqarib olish va yangisini solish, qaynovchi qatlamda, jarayonni to'xtatmasdan amalga oshirilishi mumkin, bu esa

gazdagi kontakt zaharlari ishtirok etishiga yo‘l qo‘yiladigan soddalashtirilgan texnologik sxemalar bo‘yicha ishlashda muhim hisoblanadi.

Kontakt jihozlari

Sulfit angidridni oksidlash oraliq yoki ichki issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlarida maqbul (optimal) sharoitga yaqinlashtirilgan sharoitlarda o‘tkaziladi. Bu jihozlarda jarayonning birinchi bosqichi bir xil sharoitda amalga oshiriladi va jarayon kontakt massaning birinchi qatlami orqali 440°C haroratgacha qizdirilgan gaz bilan o‘tkaziladi. Bu yerda SO_2 umumiy miqdorining 60-80% qismi oksidlanadi. Reaksiya issiqlik ajralishi bilan borganligi sababli gazning harorati $560-600^{\circ}\text{C}$ gacha ortadi. Bu sharoitda reaksiya tezligi juda yuqori bo‘ladi va uning borishi uchun uncha ko‘p bo‘lmagan miqdorda kontakt massa talab etiladi. Ammo bunda sulfit angidridning oksidlanishi to‘xtab qoladi, chunki kontaktlanish darajasi amalda muvozanatdagi holatiga erishadi.

Oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlarida gaz katalizatorning birinchi qatlamidan keyin issiqlik almashtirgichda $460-480^{\circ}\text{C}$ haroratgacha sovutiladi. Ko‘rsatilgan haroratdagi gaz kontakt massaning ikkinchi qatlamiga o‘tadi, u yerda SO_2 ning keyingi kontaktlanishi sodir bo‘ladi, bunda harorat yana ortadi hamda gazni yana sovutish lozim bo‘ladi va hokazo. Harorat ushbu jarayonning maqbul (optimal) sharoitiga qanchalik yaqinlashishi kontaktlanish bosqichining (kontakt massa qatlamining) ko‘pligiga bog‘liqdir.

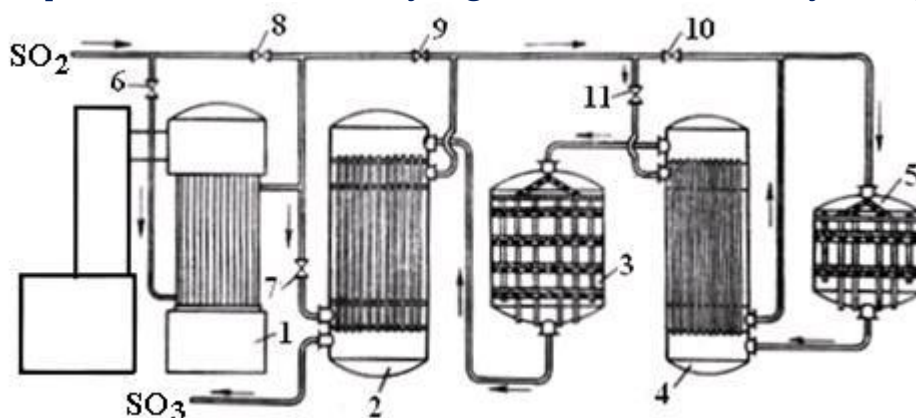
Sanoatda kontakt massa qatlami uchtdan beshtagacha bo‘lgan oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlari ishlatiladi. Bosqich sonini bundanda oshirish kontaktlanish foizini ozgina oshiradi, lekin kontakt jihozlarini o‘rnatish va xizmat ko‘rsatishda qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

Oraliq issiqlik almashtirgichli jihozlardagi SO_2 oksidlanish jarayonini asbob-uskunalar bilan jihozlanishining eng sodd ko‘rinishi sifatida ikki uskuna bilan jihozlangan kontakt bo‘linmasini ko‘rsatish mumkin, unda kontaktlanish jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi (8.1-rasm).

Ishlatish bo‘linmasi (ishchi sxema) dagi ishchi tartib o‘rnatilgach, tozalangan quruq gaz qizdirgichdan (1) o‘tib, birin-ketin birinchi va ikkinchi issiqlik almashtirgichlarning (2 va 4) quvurlararo bo‘shlig‘idan o‘tadi, so‘ngra birinchi kontakt jihoziga (5) keladi. Gazlar ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$) aralashmasi bu yerdan sovutish uchun ikkinchi issiqlik almashtirgichning (4) quvurlariga, so‘ngra ikkinchi kontakt jihozi 3 ga, undan esa birinchi issiqlik almashtirgich (2) quvurlariga o‘tadi, undan keyin sulfat angidrid absorbsiya bo‘linmasiga yuboriladi. Kontakt apparatiga kirishda gazning haroratini jo‘mraklar (9 va 10) yordamida to‘g‘rilanadi.

Ishga tushirish bo‘linmasi (ishga tushirish tizimi) davrida sovuq sulfitli gaz qizdirgich (1), birinchi kontakt jihozi (5) orqali o‘tadi, so‘ngra ikkinchi issiqlik

almashtirgichga (4) keladi, undan esa – gaz harakatining ishchi tizimi bilan bir xildagi keyingi jihozlardan o‘tadi. Bo‘linmaning barcha jihozlari qizigach, qizdirgichni jo‘mrak (6) orqali berkitiladi, undan keyin gazni ishchi sxema bo‘yicha aylantiriladi.



8.1-rasm. Oraliq issiqlik almashtirgichli va ikki bosqichli kontaktlanishli kontakt bo‘linmasining tasviri:

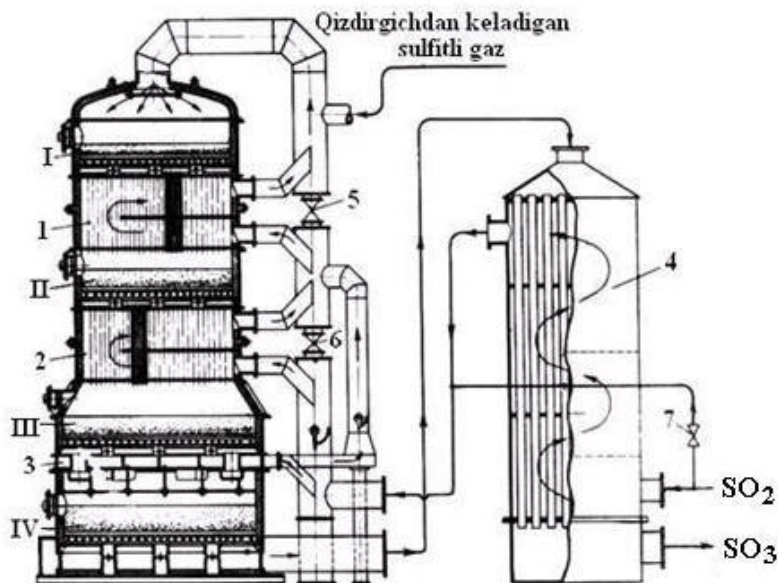
1 – qizdirgich; 2 – birinchi issiqlik almashtirgich; 3 – ikkinchi kontakt jihozi; 4 – ikkinchi issiqlik almashtirgich; 5 – birinchi kontakt jihozi; 6–11 – gaz jo‘mraklari.

Birinchi kontakt jihozi 5 da kontakt massali ikkita tokcha bo‘ladi; bu yerda kontaktlanishning birinchi bosqichi ketadi. Ikkinchi kontakt jihozida (3) kontakt massali to‘rtta tokcha joylashgan (kontaktlanishning ikkinchi bosqichi) bo‘ladi.

To‘rt qatlamli ikkinchi kontakt jihoz balandligi birinchi ikki qatlamli jihozning balandligidan katta bo‘ladi. Ikki qatlamli kontakt jihozlarda kontaktlanish foizi 96% ga yetadi.

Yanada yuqoriroq kontaktlanish darajasiga erishish uchun SO_2 ni oksidlash hozirgi paytda to‘rt va xattoki besh bosqichda o‘tkazilmoqda; ko‘pchilik hollarda barcha bosqichlarning kontakt massalari birgina kontakt jihoziga joylashtirilgan. 8.2-rasmda ishlab chiqarishda keng qo‘llanilayotgan oraliq issiqlik almashtirgich bilan ishlaydigan to‘rt qatlamli kontakt jihozining tasviri ko‘rsatilgan.

U pastki qismi kengaytirilgan po‘lat silindrik shakldagi korpusdan iborat, uning ichida issiqlik almashtirgichlar 1, 2 va 3 bo‘ladi. Birinchi ikkita issiqlik almashtirgich 1 va 2 po‘lat to‘rga bo‘ylama o‘qi bo‘yicha yaxlit tortilgan quvurlardan tayyorlangan; issiqlik almashtirgich 3 ning yuzasi birinchi va ikkinchi issiqlik almashtirgichlarga nisbatan kichik, odatda uchinchi issiqlik almashtirgich – o‘ramli yoki plastinkali bo‘ladi. To‘rt qatlamli kontakt jihozlari sutkasiga 60, 120 va 240 t sulfat kislotasi unumdorligiga ega bo‘ladi.

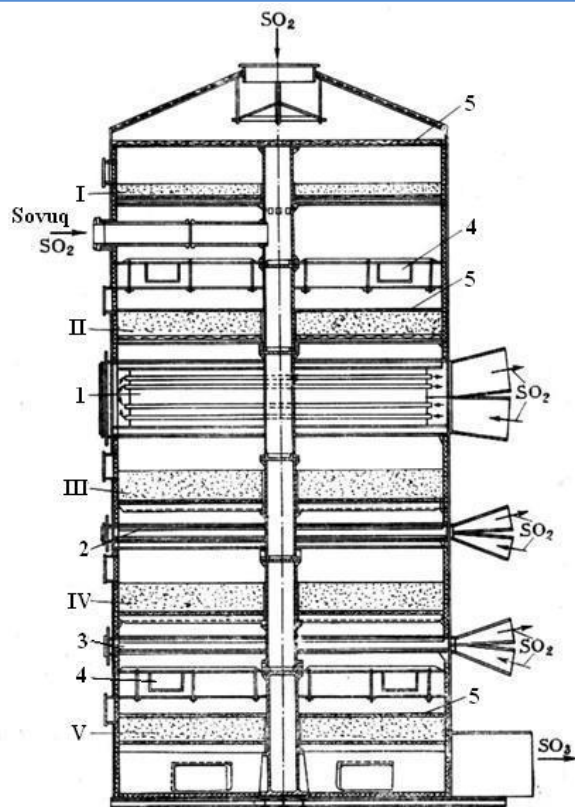


8.2-rasm. To‘rt qatlamli kontakt jihozi (oraliq issiqlik almashtirgichli) bo‘lgan kontakt bo‘linmasining tasviri:

I–IV – kontakt massa qatlamlari; 1–3 – oraliq issiqlik almashtirgichlar; 4 – tashqi issiqlik almashtirgich; 5–7 – gaz jo‘mraklari.

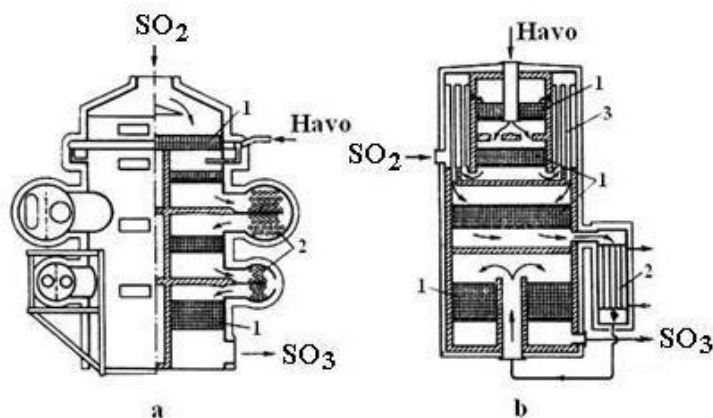
8.3-rasmda jihoz unumdorligi sutkasiga 540 t sulfat kislota bo‘lgan oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozi tasvirlangan. Bu jihozda birinchi (I) qatlamdan so‘ng gazni sovutish sovuq sulfitli gaz qo‘shish orqali amalga oshiriladi. Gaz ikkinchi, uchinchi va to‘rtinchi (II–IV) qatlamlardagi kontakt massalaridan o‘tgan so‘ng kontakt jihoziga mahkamlangan oraliq issiqlik almashtirgichlarda (1–3) sovutiladi. Kontakt jihozining ichki diametri 8,5 m ni, umumiy balandligi 19,6 m ni tashkil etadi.

Qaynovchi qatlam pechlarida kolchedan kuydirilganda yuqori konsentratsiyali sulfit angidridli kuyundi gazi olinadi. Bu holda kontakt massaning birinchi qatlamida oksidlanish gazdagi SO_2 ning katta konsentratsiyasi (10–12%) da olib boriladi, ikkinchi qatlamdan oldin esa unga atmosfera havosi kiritish orqali SO_2 miqdori kamaytiriladi va kislorod miqdori oshiriladi (8.4-rasm). Bunday jihozda gazdagi SO_2 konsentratsiyasi kamayishi bilan bir vaqtda gazning harorati ham pasayadi, bu esa kontakt massa birinchi qatlamidan so‘ng issiqlik almashtirgich bo‘lishini istisno qiladi.



8.3-rasm. Birinchi qatlamdan so'ng sovuq gaz qo'shiladigan kontakt jihozi:

I–IV – kontakt massa qatlamlari; 1–3 – oraliq issiqlik almashtirgichlar; 4 – aralashtirgichlar; 5 – kvars qatlamlari (15-20 mm).

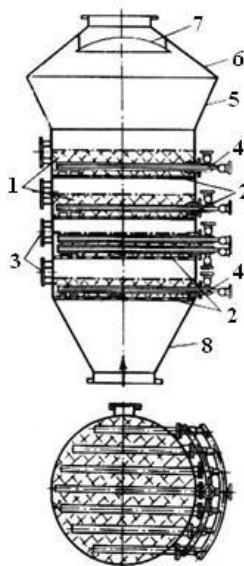


8.4-rasm. Birinchi qatlamdan so'ng havo kiritiladigan «Lurgi» firmasining kontakt jihozi:

a – tashqi issiqlik almashtirgichli; b – halqasimon (ichki) issiqlik almashtirgichli; 1 – kontakt massa qatlami; 2 – tashqi issiqlik almashtirgich (b rasmda – oraliq sovutgich); 3 – halqasimon issiqlik almashtirgich.

Kontakt massasi qaynovchi qatlamli kontakt jihozida (8.5-rasm), gaz, pastdan yuqoriga gaz taqsimlash to'rlariga (2) joylashtirilgan kontakt massa qatlamlari orqali

birin-ketin o‘tadi. Reaksiyaning ortiqcha issiqligi suvli sovutgichlarda (4) chiqarib olinadi. Katalizatorning favvorali otilib chiqib ketishini oldini olish uchun jihozning yuqori qismida kengayish (diffuzor) (5), konfuzor (6) va so‘ndirgichlar (7) ham e‘tiborga olingan. Gaz tarkibida 7% SO_2 bo‘lganda kontakt massaga kirishda gazning harorati – tinch kontakt massa qatlamli jihozlardagi 440°C o‘rniga 360°C ni tashkil etadi. SO_2 konsentratsiyasining ortishi bilan gazning harorati kirishda yanada pasaytiriladi. Suvli sovutgichda issiqlik uzatish koeffitsienti – odatdagi issiqlik almashtirgichlardagi $20\text{--}40 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{soat}\cdot\text{grad})$ o‘rniga $420\text{--}850 \text{ kJ}/(\text{m}^2\cdot\text{soat}\cdot\text{grad})$ ni tashkil etadi.



8.5-rasm. Kontakt massasi qaynovchi qatlamli kontakt jihozi:

1 – kontakt massa; 2 – gaz taqsimlash to‘ri; 3 – lyuklar; 4 – sovutgichlar; 5,8 – diffuzorlar; 6 – konfuzor; 7 – so‘ndirgich.

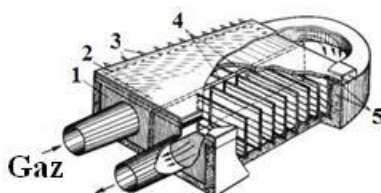
Kontakt bo‘linmasining uskunalar bilan jihozlanishi va texnologik tartibi (rejimi) xomashyodan foydalanish koeffitsientini (u kontaktlanish darajasiga bog‘liqdir), elektroenergiya sarfini (u kontakt jihozining gidravlik qarshiligiga bog‘liqdir) va boshqa sulfat kislotali tizimlar ko‘rsatkichlarini aniqlaydi.

Issiqlik almashtirgich jihozlari

Sulfat kislotali tizimlarning kontakt bo‘linmasida turli xil konstruksiyadagi issiqlik almashtirgichlar, angidridli sovutgich, qizdirgichlar ishlatiladi. Ular orqali jarayonning maqbul (optimal) harorati ushlab turiladi.

8.6-rasmda quyidagi texnik tavsifga ega bo‘lgan elektrik qizdirgich tasvirlangan:

Qizdiriladigan gaz hajmi, m ³ /s	3000
Gazning harorati, °C	
qizdirgichgacha	50
qizdirgichdan keyin	520
Ishga tayyorlash vaqti, min	10-15
Qizdirish yuzasi, m ³	13,1
O'lchamlari, m	3,88x1,79x1,05



8.6-rasm. Elektrik qizdirgich:

1 – korpus; 2 – qopqoq; 3 – qizdirgich elementlarining yakuni; 4 – qizdirgich elementlari; 5 – issiqlik izolyatsiyasi.

Qizdirgich issiqlik izolyatsiyali po'lat jihoz bo'lib, u to'siqlar bilan ikki bo'limga ajratilgandir. Har bir bo'limda alohida nixromli simdan iborat (simning umumiy massasi 50 kg) qizdirgich elementlari (har birida 51 tadan) joylashtirilgan.

Kontaktlanishning texnologik tartibi

Yuqori kontaktlanish foizi hamda qizdirgichni ishga tushirmagan holda sistemani xattoki oz fursat to'xtalilganda va gazdagi SO₂ konsentratsiyasi pasayganda ham uning barqaroraligini ta'minlaydigan sistemadagi ortiqcha issiqlik – kontakt bo'linmasi yaxshi ishlashining asosiy ko'rsatkichlari hisoblanadi. Kontaktlanish darajasi, asosan, harorat rejimiga bog'liqdir. Kontakt bo'linmasidagi barcha uskunalar harorati aniq tartibga solinsa, doimiy yuqori kontaktlanish darajasida ishlash mumkin bo'ladi.

Quyida oraliq issiqlik almashtirgich orqali ishlaydigan to'rt qatlamli kontakt jihozi bilan ta'minlangan kontakt bo'linmasining texnologik tartib me'yorlari keltirilgan:

O'txona gazlarining harorati, °C	700 dan yuqori emas
O'txona gazlari haroratining mumkin bo'lgan o'zgarish chegarasi, grad/soat	100 dan ko'p emas
Gazning harorati, °C	
kontakt massa birinchi qatlamiga kirishda	440-450
birinchi qatlamdan chiqishda	600 dan yuqori emas
ikkinchi qatlamga kirishda	460-470
uchinchi qatlamga kirishda	440-445
to'rtinchi qatlamga kirishda	415-420
Gazdagi SO ₂ konsentratsiyasi, %	7,5 ± 0,2

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Boshlang'ich ma'lumotlar:	
Kontakt jihozi unumdorligi A, t/soat H ₂ SO ₄	10
Konsentratsiya,%:	
gazdagi SO ₂ (a)	7
gazdagi O ₂ (b)	11
Gazning hajmi V, m ³ /soat	33200
	(9,2 m ³ /sek)
Oxirgi kontaktlanish darajasi x	0,98

Oraliq issiqlik almashtirgich bilan ishlaydigan to'rt qatlamli kontakt jihoziga donadorlangan kontakt massa to'ldirilgan va quyidagi tartibda ishlaydi:

	I qatlam	II qatlam	III qatlam	IV qatlam
Kontakt massaga kirishda gazning harorati, °C	450	460	440	418
Kontaktlanish darajasi	0,70	0,90	0,96	0,98
Kontakt massa qo'shimchasining koeffitsienti (c)	2	1,5	1,2	1,2

Nazorat uchun savollar

1. Qaynovchi qatlamli katalizatorida SO₂ ning oksidlanish jarayonini tushuntiring.
2. Qanday kontakt jihozlari bilasiz?
3. Issiqlik almashtirgich jihozlarining qanday turlarini bilasiz?
4. Gazlar aralashmasidan sulfat angidridni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring

9-MAVZU: OLTINGUGURT (VI)-OKSIDI ABSORBSIYASI VA KLASSIK TIZIM QARAMA QARSHI JARAYONLARI

Reja:

1. Gazlar aralashmasidan sulfat angidridni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslari.
2. Zamonaviy kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarish korxonasining absorbsiyalash bo'linmasi.
3. 100% li sulfat angidrid va konsentrlangan oleum olish.
4. Chiqindi gazlarini zararsizlantirish.
5. Yuqori sifatli sulfat kislota olish

Gazlar aralashmasidan sulfat angidridni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslari

Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish jarayonining oxirgi bosqichi gazli aralashmadan sulfat angidridni ajratib olish va uni sulfat kislota aylantirish hisoblanadi. Kontakt jihoziga kelishdan oldin gazni quritish lozimligi yoki quritilmasligiga qarab sulfat angidridni ajratib olish jarayoni farqlanadi: birinchi holatda SO_3 sulfat kislota bilan absorbsiyalanadi, ikkinchi holda esa sulfat kislota kondensatsiyalanadi.

Ko'pgina ishlab chiqarish korxonalarida gaz quritiladi va sulfat angidrid sulfat kislota bilan minoralar (absorberlar) da absorbsiyalanadi. Sulfat angidrid sulfat kislota eriydi, so'ngra undagi suv bilan birikadi:



Suv va sulfat angidrid miqdoriy nisbatiga bog'liq holda turli xil konsentratsiyadagi sulfat kislota hosil bo'ladi. $n > 1$ da oleum $n = 1$ (monogidrat) da 100% li sulfat kislota, $n < 1$ da esa sulfat kislota suvli eritmasi, ya'ni suyultirilgan sulfat kislota hosil bo'ladi.

Absorbsiyalashdan so'ng gazlar aralashmasi yutilmagan sulfat angidrid bilan atmosferaga chiqarib yuboriladi. Bu gazlar aralashmasi tarkibidagi yo'qotiladigan SO_3 miqdorini kamaytirish uchun absorbsiya bo'linmasida sulfat angidrid absorbsiyasini yetarlicha to'la amalga oshirilishini ta'minlash lozimdir.

Kontakt ishlab chiqarish korxonalarida barcha mahsulotlar (yuvuvchi kislota tashqari) oleum tarzida ishlab chiqariladi. Oleum sulfat kislota boshqa texnik navlaridan farqlanib, qimmatbaho mahsulot hisoblanadi. Agar oleumga talab bo'lmasa, uni 93-95% li sulfat kislota suyutiriladi.

Oleum olish uchun tarkibida SO_3 tutgan gaz oleum sachratiladigan minora (oleumli absorber) orqali o'tkaziladi. U yerda sulfat angidridning bir qismi yutiladi, uning qolgan qismi esa ikkinchi absorber, ya'ni monogidrat sachratiladigan minora (monogidratli absorber) da absorbsiyalanadi. Oleumning konsentratsiyasi ortib borishi bilan (SO_3 yutilishi hisobiga) unga monogidratli absorberdan uzatiladigan kislota qo'shiladi. Hosil bo'ladigan oleumning ortiqcha miqdori omborga uzatiladi. Shunday qilib barcha mahsulotni oleum tarzida ishlab chiqarish ta'minlanadi.

Mahsulot sifatidagi oleum tarkibida 18,5% dan kam bo'lmagan SO_3 (erkin) bo'lishi kerak, bunday oleumdan oleumli absorberda foydalaniladi. Monogidratli absorberda sachratiluvchi sulfat kislota konsentratsiyasi 98,3% ni tashkil etadi. Bunday konsentratsiyali kislota sulfat angidridni juda yaxshi absorbsiyalaydi, chunki bu eritma ustidagi SO_3 ning bug' bosimi juda ham kam bo'ladi.

98,3% H_2SO_4 dan past konsentratsiyali kislota ustida gazli aralashmada suv, yuqori konsentratsiyali kislota – sulfat angidrid bo'ladi. Bu holatlarda sulfat angidridning absorbsiyalanishi yomonlashadi. SO_3 ning to'liq absorbsiyalanishi

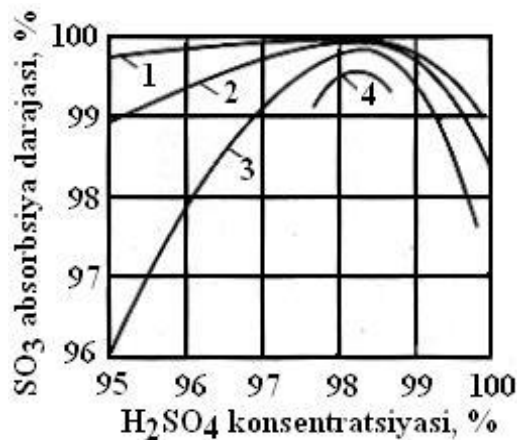
ma'lum darajada sulfat kislota haroratiga ham bog'liqdir: harorat qanchalik past bo'lsa, absorbsiyalanish darajasi ham shunchalik yuqori bo'ladi.

Tarkibida sulfat angidrid bo'lgan kontaktli gaz aralashmani konsentratsiyasi 98,3% H_2SO_4 dan past bo'lgan kislota bilan qayta ishlashda sulfat angidridning bir qismi suv bug'i bilan birikib, sulfat kislota bulutini hosil qiladi. Uni oddiy absorbsion qurilmalar bilan tutib qolish qiyindir va uning asosiy qismi chiqindi gazlari bilan atmosferaga chiqib ketadi. Bunda mo'rili quvurdan chiqadigan gaz tutun tarzida ko'rinadi. Sulfat kislotaning konsentratsiyasi qanchalik kichik va uning harorati baland bo'lsa, undan shunchalik ko'p suv bug'i chiqadi, ko'p miqdordagi tuman hosil bo'ladi va SO_3 ning yo'qotilishi ortadi. Kontaktli gazni 98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali kislota bilan absorbsiyalashda sulfat angidrid to'la yutilmaydi, chunki bu kislotadan SO_3 ajraladi. Bu holda ham chiqindi gazlari atmosferani bir qism sulfat angidrid bilan ifloslantiradi, u esa havodagi namlik bilan birikib sulfat kislota bulutlarini hosil qiladi.

Shunday qilib, ikkala holda ham sulfat angidridning absorbsiyasi yomonlashadi va H_2SO_4 buluti hosil bo'ladi.

9.1-rasmda monogidratli absorberda sulfat angidrid absorbsiyalanish darajasining sachratiladigan kislota konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi tasvirlangan.

Rasmdan ko'rinadiki, 98,3% li sulfat kislota yuqori darajada absorbsiyalash xususiyatiga ega. Undan past yoki yuqori konsentratsiyali kislotada harorat oshirilganda ham pasayishini kuzatish mumkin.



9.1-rasm. Monogidratli absorberda turli haroratda sulfat angidridning absorbsiyalanish darajasi:

1 – 60°C da; 2 – 80°C da; 3 – 100°C da; 4 – 120°C da.

Oleumli absorberda SO_3 ni oleum bilan absorbsiyalashda ham absorbsiyaning harakatlantiruvchi kuchi kamayishi hisobiga haroratning ortishi bilan yomonlashadi. U quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

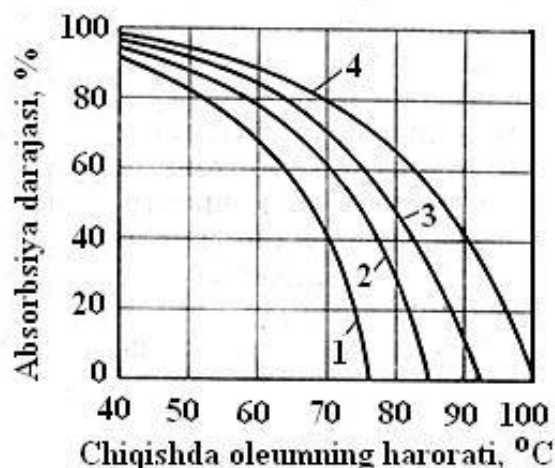
$$\Delta p = \frac{(p_1' - p_2') - (p_1'' - p_2'')}{2,3 \lg \frac{p_1' - p_2'}{p_1'' - p_2''}}$$

bu yerda: p_1' va p_1'' – absorbsiyadan oldingi va keyingi gazdagi SO_3 ning parsial bosimi, n/m^2 (mm.sim.ust.);

p_2' va p_2'' – gazning absorberga kirishda va undan chiqishda oleum ustidagi SO_3 muvozzantli bosimi, n/m^2 (mm.sim.ust.).

9.2-rasmda 20% li oleum sachratiladigan oleumli absorberda sulfat angidrid absorbsiyasining haroratga bog‘liqligi keltirilgan.

Bu tasvirdan ko‘rinadiki, haroratning ortishi bilan SO_3 absorbsiyalanish darajasi keskin kamayadi va ma‘lum harorat (7,5% SO_3 da 84°C , 5% SO_3 da 76°C) da absorbsiyalanish to‘la to‘xtaydi. 60°C haroratda 33% SO_3 (erkin) bo‘lgan oleum olingani holda, 90°C haroratda atigi 14% SO_3 (erkin) bo‘lgan oleum olish mumkin.



9.2-rasm. Oleumli absorberda gazdagi SO_3 miqdoriga bog‘liq holdagi sulfat angidridning absorbsiyasi:

1 – 5% SO_3 da; 2 – 7,5% SO_3 da; 3 – 10% SO_3 da; 4 – 15% SO_3 da.

Nam kataliz usuli bilan sulfat kislota olishda kontakt bo‘linmasidan chiqadigan gaz tarkibidagi suv H_2SO_4 hosil bo‘lishi uchun kerak bo‘ladigan suvdan ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun kontakt gazini sovutilganda sulfat angidrid suv bug‘i bilan sulfat kislota bug‘iga aylanadi, so‘ngra u minorada kondensatsiyalanadi. Shunday qilib, nam kataliz jarayonida SO_3 ning absorbsiyalanishi emas, balki sulfat kislota bug‘larining kondensatsiyalanishi sodir bo‘ladi. Agar gazdagi suv bug‘ining miqdori oz bo‘lsa, kondensatsiyalanish va absorbsiyalanish jarayonlari bir paytda sodir bo‘ladi.

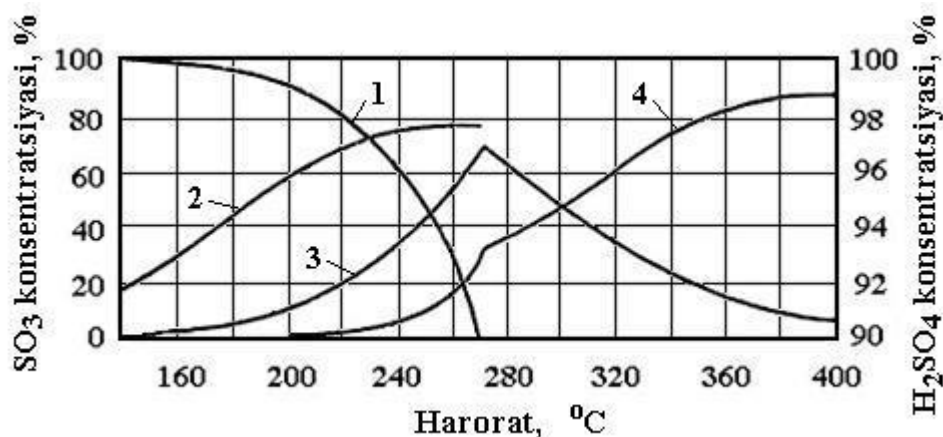
Gazning harorati 400°C dan yuqori va undagi SO_3 va H_2O birgalikda bo‘lganda (masalan, ho‘l kataliz usuli bilan sulfat kislota olishdagi kabi) gaz tarkibida sulfat

kislota bug‘lari bo‘lmaydi, chunki bunday sharoitda ular amalda to‘la dissotsilanadi. Gaz suvutilganda:



muvozanat sulfat kislota bug‘lari hosil bo‘lish tomonga siljiydi, u esa keyingi bosqichda sovutilganda kondensatsiyalanadi.

9.3-rasmda tarkibida 6,29% SO_3 va 10,09% H_2O bo‘lgan gazlar aralashmasi uchun sistemaning muvozanat holatida SO_3 , $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{gaz})$ va $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{suyuq})$ orasidagi nisbat tasvirlangan. Diagrammadan ko‘rinadiki, sulfat kislota kondensatsiyasi 273°C da boshlanadi va 150°C da amalda tugallanadi. Sulfat kislota kondensatsiyasi boshlangan paytda uning bug‘larining kariyb 30% qismi dissotsiatsiyalangan bo‘ladi (SO_3 egri chizig‘iga qarang); 240°C da dissotsilanish darajasi 5% gacha pasayadi. 150°C da kondensatsiyalanayotgan kislota konsentratsiyasi 97,5% dan 92% gacha kamayadi.



9.3-rasm. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(\text{gaz}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(\text{suyuq})$ sistemasining holat diagrammasi:

1- H_2SO_4 (suyuq); 2- H_2SO_4 (kondensat); 3- H_2SO_4 (gaz); 4- SO_3 .
(gazlar aralashmasi tarkibida 6,29% SO_3 va 10,09% H_2O bo‘ladi).

Sulfat kislota bug‘larining kondensatsiyasi to‘ldirgichli suyuqlik taqsimlanadigan minoralarda (skrubberlarda), quvurli kondensatorlarda, barbotajli jihozlarda amalga oshiriladi. Ko‘rsatib o‘tilgan barcha jihozlardagi bu jarayonning mexanizmi bir xildir va bu tarkibida bug‘ tutgan gazli aralashmaning sovuq suyuqlik yoki kondensat plyonkasi bilan bevosita to‘qnashishidan iboratdir. Shu bilan bir paytda bug‘ning bir qismi kondensatsiyalanadi va bo‘shliqda tuman hosil qiladi. Masalan, nam kataliz usuli bo‘yicha sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfat kislota bug‘larining 35% qismi tumanga aylanadi.

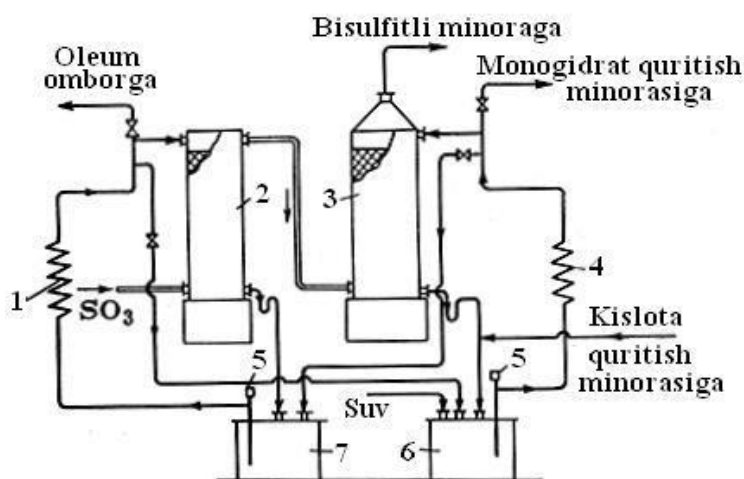
Minorali quritgichdan so‘ng gaz tarkibida 0,01% suv bug‘i qoladi, kontakt jihozidan so‘ng esa ko‘p miqdordagi SO_3 bo‘ladi, shuning uchun gaz sovutilganda barcha suv bug‘i H_2SO_4 bug‘lariga aylanadi, uning konsentratsiyasi 0,01% yoki $5,75 \text{ g/m}^3$ (q – gazdagi suv bug‘ining tarkibi, g/m^3) ni tashkil etadi.

Sulfat kislota bug‘lari absorberning to‘ldirgichlari sirtida kondensatsiyalanadi. Taqsimlanuvchi kislota konsentratsiyasi juda past yoki gazning namligi yuqori bo‘lganda sulfat kislota bug‘larining bir qismi bo‘shliqda tuman hosil qilib kondensatsiyalanadi, u esa absorberlarda to‘la cho‘kmaydi va atmosferaga chiqib ketadi.

Zamonaviy kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarish korxonasining absorbsiyalash bo‘linmasi

Sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan to‘ldirgichli skrubber – minoralarda ham, barbotaj turidagi jihozlarda ham kislota qatlamidan gaz o‘tadigan joylarda sulfat kislota gazli aralashmadan faqat sulfat angidridni yutadi, gazning qolgan qismi absorberlar orqali o‘tib atmosferaga chiqib ketadi. Odatda sulfat angidrid ikkita parallel biriktirilgan: birinchisi – oleumli va ikkinchisi monogidratli absorberlarda yutiladi.

9.4-rasmda absorbsiya bo‘linmasining tasviri ko‘rsatilgan. Kontakt bo‘linmasidan chiqadigan gaz oleumli absorberga (2) tushadi. Sulfat angidridni yutishi natijasida H_2SO_4 hosil bo‘lish reaksiyasining issiqligi hisobiga oleum qiziydi. Qaynoq konsentrlangan oleum absorberdan (2) yig‘gichga (7) oqib tushadi, u yerda suyultirish uchun oz miqdordagi monogidrat qo‘shiladi. Yig‘gichdan (7) oleum sovutgich (1) orqali absorberga (2) suyuqlik taqsimlash uchun so‘rib olinadi. Oleumning bir qismi muntazam ravishda omborga yoki kuporos moyi tayyorlashga yuboriladi.



9.4-rasm. Absorbsiya bo‘linmasining tasviri:

1 – oleumli sovutgich; 2 – oleumli absorber; 3 – monogidratli absorber; 4 – monogidratli sovutgich; 5 – botirma nasoslar; 6 – monogidrat yig‘gichi; 7 – oleum yig‘gichi.

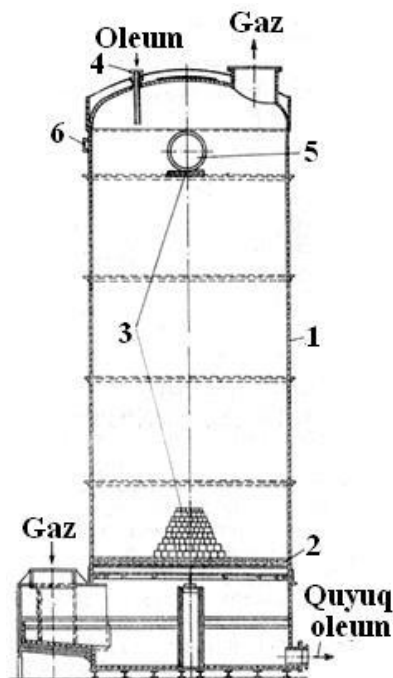
Oleumli absorberdan (2) chiqadigan gaz 98,3% li sulfat kislota (monogidrat) suyuqligi taqsimlanadigan monogidratli absorberga (3) keladi. Kislota sulfat

angidridni yutishi natijasida qiziydi va uning kondensatsiyalanishi ortadi. Absorberdan (3) monogidrat yig'gichga (6) oqib tushadi, u yerda suyultirish uchun quritish minorasidan keladigan kislota yoki suv qo'shiladi. Qaynoq kislota yig'gichdan (6) sovutish uchun monogidratli sovutgichga uzatiladi va yana monogidratli absorberga (3) suyuqlik taqsimlash uchun kelib tushadi. Monogidratning bir qismi muntazam ravishda yig'gich (7) va quritish minorasiga uzatiladi. Monogidratli absorberdan chiqadigan gazlar ammiakli suv taqsimlanadigan absorberlarga (bisulfitli minoraga) uzatiladi va zararsizlantiruvchi filtrlar orqali yoki to'g'ridan-to'g'ri atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Oleumli absorberda SO_3 barcha miqdorining 70% qismi yutiladi va buning hisobiga monogidratli absorberlarning quvvatini pasaytirishga erishiladi.

Oleumli (birinchi) absorber. Kontakt jihozidan chiqadigan gazlar oleumli absorberga keladi (9.5-rasm). U vertikal po'lat silindr (1) shaklida tayyorlangan to'ldirgichli skrubber ko'rinishida bo'ladi. Uning ostki qismida halqali panjara (2) bo'ladi, unga to'ldirgichlar (po'lat yoki sopol halqachalar) joylashtirilgan.

Oleumli absorberning o'lchami va unga suyuqlik taqsimlash uchun uzatiladigan oleumning miqdori sulfat kislotali tizimlar unumdorligiga bog'liqdir. Odatda 1 t/s mahsulot ishlab chiqarish uchun to'ldirgichdagi gazning tezligi 1 m/sek va absorber tirqishlarining 1 m^2 ga suyuqlik taqsimlash zichligi $10\text{--}12 \text{ m}^2$ bo'lganda absorberdagi to'ldirgich yuzasi 600 dan 1000 m^2 bo'lishi talab etiladi.



9.5-rasm. Oleumli absorber:

1 – po'lat silindr; 2 – halqali to'r; 3 – to'ldirgich; 4 – oleum taqsimlagich; 5 – to'ldirgichni yuklash va tushirish uchun tirqish; 6 – kuzatish oynasi.

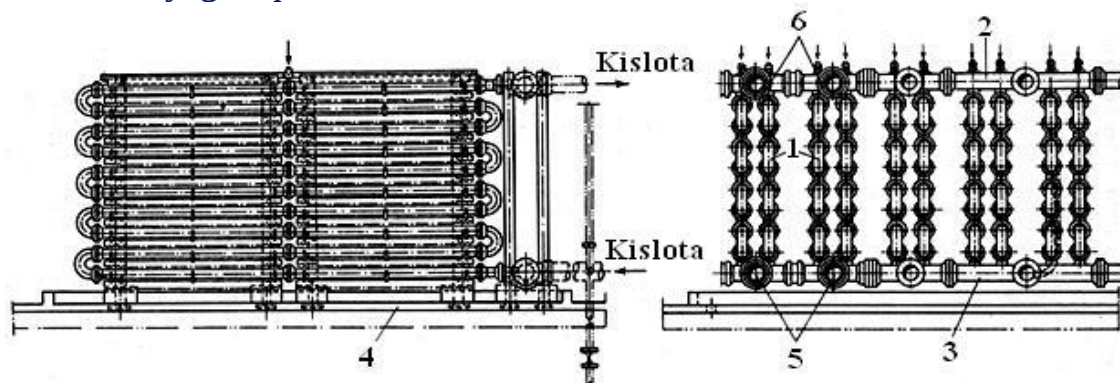
Monogidratli (ikkinchi) absorber. Bu absorber ham xuddi quritish minorasi kabi o'rnatilgan va 98,3% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadi. Kislotaning absorberdan o'tishi paytida sulfat angidridni yutadi, uning konsentratsiyasi 98,7-99% H_2SO_4 gacha ortadi. Monogidrat yig'ichida kislota suv yoki quritgich kislota bilan boshlang'ich konsentratsiyagacha suyultiriladi va sovutgich orqali yana monogidratli absorberga suyuqlik taqsimlanadi.

Monogidratli absorberning o'lchami va taqsimlash uchun beriladigan monogidrat miqdori odatda oleumli absorberdagi kabidir yoki undan bir oz kattadir (to'ldirgich yuzasi $1200 \text{ m}^2/\text{t}\cdot\text{s}$ va suyuqlik taqsimlash zichligi $20 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}$).

Oleum va monogidrat yig'ichlari tegishli absorberlarga biriktirilgan bo'ladi. Ular turli hajmdagi (kichik quvvatdagi zavodlarda 10 m^3 , katta korxonalarda 50 m^3) idishlardan iboratdir. Oleumli va monogidratli yig'ichlar po'latdan tayyorlangan va ularning ichki qismi kislotaga chidamli plitkalar bilan himoyalangan bo'ladi.

Kislota sovutgichlari. Absorberlarda sulfat angidridni yutilishida ko'p miqdorda issiqlik ajraladi, buni oqibatida taqsimlanadigan kislota qizib ketadi, uni esa sovutish kerak bo'ladi. Bu maqsadda sug'orish va quvurniqobli sovutgichlar ishlatiladi. Kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishda ta'mirlash qiyinligi uchun spiral sovutgichlar keng ko'lamda ishlatilmaydi. Oleumli va monogidratli absorberlarning suyuqlik taqsimlanadigan sovutgichlari tuzilishi jihatdan bir-biriga o'xshaydi, faqatgina bo'lmalari soni va ular tayyorlanadigan materiali bilan farqlanadi. Oleumli sovutgich po'latdan, monogidratli sovutgich cho'yandan yoki kislotaga chidamli po'latdan tayyorlanadi.

9.6-rasmda to'rtta bo'lmadan (1) iborat va po'lat taglikka o'rnatilgan monogidratli sovutgich tasvirlangan. Har bir bo'lmada ikki vertikal qatorda parallel quvurlar bo'ladi. Quvurning yuqori qismi kollektorga (2), pastki qismi kollektorga (3) mahkamlangan. Quvurlarning har bir qatorida tarnovlar bo'lib, quvur ustidan sovutuvchi suv oqadi va suv yog'och yoki beton ariqchalarga (4) va undan kanalizatsiyaga oqib tushadi.

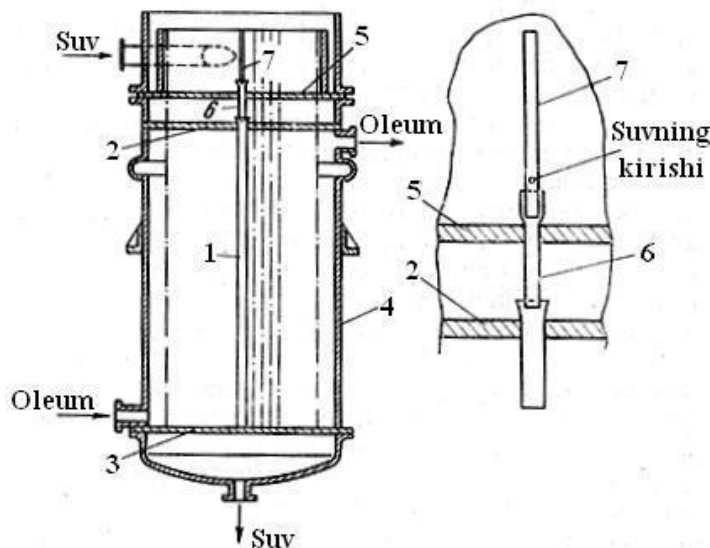


9.6-rasm. Monogidratli sovutgich:

1 – sovutgich bo'lmalari; 2,3 – yuqori va ostki kollektorlar; 4 – ariqcha; 5 – kislota chiqish shtutseri; 6 – kislota kirish shtutseri.

Qaynoq kislota pastki kollektorga (3) shtutser (6) orqali kelib tushadi, parallel oqimdagi quvurlar bo'yicha taqsimlanadi va yuqori kollektorda (2) shtutser (5) orqali chiqqan kislota yig'ib olinadi.

9.7-rasmda oleumni quvurniqobli sovutgichi tasvirlangan. U ajratilgan po'lat quvurlar (1), quvurlar to'rtli panjaralar (2 va 3) hamda po'lat niqobdan (4) iboratdir. Oleum quvurlararo bo'shliq orqali, suv esa quvurlar orqali harakatlanadi. Oleumning suv bilan to'qnashishini oldini olish maqsadida qo'shimcha to'rtli panjara (5) o'rnatiladi, ular qisqa po'lat quvurlar 6 orqali mahkamlanadi.



9.7 – rasm. Oleumning quvurli sovutgichi:

1 – po'lat quvurlar; 2,3 – to'rtli panjaralar; 4 – po'lat niqob; 5 – qo'shimcha to'rtli panjara; 6 – qisqa po'lat quvurlar; 7 – plastmassali quvurlar.

Kislota aralashtirgichlari. Konsentrlangan kislota (oleum yoki monogidrat) ga suv qo'shib har qanday konsentratsiyadagi kislota olinadi. Konsentrlangan sulfat kislota suv bilan aralashtirilganda ko'p miqdordagi issiqlik ajraladi, buning natijasida kislota qaynash darajasigacha qiziydi va ko'p miqdordagi bug' ajralishi hamda idishdagi kislotaning toshib ketishi kuzatiladi. Shuning uchun kislota aralashtirgichlar deb ataluvchi mahsus jihozlarda ehtiyotkorlik choralariga amal qilgan holda suv bilan suyultiriladi.

Past konsentratsiyali kislota tayyorlash uchun aralashtirgichlar kislotaga chidamli materiallardan, yuqori konsentratsiyali kislota tayyorlash uchun esa cho'yandan tayyorlanadi. Turli ishlab chiqarish korxonalarida har xil turdagi qurilmalar ishlatiladi. Ulardagi sovutish tizimi asosan aralashtirgich qozon yoki quvurning uning niqobi orasidagi bo'shliqda harakatlanadigan suv oqimi orqali amalga oshiriladi.

Absorbsiyaning texnologik tartibi. Ishlab chiqarish korxonalaridagi absorbsiya bo'linmasi tizimlari bir-biridan kam farq qiladi, shuningdek ularda ishlatiladigan

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

texnologik tartiblar ham o'xshashdir. Quyida kontakt zavodlaridan birining absorbsiya bo'linmasining texnologik tartib o'lchovlari keltirilgan:

Harorat, °C	
oleumli absorberdan chiqishda	60 dan katta emas
monogidratli absorberdan chiqishda	60 dan katta emas
Kislota konsentratsiyasi	
Suyuqlik taqsimlanadigan oleumli absorber, % SO ₃ (erkin)	
.....	19±1
Suyuqlik taqsimlanadigan kontaktli	
absorber, % H ₂ SO ₄	98,3±0,4
Absorbsiya darajasi, %	99,9 dan kam emas

100% li sulfat angidrid va konsentrlangan oleum olish.

Yuqori konsentratsiyali 100% li sulfat angidrid yuqori kimyoviy faollikka ega va turli xil texnologik jarayonlarda sulfat kislota va oleum o'rnida ishlatiladi. Shuningdek, sulfat angidrididan reaktiv sulfat kislota olinadi.

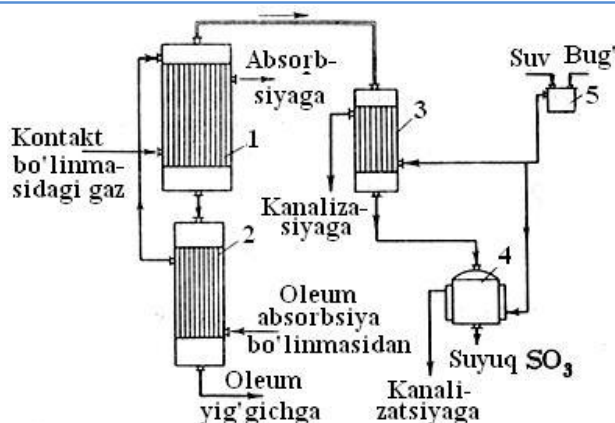
100% li sulfat angidrid ishlab chiqarishda quyidagi usullar qo'llaniladi:

1. O'txona gazlari bilan qizdiriladigan jihozlarda odatdagi 20% li yoki yuqori konsentratsiyali oleumdan SO₃ ni haydash.
2. 100% li sulfit angidridni katalizator yordamida kislorod bilan oksidlash.
3. Kontakt bo'linmasiga keladigan gazlar issiqligidan foydalangan holda kontakt zavodlarining absorbsiya bo'linmasida aylanuvchi oleumdan SO₃ ni haydash.

9.8-rasmda kontakt zavodlarida 100% li sulfat angidrid olish uchun qurilmaning tasviri ko'rsatilgan.

Tarkibida SO₃ bo'lgan qaynoq gaz kontakt bo'linmasidan issiqlik almashtirgich-bug'latgichning (1) quvurlararo bo'shlig'i orqali uzatiladi, undagi quvurlar orqali esa issiqlik almashtirgichda (2) oldindan qizdirilgan oleum uzatiladi. So'ngra sovutilgan gaz kontakt tizimining odatdagi sxemasi bo'yicha absorbsiyaga yuboriladi.

Bug'latgichdan chiqadigan sulfat angidrid miqdori kamaytirilgan qaynoq oleum issiqlik almashtirgichga (2) tushadi, u yerda absorbsion bo'linmadan uzatilgan oleumga issiqligini uzatadi, so'ngra esa birinchi (oleumli) absorberning yig'gichiga uzatiladi, u yerda yana dastlabki konsentratsiyasigacha sulfat angidrid bilan to'yinadi. Oleumni qizdirilishidan hosil bo'ladigan gaz holatdagi sulfat angidrid kondensatorga (3) so'rib olinadi, u yerga yig'gichdan (4) suyuq SO₃ tushadi. Yig'gich suvli niqob bilan jihozlangan, unga rezervuardan (5) qaynoq bug' bilan 30-40°C gacha isitilgan suv keladi. Bu esa sulfat angidridning muzlashi va kristallanishidan saqlaydi. Shuni ham ta'kidlash lozimki, texnik kristall sulfat angidrid qizdirilganda u suyuqlanmasdan to'g'ridan-to'g'ri gaz holatiga aylanadi (sublimatlanadi).



9.8 – rasm. 100% li sulfat angidrid olish uchun qurilma tasviri:

1 – issiqlik almashtirgich-bug'latgich; 2 – oleumli issiqlik almashtirgich; 3 – sulfat angidrid kondensatori; 4 – suyuq sulfat angidrid yig'ichi; 5 – issiq suv olish uchun rezervuar.

Yuz foizli sulfat angidrid xona haroratidayoq ($16,8^{\circ}\text{C}$) kristallanadi, shuning uchun uning olinishi va tashilishi ko'pgina qiyinchiliklar bilan bog'liqdir va ko'pgina hollarda uning o'rniga 65% SO_3 (erkin) bo'lgan yuqori konsentratsiyali oleum qo'llaniladi. Bunday oleumning kristallanish harorati birmuncha past (0°C) dir. Yuqori konsentratsiyali oleum texnik oleumni yuqoridagi ko'rsatilgan usullardan biri bo'yicha olingan gaz holatdagi 100% li SO_3 bilan to'yintirish orqali tayyorlanadi.

Odatdagi sharoitda texnik sulfat angidrid qotish jarayonida o'z-o'zidan polimerlanadi. Shundan so'ng uni atmosfera bosimida qizdirish orqali suyuq holatga o'tkazib bo'lmaydi, vaholanki u to'g'ridan-to'g'ri bug'lanadi. Shuning uchun sulfat angidrid polimerlanishini oldini olish maqsadida suyuq sulfat angidridga stabilizatorlar (B_2O_3 , Na_2SO_4 , KCrO_3 va boshqalar) qo'shiladi. Ammo stabilizatorlar polimerlanishni sekinlashtiradi xolos va ayniqsa manfiy haroratda SO_3 kristallanishini oldini olishga qodir emasdir.

Stabilizator sifatida borat angidrid B_2O_3 keng ko'lamda ishlatiladi. Tarkibida 99,6% SO_3 (qolgani namlik) bo'lgan suyuq sulfat angidridga berk idishda SO_3 hisobidan quruq 0,7-1,0% borat angidrid qo'shiladi (B_2O_3 ning namligi 0,3% dan ko'p bo'lmasligi kerak). Qo'shimcha qo'shilgandan so'ng aralashma $60-70^{\circ}\text{C}$ gacha qizdiriladi va shu haroratda 3 soat ushlab turiladi.

Borat angidrid stabilizatori bo'lgan suyuq sulfat angidrid uglerodli po'latdan tayyorlangan idishda saqlanadi va xattoki qishda -30°C da ham bir necha oygacha polimerlanmaydi.

Chiqindi gazlarini zararsizlantirish

Kontaktlanish darajasi 0,97 va absorbsiya to'laligi 99,9% bo'lganda sulfat kislotali tizimlar chiqindi gazlarining tarkibida 0,2% atrofida SO_2 (5 g/m^3) va 0,007% atrofida SO_3 ($0,3 \text{ g/m}^3$), shuningdek ma'lum miqdordagi absorberdan chiqib

ketadigan sulfat kislota tomchilari bo'ladi. Yuqoridagi tarkibga ega bo'lgan gazlardan sulfat kislota tomchilari tutib qolingandan so'ng, gazlarni atmosferaga chiqaruvchi

mo'rili quvurning balandligi quyidagi empirik formula bilan ifodalanadi: $H = \sqrt{\frac{234q}{vc_{\max}}}$

bu yerda: H – quvur balandligi, m; q – chiqindi gazdagi SO_2 miqdori, g/sek; v – SO_2 konsentratsiyasi aniqlanadigan balandlikdagi shamol tezligi, m/sek; $c_{\max}$ – yer sirtidagi atmosfera havosidagi SO_2 ning cheklangan konsentratsiyasi, mg/m³.

Agar bu formula bo'yicha hisoblangan quvurning balandligi juda ham uzun bo'lsa, u holda chiqindi gazlari qayta tozalanadi va shundan so'ng quvur orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Absorberlardan keyin gazdan kislota tomchilarini ajratib olish uchun turli tomchi ushlagich qurilmalar o'rnatiladi. To'ldirgichli, ammo kislota suyuqligi taqsimlanmaydigan monogidratli absorber o'lchamidagi minora shaklidagi tomchi ushlagichlar keng tarqalgandir. Kislota tomchilari to'ldirgichlarda ushlanib qoladi va minoraning pastki qismiga oqib tushadi, kislota u yerdan monogidratli absorberdagi yig'gichga chiqarib olinadi. Ayrim korxonalarda monogidratli absorberlarning yuqori qismidagi suyuqlik taqsimlanmaydigan to'ldirgichli qatlami tomchi ushlagich vazifasini bajaradi.

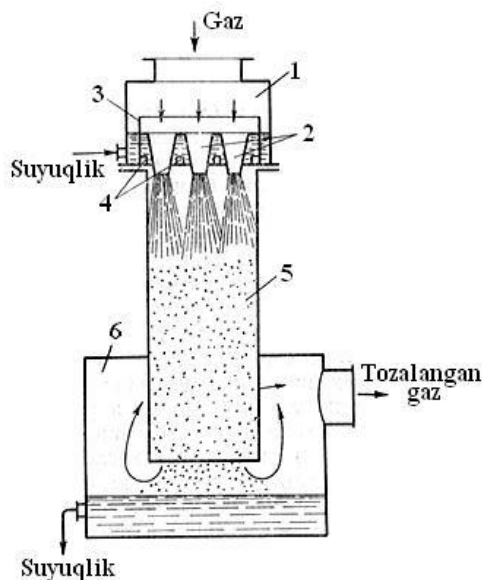
Chiqindi gazlarini SO_2 dan tozalash to'ldirgichli minoralarda amalga oshiriladi, u yerda sulfit angidrid soda eritmasiga yuttiriladi. Bunda hosil bo'ladigan natriy bisulfit ishlab chiqarish korxonasining mahsuloti hisoblanadi.

Chiqindi gazlaridagi sulfit angidrid bisulfitli minoralarda tutib qolinishi qiyin bo'lgan tuman hosil qiladi. Shuning uchun gazlar ho'l elektrofiltirlarga yuboriladi. Bisulfitli minoradan va elektrofiltirdan o'tgan gazlardan ham sulfat kislota tomchilari ajratiladi.

SO_2 ning absorbenti sifatida ammiakli suv ham ishlatiladi, lekin bunda gazdan sulfit angidridni yuttirish changlatuvchi turdagi jihozlarda (CHTJ) amalga oshiriladi (9.9-rasm). Unda konusdan 20-25 m/sek tezlikda chiqadigan suyuqlik tozalanadigan gaz oqimi bo'yicha changlatiladi.

Yuqori sifatli sulfat kislota olish

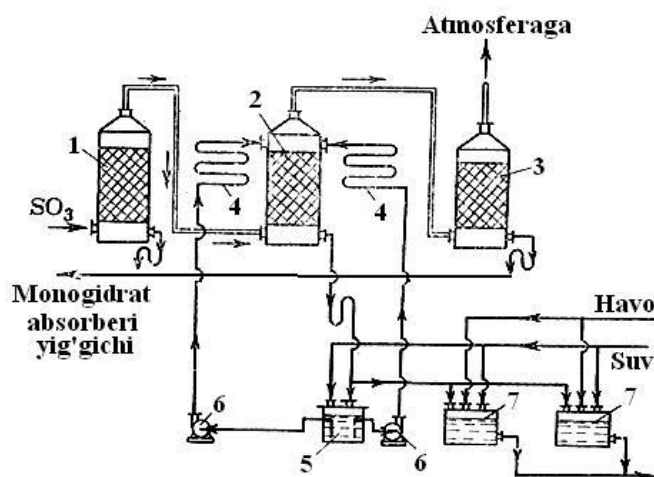
Sulfat kislotaning asosiy miqdori (80% dan ko'p qismi) texnik kontaktli va minorali kislota tarzida olinadi. Sulfat kislotaning toza navlariga to'g'ri keladigan nisbiy ulushi ham keyingi paytlarda ortib bormoqda. Sulfat kislotaning toza navlari akkumulyator kislotasi va reaktiv sulfat kislota tarzida ishlab chiqariladi.



9.9-rasm. Changlatuvchi turdagi jihoz (CHTJ):

1 – taqsimlash qutisi; 2 – changlatuvchi konus; 3 – silindr o‘zagi; 4 – silindr o‘zagidagi tirqishlar; 5 – absorbsiya kamerasi; 6 – separator qurilmasi.

9.10-rasmda akkumulyator kislotasi ishlab chiqarish uchun qurilma tasviri ko‘rsatilgan. Bunday qurilma monogidrat absorber (2), ikkita tomchi ushlagich (1 va 3) (absorber boshida va oxirida) va yordamchi jihozlardan iborat alohida absorbsiya tizimi ko‘rinishida bo‘ladi.



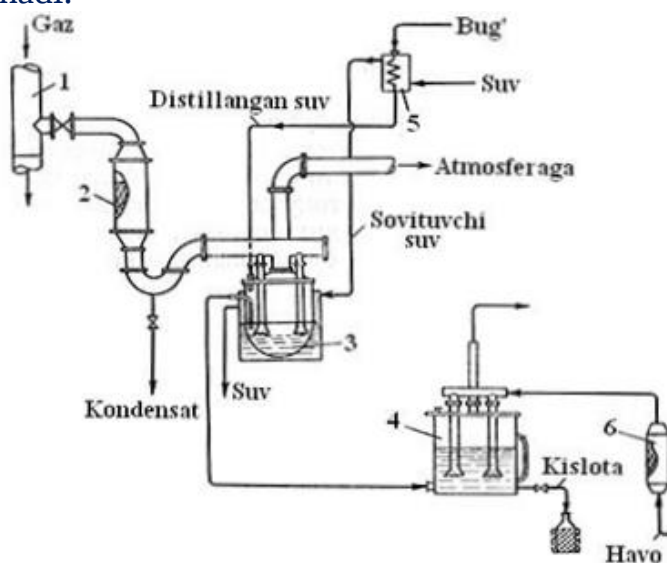
9.10- rasm. Akkumulyator sulfat kislotasi ishlab chiqarish sxemasi:

1,3 – tomchi ushlagichlar; 2 – akkumulyator kislotasi olish uchun monogidratli absorber; 4 – suyuqlik taqsimlanadigan sovutgichlar; 5 – aylanma akkumulyator kislotasining yig‘gichi; 6 – nasoslar; 7 – akkumulyator kislotasini chiqarib yuborish yig‘gichlari.

Kislotaga sulfat angidridning absorbsiyalanishi natijasida kislota konsentratsiyasi ortib boradi va u maxsus jihozda olinadigan distillangan suv bilan suyultiriladi. Akkumulyator kislotasining sifatini oshirish uchun bu qurilmalarga

yuqori quvvatli suyuqlik taqsimlanadigan sovutgichlar (4) oʻrnatiladi, uning quvurlarida kislota kichik tezlik bilan aralashadi, buning hisobiga quvurlarning korroziyasi sekinlashadi. Bu maqsadda sovutgich quvurlari ferrosilisiddan tayyorlanadi, yigʻich va oraliq idishlar esa kislota bardosh materiallar bilan himoyalangani.

Reaktiv sulfat kislotasi 100% li sulfat angidridni suv bilan suyultirib olinadi. Reaktiv sulfat kislotasini sulfat kislotali tizimlar kontakt boʻlinmasidan keladigan gazlardan ham olinadi. U holda barbotajli (yoki skrubberli) absorber bilan jihozlangan kichik absorbsiya qurilmasi va tegishli filtrlar oʻrnatiladi (9.11-rasm). Bunday qurilmalarning barcha jihozlari kislota bardosh materiallar yoki emallangan choʻyandan tayyorlanadi.



9.11-rasm. Reaktiv sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1 – oleumli absorber gaz oʻtkazgichi; 2 – gaz filtri; 3 – barbotajli absorber; 4 – SO₂ purkash absorberi; 5 – suv bugʻi kondensatori; 6 – havo filtri.

Nazorat uchun savollar

1. Gazlar aralashmasidan sulfat angidridni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring
2. SO₃ ni sulfat kislotasi bilan absorbsiyalash jarayonini tushuntiring.
3. Sulfat kislotasi kondensatsiyalanish jarayonini tushuntiring.
4. Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish korxonasining absorbsiyalash boʻlinmasida qanday jihozlar ishlatiladi.
5. 100% li sulfat angidrid va konsentrlangan oleum qanday olinadi?
6. Chiqindi gazlarini qanday zararsizlantiriladi?
7. Yuqori sifatli sulfat kislota olish usullarini ayting.
8. Akkumulyator sulfat kislotasi ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
9. Reaktiv sulfat kislotasi ishlab chiqarish usulini tushuntiring.

10-MAVZU: SULFAT KISLOTASINI KONTAKT USULI BILAN ISHLAB CHIQRISH ASOSLARI

Reja:

1. Oltingugurtdan kontakt usulida sulfat kislota olish.
2. Nam kataliz usuli bilan vodorod sulfiddan kontakt usulida sulfat kislota olish.
3. Konsentrlangan sulfit angidrididan kontakt usulida sulfat kislota olish.
4. Gipsdan kontakt usulida sulfat kislota olish.
5. Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislota olish.
6. Gaz va kislotani aralashtirish qurilmalari

Oltingugurtdan kontakt usulida sulfat kislota olish

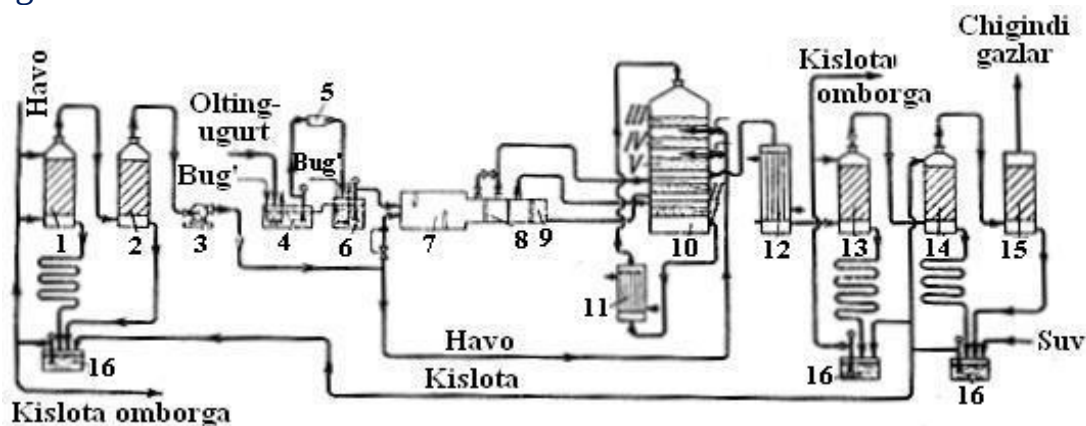
Tarkibida mishyak va selen tutgan oltingugurtdan (masalan, oltingugurt bug‘idan) kontakt sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxemasi kolchedanni qayta ishlash sxemasidan deyarli farq qilmaydi. Boshqacha aytganda, faqat pech bo‘linmasi qayta jihozlangan, unga oltingugurt yiqish uchun tegishli pech o‘rnatilgan bo‘ladi va quruq elektrofiltirlar bo‘lmaydi. Ammo mishyak va selen tutmagan tabiiy oltingugurt ishlatilganda bu sxema deyarli to‘la o‘zgaradi. Bu holatda kuyundi gazlarini maxsus tozalash talab etilmaydi hamda shu sababli uning sovutilishi va yuvilishi shart emasdir.

10.1-rasmda tabiiy oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Oltingugurt osti suv bug‘i o‘tadigan po‘lat quvurlardan panjara hosil qilingan bunker-suyuqlantirgichga kelib tushadi. Panjaralarda oltingugurt suyuqlanadi va tindirgichga (4) oqib tushadi, u yerda suyuq oltingugurtdagi muallaq qo‘shimchalar tozalanadi. So‘ngra oltingugurt nasoslar bilan filtr (5) orqali yig‘gichga (6) uzatiladi, u yerdagi nasos uni pechning (7) forsunkasiga yo‘naltiradi. Ortiqcha toza oltingugurt yig‘gichdan (6) tindirgichga (4) oqib tushadi.

Yondirish jarayoni uchun kerakli havo quritish minorasi (1) tomchi ushlagichlardan (2) o‘tib pech (7) va kontakt jihoziga (10) purkaladi. Oltingugurt yondirish uchun pech silindrik ko‘rinishdagi himoyalangan jihoz bo‘lib, undagi yuttirish qozoni (bug‘latgich) (8) va bug‘li qizdirgich (9) uning oxiri hisoblanadi.

Pechda hosil bo‘ladigan 1100-1200°C haroratdagi sulfit angidrid yuttirish qozonida 440-450°C gacha sovutiladi va besh qatlamli kontakt jihozining birinchi qatlam kontakt massasiga tushadi. Kontakt massasining birinchi qatlamida haroratni to‘g‘rilab turish uchun gazning bir qismi pechdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri kontakt jihoziga uzatiladi. Kontakt massa birinchi qatlamidan chiqadigan gaz bug‘li qizdirgichga (9),

soʻngra kontakt massaning ikkinchi qatlamiga keladi. Kontakt massaning birinchi va ikkinchi qatlami kontakt jihozining pastki qismida joylashgan. Kontakt massaning ikkinchi qatlamidan chiqadigan gaz birin-ketin issiqlik almashtirgich (11), kontakt massaning uchinchi va toʻrtinchi qatlamlaridan oʻtadi, undan soʻng quritilgan atmosfera havosi kiritish orqali sovutiladi va soʻngra kontakt massaning beshinchi qatlamiga kiradi.



10.1-rasm. Tabiiy oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

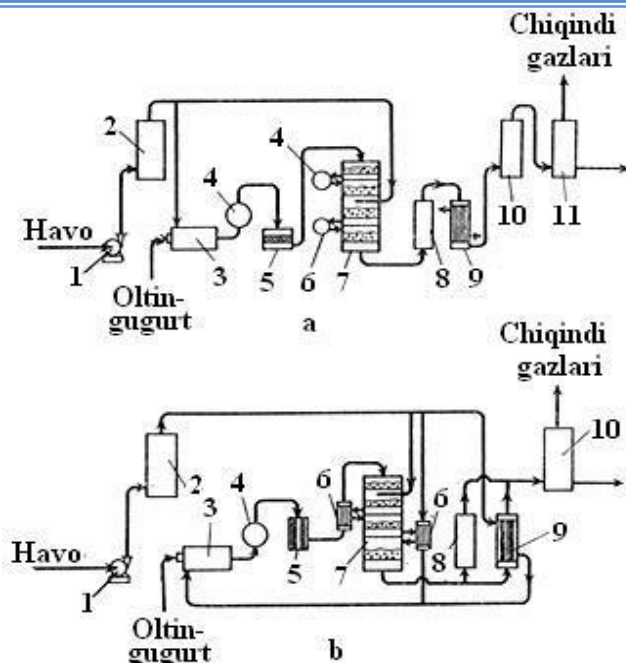
1 – quritish minorasi; 2 – tomchi ushlagich; 3 – havo purkagich; 4 – tindirgich; 5 – filtr; 6 – toza oltingugurt yigʻgichi; 7 – pech; 8 – bugʻlatgich; 9 – bugʻli isitgich; 10 – kontakt jihozi (kontakt massaning I-V qatlamlari); 11 – issiqlik almashtirgich; 12 – angidridli sovutgich; 13 – oleumli absorber; 14 – monogidratli absorber; 15 – tomchi ushlagich; 16 – aylanma yigʻgichlar.

Kontakt jihozidan chiqadigan gaz angidridli sovutgichda (12) sovutiladi va oleumli (13) va monogidratli (14) absorberlardan iborat hamda tegishli qo‘shimcha jihozlari bo‘lgan absorpsiya bo‘linmasiga yuboriladi.

Tabiiy oltingugurt tarkibida kerosin va bitumlar aralashmasi (flotoreagent qoldiqlari) bo'ladi, ular pechda yonganda suv bug'i hosil qiladi. Oltingugurt tarkibida kerosin va bitumlar miqdori ko'p bo'lganda hosil bo'ladigan suv bug'ining miqdori belgilangan me'yordan ortib ketishi natijasida absorbsiya bo'linmasida sulfat kislotali tuman hosil bo'lishiga va kislotaning bir qismini chiqindi gazlari bilan yo'qotilishiga olib keladi.

Sulfat angidrid absorbsiyasida tuman hosil bo'lishini oldini olish uchun harorat sulfat kislota (98,3% li H_2SO_4) bilan suyuqlik taqsimlanadigan monogidratli absorberda jihozga kirishda 80-90°C va chiqishda 110-120°C da ushlab turiladi. Haroratning ortishi bilan bug'lanadigan sulfat kislota bug'larining to'yinishi kamayadi va tuman hosil bo'lmaydi yoki uning miqdori anchagina kamayadi.

Tabiiy oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Monsanto» (AQSH) va «Lurgi» (Germaniya) firmalari tomonidan yaratilgan sxemalari yuqoridagi bayon etilgan sxemadan ayrim texnologik tarmoqlar va jihozlarning joylashishi jihatdan farqlanadi (10.2-rasm).



10.2-rasm. Oltinugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

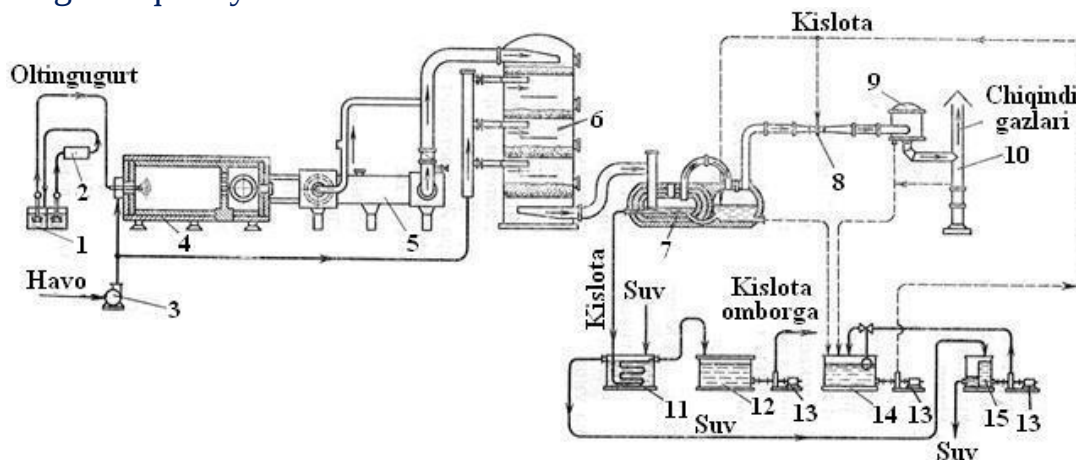
a – «Monsanto» firmasi sxemasi: 1 – havo purkagich; 2 – quritish minorasi; 3 – oltinugurtzni yondirish pechi; 4 – yuttirish qozonlari; 5 – gaz filtri; 6 – bug‘li qizdirgich; 7 – kontakt jihozi; 8 – yuttirish qozonlaridan ta‘minlanadigan suvli qizdirgich; 9 – angidridli sovgutgich; 10 – oleumli absorber; 11 – monogidratli absorber; b – «Lurgi» firmasi sxemasi: 1-5, 7, 8 – a sxema bo‘yicha; 6 – issiqlik almashtirgich; 9 – havo qizdirgich; 10 – monogidratli absorber.

10.3-rasmda tasvirlangan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Xemiko» sxemasi unchalik ko‘p ishlatilmasada, o‘zining soddaligi bilan ajralib turadi. Qattiq qo‘shimchalardan filtrlangan suyuqlantirilgan oltinugurt pechning (4) forsunkasi bilan sachratiladi va ventilyator (3) bilan uzatiladigan havo bilan aralashtirilib yondiriladi. Sulfat angidrid yuttirish qozonida (5) sovuyladi va kontakt jihoziga (6) keladi. Gaz haroratini pasaytirish uchun kontakt massaning birinchidan keyingi qatlamlariga sovuq atmosfera havosi qo‘shiladi.

Tarkibida sulfat angidrid tutgan kontakt jihozidan chiqadigan gazlar aralashmasi ikki kameradan iborat barbotajli absorberga (7) yuboriladi. Birinchi kamerada gazlar aralashmasi sulfat kislota qatlami orqali o‘tadi va soviydi; bunda gazdagi sulfat angidrid va suv bug‘ining asosiy qismi kondensatsiyalanib sulfat kislota ga aylanadi. Ikkinchi kamerada gaz sulfat kislota ustidan o‘tish orqali qo‘shimcha sovuyladi; bunda qolgan sulfat kislota bug‘lari kondensatsiyalanadi va birinchi kameradan gaz bilan chiqadigan sulfat kislota tomchilarining bir qismi tutib qolinadi.

Absorberdan chiqadigan gaz Venturi quvuri (8) orqali siklonga (9) yuboriladi. Venturi quvurida gaz yuqori tezlikda harakatlanadi va unga forsunkalar orqali suyuqlantirilgan sulfat kislota purkab turiladi. Gaz bilan suyuqlikning intensiv aralashishi natijasida sulfat kislota tomchilari yiriklashadi va siklonda (9) cho‘ktirilib kuchsiz

kislota eritmasi olinadi. Siklondan chiqadigan gaz mo'rili quvur (10) orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.



10.3-rasm. Olingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Xemiko» sxemasi:

1 – olingugurtni suyuqlantirgich; 2 – filtr; 3 – ventilyator; 4 – olingugurtni yondirish pechi; 5 – yuttirish qozoni; 6 – kontakt jihozi; 7 – absorber; 8 – Venturi quvuri; 9 – siklon; 10 – mo'rili quvur; 11 – kislota sovutgich; 12 – mahsulot kislotasini yig'gich; 13 – nasoslar; 14 – kuchsiz kislotani yig'gich; 15 – suv yig'gich.

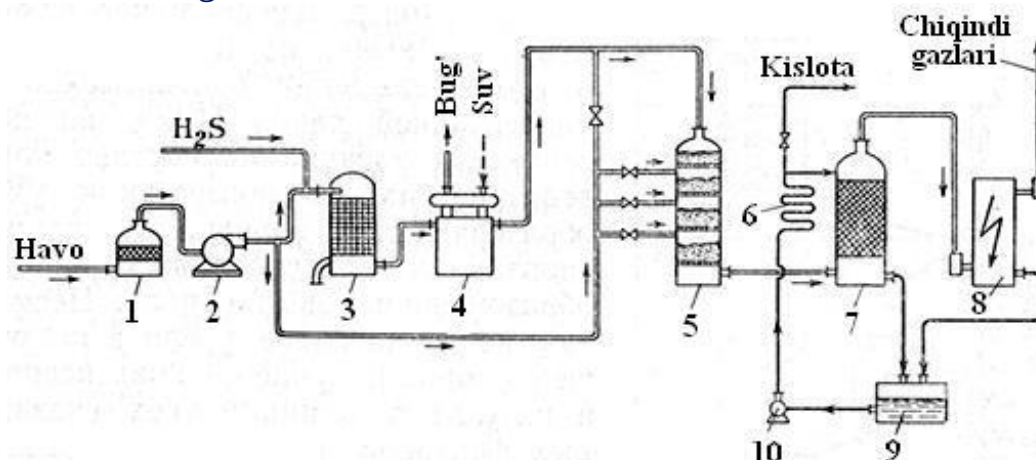
Absorberning (7) birinchi kamerasidan chiqadigan mahsulot sifatidagi 93-97% li kislota sovutgichga (11), so'ngra yig'gichga (12) tushadi, u yerdan tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Absorberning (7) ikkinchi kamerasida yig'iladigan kislota birinchi kameraga oqib tushadi. Agar kerak bo'lsa uni yig'gichga (14) uzatiladi, u yerda suv bilan suyultiriladi va Venturi quvuri 8 va absorberning ikkinchi kamerasiga beriladi.

Nam kataliz usuli bilan vodorod sulfiddan kontakt usulida sulfat kislota olish

Nam katalizning mohiyati shundan iboratki, sulfit gazi tarkibidagi SO_2 tarkibida anchagina miqdorda suv bug'lari bo'ladi, u vanadiyli katalizatorlarda sulfat angidridga oksidlanadi. Gazli aralashma keyinchalik kondensatorda sovutiladi, u yerda hosil bo'ladigan sulfat kislota bug'lari kondensatsiyalanadi. Bu usul bo'yicha sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash suv bug'i ishtirokida amalga oshiriladi, shu sababli bu usul ho'l kataliz usuli deyiladi.

Konsentrlangan vodorod sulfiddan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi 10.4-rasmda tasvirlangan. Vodorod sulfid yondirish uchun pechga (3) ventilyator (2) orqali uzatiladigan havo bilan aralashmasi beriladi. Pechdan 1000°C haroratda chiqadigan gaz yuttirish qozoniga (4) keladi, u yerda gaz issiqligidan bug' olish uchun foydalaniladi. 450°C haroratgacha sovutilgan gaz oraliq issiqlik almashtirgichli

kontakt jihoziga (5) uzatiladi. Kontakt massa orasidan o'tadigan gazning haroratini pasaytirish uchun unga atmosfera havosi kiritiladi.



10.4-rasm. Yuqori konsentratsiyali sulfat angidrid gazidan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1 – filtr; 2 – ventilyator; 3 – pech; 4 – bug'li yuttirish qozoni; 5 – kontakt jihozi; 6 – sovutgich; 7 – minora-kondensator; 8 – elektrofiltr; 9 – aylanuvchi eritma yig'ichi; 10 – nasos.

Tarkibida SO_3 va suv bug'i tutgan kontakt jihozidan chiqadigan gaz halqali to'ldirgich to'ldirilgan va sulfat kislota bilan suyuqlik taqsimlanadigan minoral kondensatorga (7) keladi. Taqsimlanadigan kislota harorati minoraga kirishda $50-60^\circ\text{C}$, minoradan chiqishda esa $80-90^\circ\text{C}$ ni tashkil etadi. Gazning sovutilishi natijasida sulfat angidrid va suv bug'idan sulfat kislota bug'lari hosil bo'ladi, so'ngra u kondensatsiyalanadi. Minoraning (7) pastki qismida gazning tez sovishi sodir bo'ladi, shuning uchun sulfat kislota bug'larining yuqori darajada to'yinishiga olib keladi. Bug'ning bir qismi (35%) bu hajmda tuman hosil qilib kondensatlansa, qolgan qismi elektrofiltrda (8) kondensatsiyalanadi.

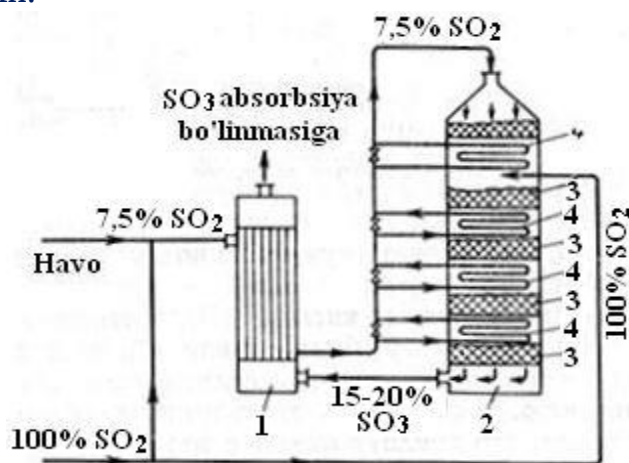
Konsentrlangan sulfat angidriddan kontakt usulida sulfat kislota olish

O'txona gazlari yoki rangli metallurgiya gazlaridan ajratib olingan konsentrlangan sulfat angidridni qayta ishlashning texnologik sxemasi ancha soddadir, chunki bunda sulfat kislotali tizimda pech bo'linmasi bo'lmaydi. Bundan tashqari, sulfat angidridni tozalash shart emas, chunki xomashyodan SO_2 ni ajratib olish jarayonidayoq gaz faol vanadiyli kontakt massaga zararli ta'sir etuvchi qo'shimchalardan tozalanadi.

Oltingugurtli xomashyoni yondirish uchun texnologik kislorod ($95\% \text{O}_2$) ishlatilganda kuyundi gazidagi SO_2 ning miqdori yuqori ($80-90\%$) konsentratsiyaga yetadi. Ammo bunday gaz tarkibida chang va boshqa qo'shimchalar bo'ladi, shuning uchun bu gaz odatdagi sxema bo'yicha tozalanadi va shundan so'nggina kontakt bo'linmasiga yuboriladi.

Konsentrlangan SO_2 ni oksidlash uchun yetarli miqdordagi kislorod havo bilan yoki texnik kislorod tarzida kiritiladi. 100% li SO_2 ni havo bilan aralashtirilganda sulfit angidridning maqbul (optimal) konsentratsiyasi 20% ni tashkil etadi. Lekin bunday aralashmani to'g'ridan-to'g'ri kontakt massaning birinchi qatlamiga berib bo'lmaydi, chunki bunda katalizatorning birdaniga qizib ketishi va uning ishdan chiqishi kuzatiladi. Kontakt massaning qizib ketishini oldini olish uchun amalda quyidagi usul ishlatiladi: 100% li sulfit angidrid ikkita bir xil oqimga ajratiladi, ulardan biriga barcha sulfit angidridni oksidlash uchun kerak bo'ladigan havo aralashtiriladi; bunda gaz aralashmasidagi SO_2 konsentratsiyasi 7,5% gacha pasayadi. Bunday gazli aralashma issiqlik almashtirgichda 440°C gacha qizdiriladi va kontakt massasining birinchi qatlamiga uzatiladi. Bu qatlamdan chiqadigan gaz 100% li sulfit angidrid oqimi (yoki oqimning bir qismi) bilan qo'shiladi, gazlar aralashmasi $460\text{--}470^\circ\text{C}$ haroratgacha sovitiladi va kontakt massasining ikkinchi va keyingi qatlamlariga uzatiladi (10.5-rasm).

Bu sxemaning absorbsiya sxemasi odatdagicha bo'ladi. Kontakt gazidagi SO_3 ning konsentratsiyasi yuqori bo'lganligi uchun tarkibida 35% SO_3 (erkin) bo'lgan oleum olinishi mumkin.



10.5-rasm. Konsentrlangan sulfit angidrid bilan ishlaydigan kontakt bo'linmasining sxemasi:

1 – issiqlik almashtirgich; 2 – kontakt jihozi; 3 – kontakt massa; 4 – ichki issiqlik almashtirgich.

Gipsdan kontakt usulida sulfat kislota olish

Gipsdan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxemasida gipsning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan sulfit angidridning miqdori kolchedanni kuydirilishi natijasida hosil bo'ladigan sulfit angidrid miqdoridan anchagina oz bo'lganligi sababli namlash minorasi va ikkinchi bosqichdagi nam elektrofiltirlar bo'lmaydi. Bundan tashqari, gipsda mishyak, selen va boshqa zararli qo'shimchalar bo'lmaydi, bu esa kontakt jarayonidan gazlarni tegishli qo'shimchalardan tozalashni talab etmaydi. Natijada texnologik jarayon soddalashadi.

Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislota olish

Ishlatilgan kislota tarkibida ko'p miqdordagi qo'shimchalar tutganligi uchun yaroqsizlanadi va bunday kislotalarni parchalanadi. Ifloslangan kislota pechda 1200°C haroratda organik birikmalar va ularning kuyundi mahsulotlari bilan parchalanadi:

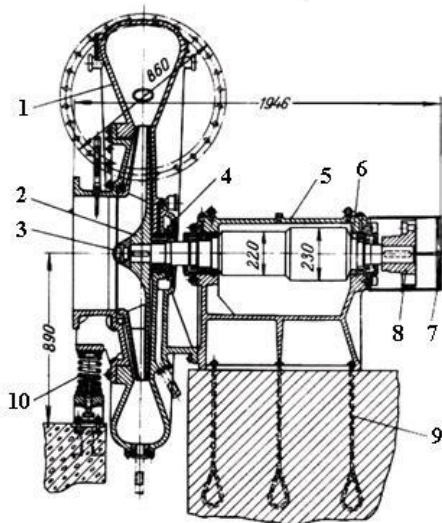


Hosil qilingan gazlar aralashmasi maxsus usullarda tozalashdan o'tgandan so'ng odatdagi usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishga yuboriladi.

Gaz va kislota aralashtirish qurilmalari

Gazni aralashtirish uchun tizimdagi quritish bo'linmasidan keyin o'rnatiladigan gaz purkagich (nagnetatel) lar hizmat qiladi. Gaz purkagichga keladigan gaz oldindan sovutilgan va qo'shimchalardan tozalangan bo'ladi. Ungacha joylashgan barcha jihozlar vakuum ostida ishlaydi, kontakt va absorbsiya bo'linmalariga joylashtirilgan, ya'ni gaz purkagichdan keyingi jihozlar esa bir oz ortiqcha bosimda ishlaydi.

Gaz purkagichlar. Turli zavodlarda ishlab chiqarilgan gaz purkagichlar konstruksiyasi va ishlash prinsipi bo'yicha deyarli bir xil bo'lib, faqatgina ayrim qismlari bilangina farqlanadi. 10.6-rasmga gaz unumdorligi 42000 m³/soat bo'lgan quvurli havo purkagich ko'rsatilgan.



10.6-rasm. Quvurli havo purkagich 700-12-1M (kesmasi):

1 – korpus (chig'anoq); 2 – ishchi parrak; 3 – val; 4 – labirintli zichlagich; 5 – podshipniklar korpusi; 6 – zichlagich; 7 – mufta g'ilofi; 8 – birlashtirish muftasi; 9 – poydevor bolti; 10 – prujinali tayanch.

Purkagichda gaz siqiladi va shuning natijasida unda gaz puflanadi. Yuqori darajada siqilish natijasida purkagichdagi gazning harorati 50°C gacha ortadi.

Purkagichda siqishga sarflanadigan quvvat (kvt da) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$N = \frac{QH\rho g}{1000\eta}$$

bu yerda: Q – purkagich unumdorligi, m^3/sek ; H – to‘la bosim kuchi (siquv), mm.sim.ust.; ρ – gazning zichligi, kg/m^3 ; g – og‘irlik kuchi tezlanishi, m/sek^2 ; η – purkagichning foydali ta’sir koeffitsienti (0,7-0,85).

Agar tizimning umumiy gidravlik qarshiligi kamaytirilsa, gaz purkagichning unumdorligi bir oz ortishi mumkin. Jihozlarning gidravlik qarshiligi kamaytirilganda gaz purkagich (quvurli kompressor) unumdorligining ortishi mumkin bo‘lgan qiymati quyidagi empirik (yaqinlashtirilgan) formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$\frac{1,8 - 0,8K}{2} = 1 - \frac{\Delta H}{H_1}$$

bu yerda: $K = \frac{Q_2}{Q_1}$ - unumdorlikni ortish koeffitsienti; Q_1 va Q_2 – jihozning turlicha

umumiy qarshiliklari H_1 va H_2 dagi gaz purkagich unumdorligi, m^3/soat ; ΔH – gidravlik qarshilik qiymatining kamayishi, bunda quvurli kompressor unumdorligi Q_1 dan Q_2 ga ortadi, n/m^2 .

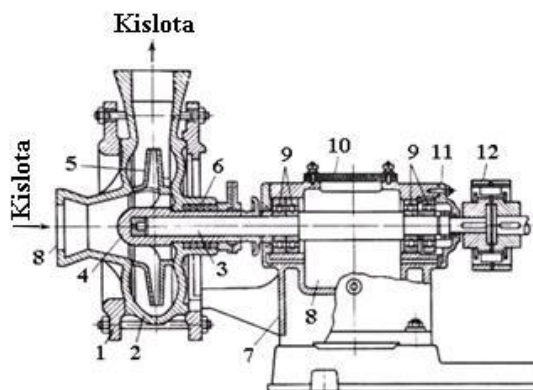
Ish hajmi oshirilganda jihozning umumiy gidravlik qarshiligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$H_2 = (H_1 - \Delta H) \cdot K^2$$

Kontakt tizimning gidravlik qarshilikni kamayishidagi gaz purkagich unumdorligining ortishi hisoblash yo‘li bilan aniqlanadi.

Filtrlar. Ko‘pgina ishlab chiqarish korxonalarida gazni gaz purkash qurilmasidan qattiq zarrachalar va sulfat kislota bug‘laridan tozalash uchun filtrlarga uzatiladi. Filtrlarni ko‘pincha *moy ajratgichlar* deb ham ataladi. Eng sodda filtr sferik qopqoq va taglikka ega bo‘lgan po‘lat silindr ko‘rinishida bo‘lib, filtrning ichiga po‘lat to‘rlar joylashtirilgan bo‘ladi, ular orasiga tolasimon asbest (yoki shisha mato) solinadi. Filtrlovchi material orasidan gaz o‘tganda, undagi qattiq va suyuq qo‘shimchalar ushlanib qoladi.

Nasoslar. Sulfat kislotali tizimlarda minoralar va absorberlarga taqsimlash uchun ko‘p miqdordagi kislotalni haydashga to‘g‘ri keladi. Kislotalarni uzatish uchun turli xil konstruksiyadagi markazdan qochma nasoslar ishlatiladi. 10.7-rasmda shunday markazdan qochma nasoslardan birining tasviri ko‘rsatilgan. Uzatiladigan suyuqlik vazifasiga bog‘liq holda kislotali markazdan qochma nasoslar turli xil materiallardan: past va o‘rtacha konsentratsiyadagi kislotalar uchun – ferrosilisiddan, konsentrlangan sulfat kislota uchun – yuqori sifatli cho‘yandan, oleum uchun esa – po‘latdan tayyorlanadi.



10.7-rasm. Kislota uchun markazdan qochma nasos:

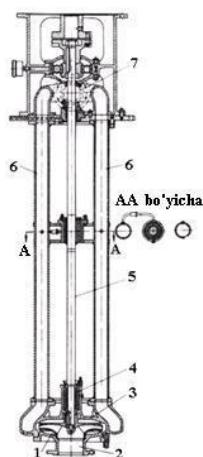
1 – stanina (korpus qismi) birlashtirgichi; 2 – korpus; 3 – val; 4 – himoya ftulkasi; 5 – ishchi g‘ildirak; 6 – zichlashtirgich (salnik); 7 – stanina; 8 – moyli vanna; 9 – sharli podshipniklar; 10 – stanina qopqog‘i; 11 – zaglushka (bo‘g‘ib qo‘yilgan qism); 12 – elastik birlashtiruvchi mufta.

Nasosga kerakli quvvat (kvt da) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$N = \frac{QH\gamma}{1000\eta}$$

bu yerda: Q – nasosning unumdorligi, m^3/sec ; N – to‘la bosim kuchi (siquv), mm.sim.ust.; γ – suyuqlikning solishtirma og‘irligi, n/m^3 ; η – foydali ta’sir koeffitsienti (0,35-0,55).

Suyuqliklarni uzatishda vertikal botirma nasoslar ham ishlatiladi. Bunday nasoslar ko‘pincha yig‘gichlardagi suyuqliklarni uzatishda ishlatiladi. 10.8-rasmda botirma nasoslardan biri tasvirlangan. Har xil konsentratsiyadagi kislotalarni uzatish uchun ishlatiladigan botirma nasoslarning unumdorligi 45 dan 288 $m^3/soat$ ni tashkil etadi.



10.8-rasm. Botirma nasos:

1 – ishchi parrak; 2 – so‘ruvchi quvur; 3 – korpus; 4 – podshipniklar; 5 – vertikal val; 6 – to‘ldirgich quvurlar; 7 – purkagich quvuri.

Nazorat uchun savollar

1. Oltingugurtdan sulfat kislota olishning kontakt usulini tushuntiring.
2. Oltingugurtdan kontakt sulfat kislota olishning «Xemiko» usulini tushuntiring.
3. Nam kataliz usuli bilan vodorod sulfiddan sulfat kislota olishning kontakt usulini tushuntiring.
4. Konsentrlangan sulfit angidrididan sulfat kislota olishning kontakt usulini tushuntiring.
5. Gipsdan kontakt usulida sulfat kislota qanday olinadi?
6. Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislota qanday olinadi?

11-MAVZU: SULFAT KISLOTASINI NITROZA USULI BILAN ISHLAB CHIQRISH ASOSLARI

Reja:

1. Nitrozali usulning mohiyati va ishlab chiqarishning texnologik sxemasi
2. Nitroza jarayonining fizik-kimyoviy asoslari. Azot oksidlarini sulfat kislota bilan absorbsiyalash
3. Azot oksidlarining absorbsiya tezligi
4. Sulfit angidridning nitrozaga absorbsiyasi
5. Sulfit angidridning nitroza bilan oksidlanishi
6. Nitrozadan azot oksidlarini yo‘qotish (denitratsiya)
7. Gaz fazada azot oksidlarining kislorod bilan oksidlanishi
8. Minorali tizim jihozlari
9. Minorali tizimning texnologik tartibi (rejimi)
10. Azot oksidlarini absorbsiyaga tayyorlash
11. Chiqindi gazlarini zararsizlantirish

Nitrozali usulning mohiyati

Kuyundi gazi changdan tozalangandan so‘ng, nitroza deb ataladigan azot oksidlarining sulfat kislotali eritmasi bilan qayta ishlanadi. Kuyundi gazining sulfit angidridi nitrozaga yutiladi va so‘ngra azot oksidlari bilan:



reaksiyasi bo‘yicha oksidlanadi.

Hosil bo‘ladigan azot oksidi nitrozada yomon eriydi va shuning uchun undan ajralib chiqadi, so‘ngra gaz fazasidagi kislorod bilan NO_2 gacha qisman oksidlanadi. NO va NO_2 aralashmasi yana sulfat kislota yuttiriladi va hokazo. Nitrozali jarayonda azot oksidlari amalda sarflanmaydi va ishlab chiqarish sikliga qaytariladi.

Lekin sulfat kislota gazlarining to'la yutilmasligi sababli uning bir qismi chiqindi gazlari bilan yo'qotiladi; bu qaytmasdan yo'qotiladigan oksidlarni tashkil etadi.

Nitrozali usulda sulfat kislota ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

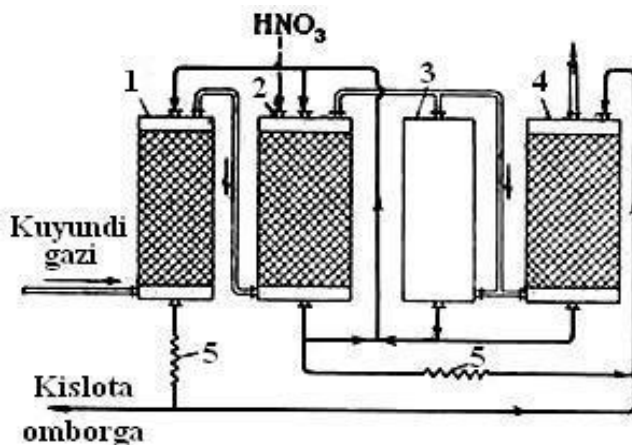
- 1) Sulfit angidrid olish.
- 2) Sulfit angidridning nitrozaga yutilishi.
- 3) Sulfit angidridni nitroza bilan oksidlash.
- 4) Nitrozaning azot oksidlaridan ajratish (denitratsiya).
- 5) Nitrozanidan ajraladigan azot oksidlarini gaz fazasida oksidlash.
- 6) Azot oksidlarini sulfat kislota gaziga yuttirish.

Ilgarilari nitrozali jarayon qo'rg'oshinli kameralarda amalga oshirilgan va shuning uchun kamerali usul deb atalgan. Hozirda bu usul kam unumdorli bo'lganligi uchun ishlatilmaydi; lekin ayrim chet el korxonalarida bunday kamerali usul hozirda ham qo'llanilmoqda. Hozirda nitrozali usul bo'yicha ishlaydigan korxonalarda kameralar o'rnida minoralar o'rnatilgan (minorali usul ham deb ataladi).

Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.

Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidridni qayta ishlashning barcha asosiy va oraliq jarayonlari to'ldirgichli va sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan minoralarda sodir bo'ladi.

11.1-rasmda minorali usulda sulfat kislota ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Issiq kuyundi gazi kiradigan birinchi minora minoralarga taqsimlanadigan kislota bilan ajratib olish vazifasini bajaradi. Bu jarayon sulfat kislota denitratsiyasi, minora (1) esa denitratsiyalash minorasi deb ataladi. Bu minoradan chiqadigan denitratsiyalangan kislota qariyb $\frac{1}{3}$ qismi omborga tayyor mahsulot sifatida chiqariladi, qolgan qismi esa oxirgi minoraga (4) taqsimlash uchun uzatiladi.



11.1-rasm. Minorali tizimning texnologik sxemasi:

1 – denitratsiyalovchi minora; 2 – mahsulot minorasi; 3 – oksidlovchi minora; 4 – absorbsiya minorasi; 5 – kislota sovutgichlari.

Denitratsiya minorasiga oz miqdorda kislota taqsimlanganligi uchun u kuchli qiziydi va azot oksidlarining ajralishi ta'minlanadi. Kislotaning denitratsiyasi bilan bir paytda minorada (1) sulfit angidrid sulfat kislotaga qisman absorbsiyalanadi va azot oksidlari bilan oksidlanadi. Sodir bo'ladigan jarayonlar tavsifiga ko'ra birinchi minorani sxematik tarzda uchta zonaga ajratish mumkin. Quyi zonada sulfat kislotaning gaz fazasiga suv bug'i ajratib bug'lanishi, o'rta zonada nitrozaning suyulishi hisobiga undan azot oksidlarining ajralishi, yuqori zonada esa quyidan chiqadigan suv bug'ining kondensatlanishi sodir bo'ladi va shu tufayli kondensatlangan suv nitrozani suyultiradi hamda unda erigan SO_2 ni qisman oksidlaydi. Yuqorida bayon etilgan jarayonlarni zonalar bo'yicha qat'iy bo'lish mumkin emas, chunki ular bir-biri bilan qisman qo'shib ketadi. Bu jarayonlardan tashqari, birinchi minorada gazlardan shuningdek chang qoldiqlari tutib qolinadi, arsenit va selenit angidridlari yutiladi, sulfat kislota bug'lari kondensatsiyalanadi, sulfat kislotali tuman hosil bo'lishi sodir bo'ladi va hokazo.

Minorali tizimlarda tayyor mahsulot faqat denitratsiya minorasidan chiqarib olinadi, u yerda kuyundi gazidagi deyarli barcha qo'shimchalar tutib qolinadi, shuning uchun minorali kislota mishyak, selen, kuyundi changi va boshqa qo'shimchalar bilan ifloslangan bo'ladi.

Ikkinchi minoraning asosiy vazifasi – sulfat kislota bilan kuyundi gazidan sulfit angidridni absorbsiyalash va SO_2 ni nitroza bilan oksidlashdir. Bu minorada sulfat kislotaning kattagina qismi (tizim mahsulotining 70-80% miqdori) hosil bo'ladi, shuning uchun uni *mahsulot minorasi* deyiladi. Kislota hosil bo'lish jarayoni minoraning (2) butun balandligida sodir bo'ladi, lekin sulfit angidridning asosiy miqdori oksidlanish jarayoni sodir bo'lishi uchun qulay sharoit bo'lgan uning quyi qismida oksidlanadi. SO_2 oksidlanishi natijasida nitrozadan ajraladigan azot oksidlarining bir qismi minoraning yuqori qismidan taqsimlanadigan nitroza suyuqligiga yutiladi, ammo uning asosiy qismi gaz oqimi bilan oksidlash minorasiga (3) keladi. U yerda NO va NO_2 ning shunday nisbatigacha oksidlanadiki, bunda hosil bo'ladigan azot oksidlarining miqdori absorbsiya minorasida yutilishi uchun yetarli darajada bo'lishi lozim.

Oksidlovchi minorada (3) NO gaz tarkibidagi kislorod bilan oksidlanadi. Bu minorada azot oksidlarining oksidlanishi minorani aylanib o'tuvchi gaz o'tkazgich quvur orqali bir qism oksidlanuvchi gazni o'tkazish orqali boshqariladi (baypas). Oksidlash minorasidan chiqadigan gaz absorbsiya minorasiga (4) keladi, u yerda minoraga taqsimlanuvchi sulfat kislotaga azot oksidlari yutiladi; bu minora *absorbsiya* yoki *yuttirish minorasi* deyiladi.

Kuyundi gazini sovutishda va sulfat kislota hosil bo'lishida ko'p miqdordagi issiqlik ajraladi, shuning uchun denitratsiya va mahsulot minoralarida taqsimlanadigan kislota qiziydi va ularni taqsimlashga berishdan oldin sovutiladi. Buning uchun sovutgichlar (5) o'rnatilgan. Minorali kislota ishlab chiqarishda

chiqindi gazlari, mahsulot kislotasi va boshqalar bilan bir qism azot oksidlari yo'qotilishi mumkin. Uni o'rnini to'ldirish uchun mahsulot minorasiga (2) nitrat kislotasi beriladi. Sulfat kislota hosil bo'lishi uchun kerakli suv denitratsiya (1) va mahsulot minoralariga (2) kiritiladi.

Kamerali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi minorali usulga o'xshaydi. Uning farqi shundaki, sulfit angidridni qayta ishlash va azot oksidlarini oksidlash bosqichlari kislotaning denitratsiyasidan so'ng minoralarda emas, balki tahmonli qo'rg'oshinli kameralarda amalga oshiriladi. Azot oksidlarining absorbsiyasi ham xuddi minorali tizimlardagi kabi minoralarda o'tkaziladi. Lekin kamerali va minorali jarayonlarning texnologik tartiblari turlichadir: kamerali jarayonning barcha bosqichlarida nisbatan past konsentratsiyali kislota ishlatiladi, nitroza tarkibida esa oz miqdordagi azot oksidlari bo'ladi va hokazo.

Nitroza jarayonining fizik-kimyoviy asoslari. Azot oksidlarini sulfat kislota bilan absorbsiyalash

Azot oksidlarining xossasi. Azot bir necha xil oksid hosil qiladi, ulardan azot(II)-oksid NO, azot(IV)-oksid NO₂ va nitrit angidrid N₂O₃ nitroza jarayonida qatnashadi.

Azot(II)-oksid NO rangsiz gaz bo'lib, atmosfera bosimida -151,8°C gacha siqilganda rangsiz suyuqlikka aylanadi. Gaz fazasida kislorod azot(II)-oksid NO ni oksidlaydi:



Haroratga va gaz fazasidagi NO va O₂ konsentratsiyasiga bog'liq holda reaksiyon massa komponentlari orasidagi muvozanat o'rnatiladi. Reaksiyaning muvozanat konstantasi:

$$K_p = \frac{p_{\text{NO}}^2 p_{\text{O}_2}^2}{p_{\text{NO}_2}^2}$$

haroratga bog'liq holda:

$$\lg K_p = \frac{5749}{T} + 1,75 \lg T - 0,005T + 2,839$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda: p_{NO} , p_{O_2} , p_{NO_2} – gaz fazasidagi NO, O₂ va NO₂ ning parsial bosimi, atm.

Azot dioksid NO₂ – qora-qo'ng'ir gaz bo'lib, atmosfera bosimida xona harorati (20,7°C) dayoq suyuqlanadi. Azot dioksid azot qo'shoksidge (rangsiz gaz) aylanadi:



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi:

$$K_p = \frac{p_{NO_2}^2}{p_{N_2O_4}}$$

haroratga bog'liq holda:

$$\lg K_p = -\frac{2692}{T} + 1,75 \lg T + 0,00484T - 7,144 \cdot 10^{-6} T^2 + 3,062$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda: p_{NO_2} , $p_{N_2O_4}$ – gaz fazasidagi NO_2 va N_2O_4 ning parsial bosimi, atm.

Nitroza jarayonida gaz fazasidagi azot oksidlarining umumiy miqdori 15% dan oshmaydi, NO ning oksidlanish darajasi juda kam hollarda 0,5 dan ortadi. Shuning uchun nitroza jarayonida gaz fazasidagi N_2O_4 miqdori juda kam bo'ladi.

Sulfat kislota bilan azot dioksiddan nitrozilsulfat kislota va nitrat kislota hosil bo'ladi:



Nitrit anhidrid N_2O_3 xona haroratida gaz holatida bo'ladi; bu gaz faqat yuqori bosimdagina barqaror bo'ladi. $25^\circ C$ harorat va $1,01 \cdot 10^5 \text{ n/m}^3$ (760 mm.sim.ust.) bosimida ekvimolekulyar azot oksidlari aralashmasi ($NO + NO_2$) ning atigi 10,5% qismigina N_2O_3 tarzida bo'ladi. $3,5^\circ C$ haroratda siqilganda havorang-ko'k rangli suyuqlikka aylanadi, u ham tez parchalanadi.

Nitrit anhidrid hosil bo'lish reaksiyasi:



ning muvozanati haroratning pasayishi va bosimning ortishi bilan o'ngga siljiydi, bunda muvozanat holati juda tez o'rnatiladi. Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi:

$$K_p = \frac{p_{NO} p_{NO_2}}{p_{N_2O_3}}$$

tenglama bilan aniqlanadi.

N_2O_3 sulfat kislota bilan nitrozilsulfat kislota hosil qiladi:



Nitrozaning xossalari. Texnikada azot oksidlari (N_2O_3) ning sulfat kislota suvli eritmasida eritilishidan hosil qilingan sistema nitroza deb yuritiladi. Sulfat kislota eritilgan azot oksidlari ularning oksidlanish darajasiga muvofiq holda nitrozilsulfat kislota yoki nitrozilsulfat va nitrat kislotalar aralashmasini hosil qiladi.

Nitrozilsulfat kislota rangsiz kristall modda bo'lib, $73^\circ C$ haroratda suyuqlanadi. Nam atmosfera havosi bilan to'qnashganda o'z-o'zidan suyuqlanadi.

Bir xil konsentratsiyali boshlang'ich sulfat kislota undagi N_2O_3 miqdori ortishi bilan nitroza jarayonida ishlatiladigan nitrozaning kristallanish harorati ortadi.

Suvsiz sulfat kislota azot oksidlarini eritilishidan hosil qilingan nitrozilsulfat kislota anchagina barqaror bo'ladi. Sulfat kislota suvli eritmasida hosil qilingan nitrozilsulfat kislota gidrolizlanib, sulfat kislota va nitrit kislota aralashmasini hosil qiladi:



Nitrozilsulfat kislolaning gidrolizlanish darajasi haroratning ortishi va sulfat kislota konsentratsiyasining kamayishi bilan ortadi.

73% dan kam miqdorda H_2SO_4 tutgan kislota azot oksidlari eritilishidan olingan nitrozada HNSO_5 gidrolizidan hosil bo'lgan nitrit kislota parchalanadi:



Nitroza jarayonida boshlang'ich sulfat kislolaning, ya'ni kislota barcha azot oksidlari chiqarib yuborilgandagi konsentratsiyasi muhim ahamiyatga egadir. Nitrozadagi H_2SO_4 va N_2O_3 miqdorini bilgan holda bu konsentratsiya quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$A = \frac{100N}{100 - 0,6B}$$

bu yerda: A – boshlang'ich kislota barcha azot oksidlari miqdori, %;

N – tahlil natijasiga ko'ra nitrozadagi H_2SO_4 miqdori, %;

B – tahlil natijasiga ko'ra nitrozadagi N_2O_3 miqdori (HNO_3 hisobida), %

NO ning sulfat kislota suvli eritmasidagi eruvchanligi juda kamdir. NO ning nitrozadagi eruvchanligi suvsiz sulfat kislota konsentratsiyasiga qaraganda birmuncha ko'pdir; u nitrozilsulfat kislota va sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi va haroratning ortishi bilan kamayadi.

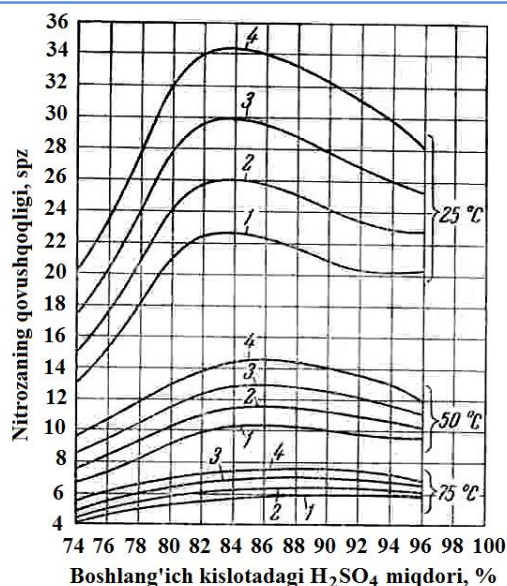
N_2O_3 ning sulfat kislota suvli eritmasidagi eruvchanligi azot oksidlarining bosimiga proporsionaldir va harorat ko'tarilishi bilan kamayadi.

Nitrozilsulfat va nitrat kislota aralashmasi eritmasi ustidagi azot oksidlarining parsial bosimi HNO_3 konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi. Aralashma ustidagi azot oksidlarining bosimi nitrozilsulfat kislota eritmasi va nitrat kislota eritmasi alohida-alohida bo'lgandagiga nisbatan nitrozalanish bir xil bo'lganda ham yuqori bo'ladi.

Nitrozaning qovushqoqligi nitrozilsulfat kislota miqdori ko'payishi bilan ortadi va haroratning ortishi bilan kamayadi (11.2-rasm).

Minorali tizimdagi gaz tarkibida turli oksidlanish darajali azot oksidlari (NO , NO_2 , N_2O_3) bo'ladi. Ular nitroza jarayonining oxirgi bosqichida gaz tarkibidan to'la ajratib olinishi kerak, chunki suyuq fazada SO_2 ning oksidlanishi azot oksidlari ishtirokida sodir bo'ladi, yutilmagan oksidlar esa chiqindi gazlari bilan atmosferaga chiqarib yuboriladi va ma'lum miqdorini yo'qotilishiga olib keladi.

Nitrozali jarayon sharoitida sulfat kislota NO va NO_2 ning ekvimolekulyar aralashmasini oksidlanish darajasi o'zgarishsiz absorbsiyalaydi. Shuning uchun suyuq fazadagi azot oksidlari N_2O_3 tarzida bo'ladigandek ko'rinadi. Ammo nitrozali jarayondagi gaz tarkibida dissotsilanmagan N_2O_3 miqdori NO va NO_2 ning umumiy miqdoridan juda ham oz bo'ladi. Bundan sulfat kislolaning NO va NO_2 molekulalarini N_2O_3 molekulalariga nisbatan ko'p yutishi kuzatiladi.



11.2-rasm. Nitrozaning qovushqoqligi:

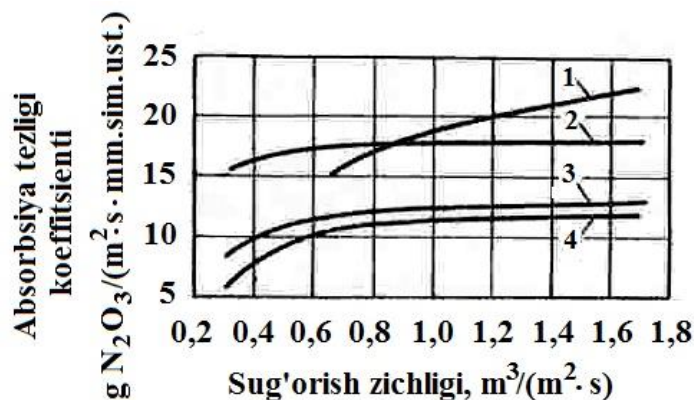
1 – 5% HNSO₅ da; 2 – 10% HNSO₅ da; 3 – 15% HNSO₅ da; 4 – 20% HNSO₅ da.

Azot oksidlarining absorbsiya tezligi

Azot oksidlari NO va NO₂ ning ekvimolekulyar aralashmasining absorbsiya tezligi tarkibida faqat NO₂ tutgan gazga nisbatan 2 marta ko'p bo'ladi. Gazdagi NO va NO₂ ning ekvimolekulyar aralashmasi azot oksidlarining sulfat kislotaga absorbsiyasi jarayonining maqbul (optimal) sharoiti hisoblanadi. To'ldirgichli minoradagi bu jarayonning tezligi ko'pgina omillar (to'ldirgichdagi gazning tezligi, suyuqlikni taqsimlash zichligi, harorat va boshqalar) ga bog'liqdir. Ulardan har birining ta'siri jarayon o'tkaziladigan aniq sharoitlarda aniqlanadi.

Minora ko'ndalang kesimi yuza birligidan taqsimlanadigan kislota o'tadigan miqdori suyuqlikni taqsimlash zichligi deyiladi va m³/(m²·s) birlikda ifodalanadi. To'ldirgichning suyuqlikni taqsimlash zichligi ortishi bilan azot oksidlarining absorbsiya tezligi dastlab ortadi, ma'lum suyuqlikni taqsimlash zichligiga yetgach [masalan, 50x50 mm o'lchamdagi halqali to'ldirgich uchun 0,8 m³/(m²·s)] absorbsiya tezligi ortmaydi (11.3-rasm).

Azot oksidlarini sulfat kislotaga absorbsiyasi tezligining gaz tezligi va minora to'ldirgichi suyuqlikni taqsimlash zichligiga bog'liqlik xususiyati shuni ko'rsatadiki, yutish tezligiga gaz va suyuqlik plenklaridagi diffuziya jarayonlari emas, balki suyuq fazada kechadigan kimyoviy jarayonlar asosiy ta'sir ko'rsatadi. Buni sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi va haroratning pasayishi bilan azot oksidlarining absorbsiya tezligi ortishi orqali ko'rish mumkin, chunki bu sharoitda nitrozilsulfat kislotaning gidrolizi kamayadi.



11.3-rasm. N_2O_3 absorbsiyasining turli to'ldirgichlardagi suyuqlikni taqsimlash zichligiga bog'liqligi:

1 – kvars (bo'laklar o'lchami 50 mm); 2 – kvars (bo'laklar o'lchami 100 mm); 3 – halqa (o'lchami 80x80x8 mm); 4 – halqa (o'lchami 50x50x6 mm) joylashtirilgan.

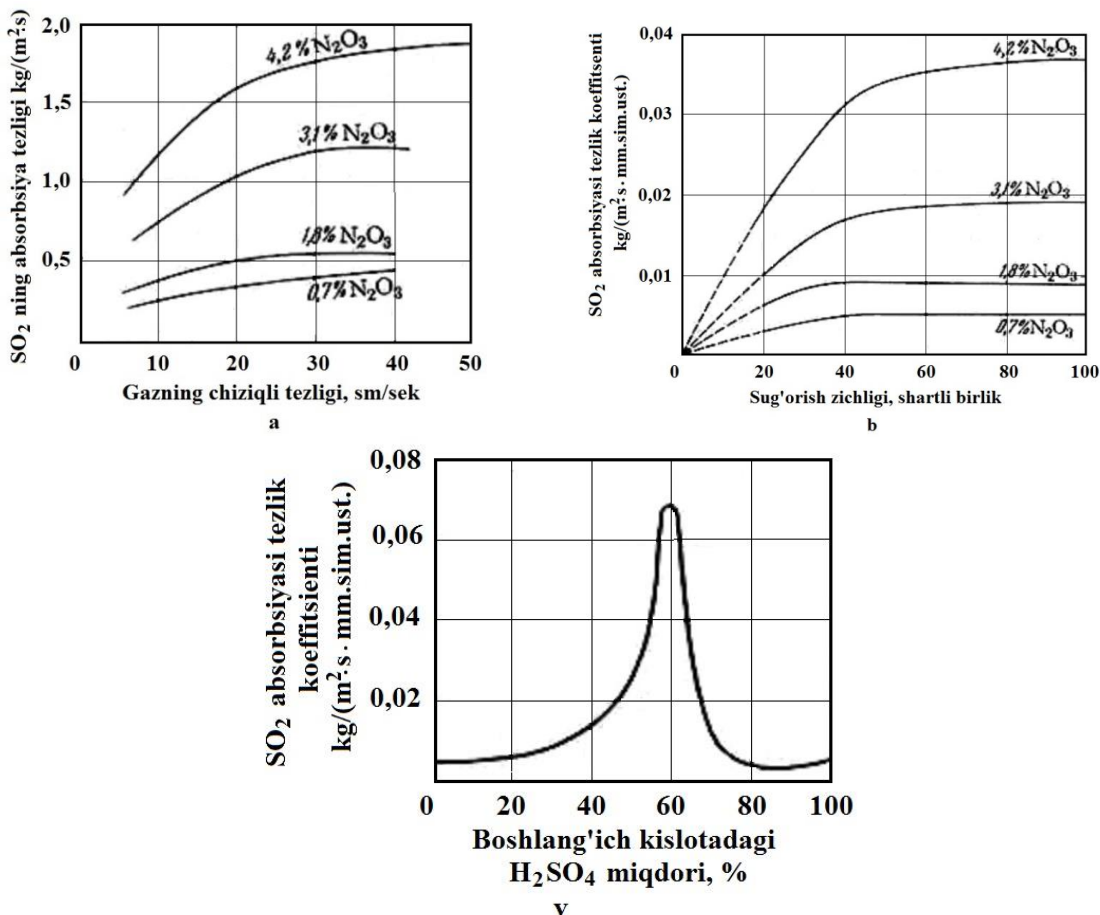
Yuqorida ko'rsatilganlardan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Azot oksidlarining sulfat kislotaga absorbsiya jarayoni suyuq fazadagi kimyoviy reaksiyalar orqali sodir bo'ladi.
2. Maksimal absorbsiya tezligi gazdagi NO va NO_2 ning ekvimolekulyar nisbatiga to'g'ri keladi.
3. To'ldirgichdagi gazning harakat tezligi va suyuqlikni taqsimlash zichligi katta bo'lganda jarayonning umumiy tezligi asosan suyuq fazada kechadigan kimyoviy jarayonlar tezligi bilan aniqlanadi.

Sulfit angidridning nitrozaga absorbsiyasi

Nitroza jarayonida sulfit angidridning azot oksidlari bilan oksidlanishi suyuq fazada sodir bo'ladi. Shu sababli bu jarayon qachonki sulfit angidrid nitrozaga yutilgandan so'nggina sodir bo'ladi. Shuning uchun SO_2 ning absorbsiya tezligi sulfat kislota olish nitroza jarayonining tezligini belgilaydigan asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Absorbsiya minoralarida nitrozaga sulfit angidridning yutilish tezligi – suyuqlikni taqsimlash zichligiga, sulfat kislotaning konsentratsiyasiga, haroratga va boshqa omillarga bog'liqdir (11.4-rasm). Suyuqlikni taqsimlash zichligining sulfit angidrid absorbsiya tezligiga bog'liqligi xuddi sulfat kislotaga azot oksidlarining absorbsiyasiga o'xshaydi.



11.4-rasm. SO₂ absorbsiyasi tezligining (N₂O₃ turlicha miqdoridagi) gazning chiziqli tezligiga, suyuqlikni taqsimlash zichligiga va boshlang'ich kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi:

a – gazning boshlang'ich tezligi; b – suyuqlikni taqsimlash zichligi; v – boshlang'ich kislota konsentratsiyasi.

Sulfit anhidrid absorbsiyasi tezligining sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi o'ziga xos xususiyatga egadir. Bu jarayon sulfat kislotaning past konsentratsiyasida sekin kechadi. Konsentratsiya ortishi bilan sulfit anhidrid absorbsiya tezligi ham ortadi va kislota konsentratsiyasi 57% H₂SO₄ ga yetganda maksimumga erishadi va undan yuqori konsentratsiyada yana absorbsiya tezligi kamayadi.

Haroratning ortishi bilan SO₂ ning nitrozaga absorbsiya tezligi ham ortadi, biroq 100-110°C harorat intervalida bu xususiyat birmuncha o'zgaradi, ya'ni absorbsiya tezligi keskin ortadi va undan yuqori haroratda absorbsiyalanish yana sekinlik bilan ortadi. Buni shu harorat intervalida nitrozilsulfat kislota gidroliz tezligining ortishi bilan izohlanadi.

Nitroza jarayonida gazdagi SO_2 konsentratsiyasi kam o'zgaradi va shunga bog'liq holda kislorod konsentratsiyasi ham kam o'zgaradi. Bu o'zgarishlar nitroza sulfat angidrid absorbsiyalanish tezligiga katta ta'sir ko'rsatmaydi.

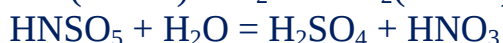
Sulfit angidridning nitroza bilan oksidlanishi

Nitroza jarayonida sulfat kislota hosil bo'lishini quyidagi sxemalar orqali ifodalash mumkin:

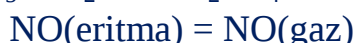
- gazning suyuqlikka yutilishi:



- suyuq fazadagi reaksiyalar:



- suyuq fazadan azot oksidini ajratish:



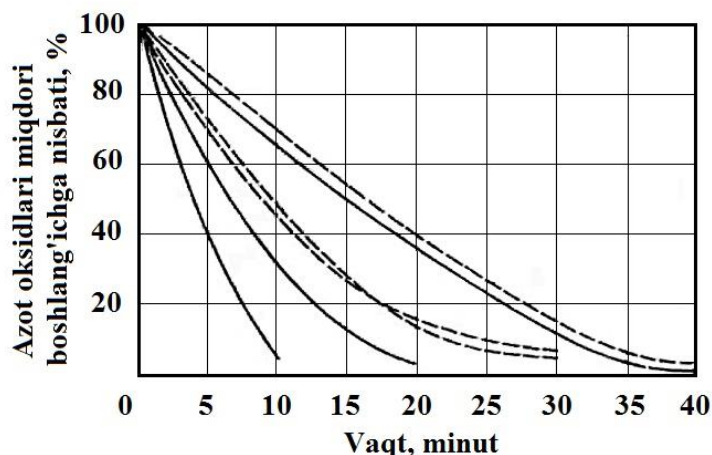
SO_2 ning gaz fazasida oksidlanishi aniqlanmagan. Agar bunday reaksiya sodir bo'lsa ham juda oz darajada bo'ladi va u nitroza jarayonida sulfat kislota hosil bo'lishining umumiy jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

Nitrozadan azot oksidlarini yo'qotish (denitratsiya)

Denitratsiya minorasida taqsimlanadigan kislotalardagi azot oksidlarini yo'qotish deyarli to'la amalga oshirilishi lozimdir. Bu azot oksidlari yo'qotilishini kamaytirish va yuqori sifatli mahsulotlar olish uchun ham zarurdir. Shuning uchun sulfat kislota azot oksidlaridan tozalash – sulfat kislota denitratsiyasi – nitroza jarayonining muhim bosqichi hisoblanadi.

Sulfat kislotalarining denitratsiya tezligi uning konsentratsiyasi ortishi bilan kamayadi va haroratning ortishi bilan ortadi. Denitratsiya tezligining sulfat kislotalarini qayta ishlashda ishlatiladigan gazli aralashma tarkibiga bog'liqligi 11.5-rasmda tasvirlangan.

Gazdagi SO_2 miqdori ortishi bilan SO_2 oksidlanish tezligining ortishi va kislotalarda kam eriydigan NO hosil bo'lishi hisobiga denitratsiya tezligi ortadi (1-3 egri chiziqlar). Gazdagi kislorod miqdorining ortishi bilan denitratsiya jarayoni birmuncha sekinlashadi (4-6 egri chiziqlar), chunki NO kislorod bilan NO_2 gacha oksidlanadi va bunda hosil bo'ladigan azot oksidlarining aralashmasi sulfat kislotalarda yaxshi eriydi.



11.5-rasm. Gaz aralashmasi tarkibining sulfat kislota denitratsiyasi tezligiga bog'liqligi:

1 – 9% SO₂ va 91% N₂; 2 – 24% SO₂ va 76% N₂; 3 – 56% SO₂ va 44% N₂; 4 – 9% SO₂ 9% O₂ va 82% N₂; 5 – 24% SO₂ 16% O₂ va 60% N₂; 6 – 56% SO₂ 31% O₂ va 13% N₂.

Gaz fazada azot oksidlarining kislorod bilan oksidlanishi

Azot oksidlari sulfat kislotaga faqat NO va NO₂ ning ekvimolekulyar nisbatidagina yaxshi absorbsiyalanadi. Azot oksidlarining yuqori yoki quyi darajada oksidlanganligi (ekvimolekulyar nisbatiga solishtirilganda) yuttirish minoralarida azot oksidlarining yetarlicha absorbsiyalanmasligiga va bu esa ularning chiqindi gazlari bilan atmosferaga yo'qotilishiga olib keladi. Shuning uchun nitroza jarayonida azot oksidlarining oksidlanish darajasi chuqur nazorat qilinadi va boshqariladi. Azot oksidlarining oksidlanish darajasini boshqarish oksidlash minorasida gazning bo'lish vaqtini o'lchash yoki mahsulot minorasining ishlash tartibi (oksidlash minorasi bo'lmaganda) orqali amalga oshiriladi.

Azot oksidlarining muvozanatli oksidlanish darajasini:

$$K_p = \frac{p_{NO}^2 p_{O_2}}{p_{NO_2}^2} = P \frac{(1-X)^2 (n-mX)}{X^2 (1-mX)} p_{NO_2}^2$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerda: p_{NO} , p_{O_2} , p_{NO_2} – gaz fazasidagi NO, O₂ va NO₂ ning parsial bosimi, atm; P – gazning umumiy bosimi, atm; X – NO ning muvozanatli oksidlanish darajasi, massa qism; n – 1 m³ gazdagi kislorod hajmi, m³; m – 1 m³ gazdagi NO hajmi, m³.

Ma'lum haroratdagi va boshlang'ich gazlar aralashmasining belgilangan tarkibidagi NO ning oksidlanish darajasini aniqlash uchun bu tenglamaga

$$\lg K_p = -\frac{2692}{T} + 1,75 \lg T + 0,00484T - 7,144 \cdot 10^{-6} T^2 + 3,062$$

formula bo'yicha topilgan harorat uchun K_r kattaligini qo'yish kerak. 200°C dan past haroratda NO, O_2 va NO_2 gazlar aralashmasi muvozanatida NO miqdori juda kamdir. Shuning uchun nitroza jarayonida NO_2 ning dissotsiatsiya tezligi juda kam deb hisoblash mumkin va NO ning oksidlanish tezligini:



reaksiyasi bo'yicha hisoblashda qaytar reaksiya tezligini hisobga olmaslik mumkindir. Bunda NO ning X darajasigacha oksidlanishi uchun kerakli vaqt τ sharoiti:

$$2kP\tau = \frac{2,303}{(n-m)^2} \left[\frac{X(n-m)}{2,303m(1-X)} + \lg \frac{1-X}{1-\frac{mX}{n}} \right]$$

tenglama bo'yicha topilishi mumkin. Bu yerda: k – NO ning oksidlanish reaksiyasi tezlik konstantasi.

Bu yerdan barcha azot oksidining yarmi ($X=0,5$) oksidlanishi uchun ketadigan vaqt:

$$\tau = \frac{2,303}{(n-m)^2 kP} \left[\frac{n-m}{2,303m} + \lg \left(2 - \frac{m}{n} \right) \right]$$

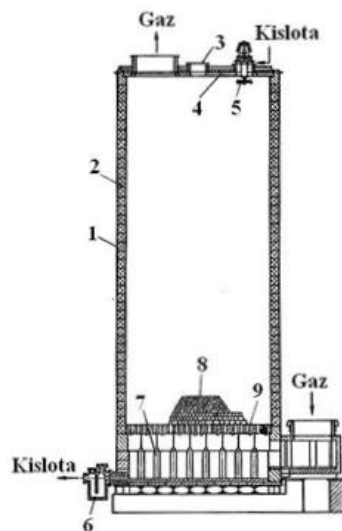
ni tashkil etadi.

Minorali tizim jihozlari

Minoralar. Minorali tizimning asosiy jihozlari – to'ldirgich bilan to'ldirilgan (skrubberli) minoralar hisoblanib, ularning o'lchami minorali tizimning unumdorligiga bog'liq holda turlichadir: diametri 4-14 m, balandligi 14-18 m bo'ladi. Hozirgi paytda ko'pincha diametri 5,5 m va balandligi 16 m bo'lgan minoralar ham ishlatilmoqda.

Barcha minoralar – po'latdan tayyorlangan, ichki qismi andezit, beshtaunit yoki sopol bilan himoyalangan bo'ladi. 11.6-rasmda halqa shaklidagi to'ldirgichli niqoblangan po'lat minora tasvirlangan.

Pastki kolosnik (to'ldirgichni tutib turuvchi panjara) osti qismidagi niqob qalinligi 300 dan 450 mm gacha, kolosnikli panjara ustki qismida esa – 120 mm dan 250 mm gacha bo'ladi. Denitratsiya va mahsulot minoralaridagi niqob boshqa minorali tizimlardagiga nisbatan katta qalinlikda bo'ladi, chunki ularga nisbatan yuqori haroratli gaz keladi. Minora tomi armaturali kislotabardosh betondan tayyorlanadi.



11.6-rasm. Niqoblangan po‘lat minora:

1 – po‘lat korpus; 2 – niqob; 3 – lyuk; 4 – armaturali kislotabardosh betondan tayyorlangan tom qismi; 5 – changlatuvchi quvur; 6 – gidravlik zatvor; 7 – kolosnik panjara kolonnalari; 8 – to‘ldirgich; 9 – kolosniklar.

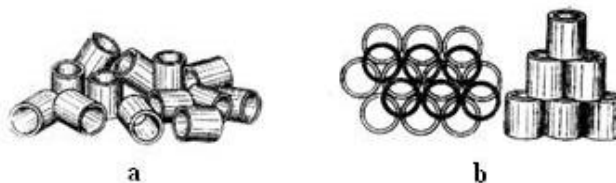
Minora to‘ldirgichlari. Gazning suyuqlik bilan iloji boricha to‘la to‘qnashishini ta‘minlash uchun minoralar to‘ldirgichlar bilan to‘ldiriladi. To‘ldirgichli minoralarda gaz suyuqlik bilan namlangan to‘ldirgichlarning sirtida to‘qnashadi, ochiq minoralarda esa – changlanadigan suyuqlikning mayda tomchilari sirtida to‘qnashadi.

Minoralar ishining samaradorligi birmuncha to‘ldirgich turiga va uning joylanish usuliga hamda to‘ldirgichsiz minoralarda esa suyuqlikning changlanish va taqsimlanish darajasiga bog‘liqdir. Turli xil shakldagi to‘ldirgichlar ishlatiladi. To‘ldirgich shakllarini tanlash har bir o‘tkaziladigan jarayon xususiyatidan kelib chiqib belgilanadi.

To‘ldirgich sifatini tavsiflaydigan asosiy ko‘rsatkichlar quyidagilardan iboratdir:

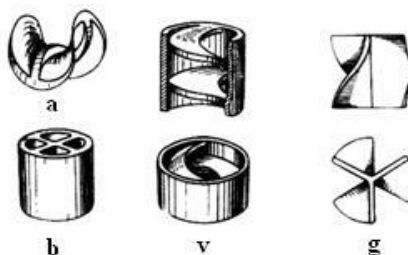
- 1) solishtirma sirt yuzasi to‘ldirgich 1 m³ hajmdagi to‘ldirgichning sirt yuzasi (m²/m³ da);
- 2) erkin hajmi to‘ldirgich 1 m³ hajmdagi to‘ldirgichning gaz o‘tadigan bo‘shliq hajmi (m³/m³ da); bu ko‘rsatkich to‘ldirgichning gidravlik qarshiligini aniqlaydi;
- 3) hajmiy massa (kg/m³ da);
- 4) kislotabardoshligi;
- 5) arzonligi.

11.7- va 11.8-rasmlarda sulfat kislota sanoatlarida qo‘llanilayotgan to‘ldirgichlar turlari tasvirlangan.



11.7-rasm. Minoralarining halqali to'ldirgichi:

a – to'kib qo'yilgan; b – taxlangan.



11.8-rasm. Har xil shakldagi keramik to'ldirgichlar:

a – egarsimon to'ldirgich; b – to'r teshikli halqa; v – spiralli halqa; g – propellerli to'ldirgich.

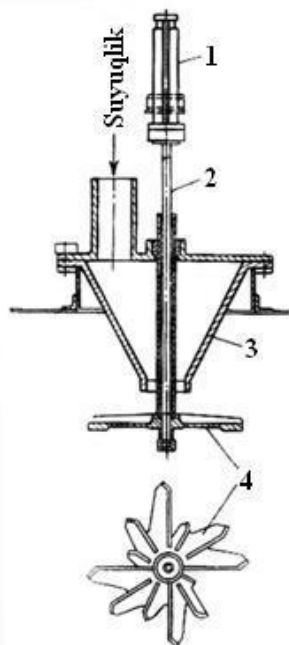
Minoraning to'ldirgich to'ldirilgan balandligi H ning uning ichki diametri D ga nisbati (H/D) 2-3 dan kam bo'lmashligi va 6-8 dan katta bo'lmashligi lozimdir. H/D nisbat kichik yoki katta bo'lganda suyuqlik taqsimlanadigan to'ldirgichni bir xilda namlamaganligi sababli ko'pincha absorbsiyani kerakli darajada to'la amalga oshirilishiga erishib bo'lmaydi.

Suyuqliklarni uzatish uchun taqsimlash qurilmalari. Minoralarining, shuningdek, barcha minorali tizimning me'yorida ishlashi nafaqat taqsimlanadigan kislotani miqdoriga, balki minora ko'ndalang kesimi bo'yicha kislotaning bir xilda taqsimlanishiga ham bog'liqdir.

Minoraning ko'ndalang kesimi bo'yicha taqsimlanadigan kislotani taqsimlash uchun juda ko'p turdagi qurilmalar ishlatiladi.

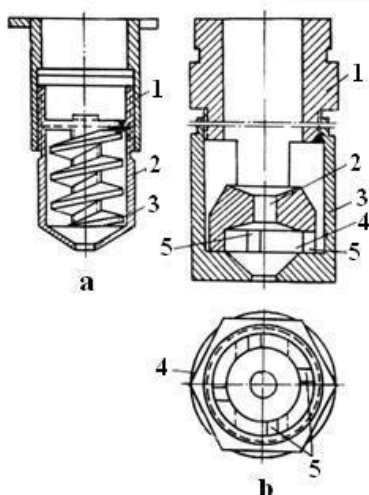
Zamonaviy korxonalarda minora tomining markaziga o'rnatiladigan markazdan qochma sachratqichlar keng ko'lamda ishlatilmoqda (11.9-rasm).

Keyingi yillarda nitrozali usul bilan sulfat kislotasi ishlab chiqarishda minoralarga suyuqlikni taqsimlash uchun mexanik forsunkalar juda keng miqyosda ishlatilmoqda. Ularning asosiy afzalligi shundaki, qurilmalar sodda ishlangan va kislotani bir xilda taqsimlanadi. 11.10-rasmda ichki qismi bo'sh minoralarda suyuqlikni sachratuvchi mexanik forsunkalarning ikki turi tasvirlangan.



11.9-rasm. Markazdan qochma sachratqich:

1 – aylanma harakatlantirgich; 2 – val; 3 – kislota uchun kamera; 4 – minora tomi; 5 – parrakli taqsimlagich.

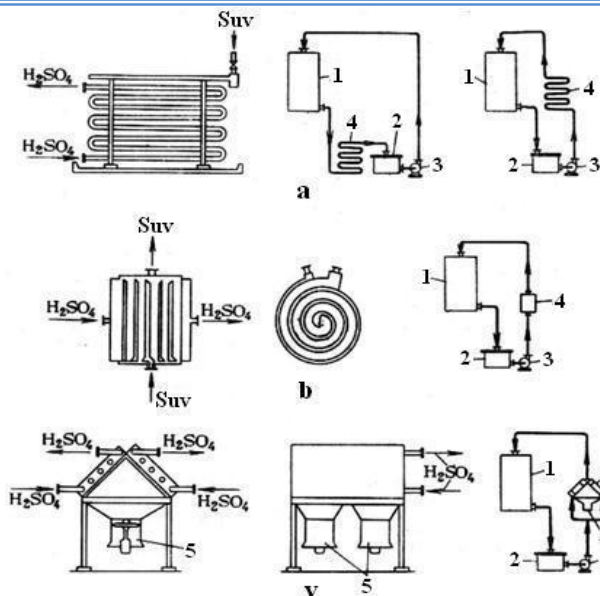


11.10-rasm. Mexanik forsunkalar:

a: 1 – stakan; 2 – korpus; 3 – vint; b: 1 – vkladish; 2 – vkladishning markaziy teshigi; 3 – forsunka korpusi; 4 – aralashish kamerasi; 5 – vkladish chamberagining kesimi.

Kislota sovutgichlari. Sulfat kislota ishlab chiqarishda ko‘p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi, uni samarali ajratib olish sanoat sharoitida muhim ahamiyatga egadir. Kontakt va nitroza jarayonlari asosiy bo‘limlarining harorat rejimi kislota sovutgichlarining ishi bilan belgilanadi.

Sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatlarida turli xildagi: ko‘tarma, suyuqlikni taqsimlash, quvurli va boshqa kislota sovutgichlari ishlatiladi. 11.11-rasmda bunday sovutgichlarning sxemalari ko‘rsatilgan.



11.11-rasm. Kislota sovutgichlari:

a – suyuqlik taqsimlanuvchi; b – spiralli; v – havoli

1 – minora; 2 – yig‘gich; 3 – nasos; 4 – sovutgich; 5 – havo ventilyatori.

Minorali tizimning texnologik tartibi (rejimi)

Minoralar miqdori. Sulfit angidridni minorali usul bilan qayta ishlash jarayoni xususan ikki bosqichda amalga oshiriladi:

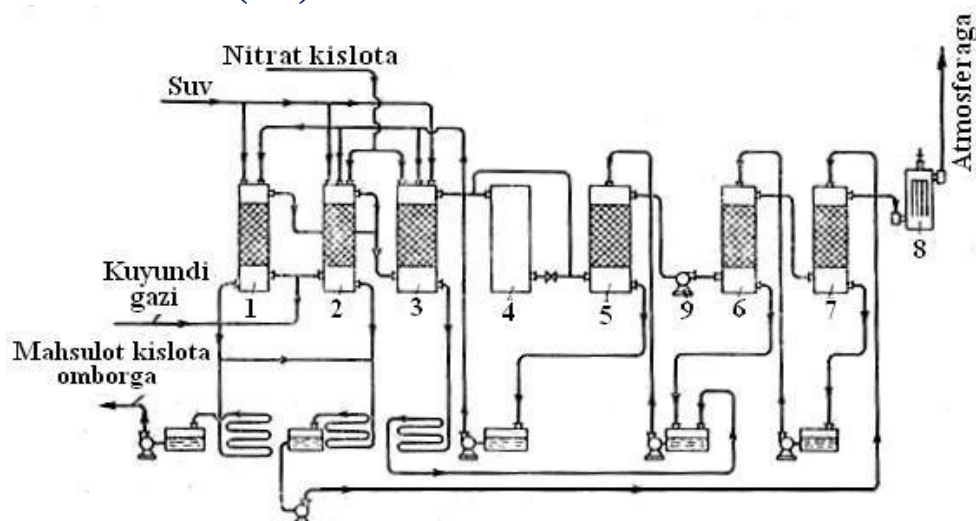
- 1) sulfit angidridni oksidlash va sulfat kislota olish;
- 2) chiqindi gazlaridan azot oksidlarini absorbsiyalash.

Bu bosqichlardan har biri amalda bir necha jarayonlarni qamrab oladi va bir necha minoralarda amalga oshiriladi. Minoralar bo‘yicha jarayonlarni alohida-alohida to‘la ajratish mumkin emas, chunki har bir minorada asosiy jarayonlar bilan bir vaqtda qo‘shimcha jarayonlar ham sodir bo‘ladi. Masalan, birinchi minorada sulfat kislotali eritmaning denitratsiyasi bilan birgalikda bir qism sulfit angidridning oksidlanishi sodir bo‘ladi. Ikkinchi minorada, ayniqsa, minoraning yuqori qismida sulfit angidrid va azot oksidlarining bir vaqtda oksidlanishi ularning taqsimlanadigan kislotaga absorbsiyasi bilan bir vaqtda sodir bo‘ladi. Absorbsiya minorasida azot oksidlarining yutilishi ularning oksidlanishi bilan birgalikda amalga oshadi.

Minorali jarayon nafaqat beshta, balki undan ko‘p yoki oz sondagi minoralarda ham o‘tkazilishi mumkin. Masalan, oltitadan, yettitadan va xattoki sakkiztadan minoralari bo‘lgan minorali tizimlar mavjuddir. Nazariy jihatdan olganda sulfit angidridni qayta ishlashning nitrozali jarayoni bitta minorada yakunlanadigan minorali tizimlarni barpo qilish mumkin. Minoralar soni ortib borishi bilan tizimning texnologik tartibi (rejimi) ancha barqaror holatga keladi, chunki bitta minorada uning buzilishini osonlik bilan oldi olinadi. Tizimda minora qanchalik kam bo‘lsa, unda shunchalik doimiy texnologik rejimni o‘rnatish qiyin kechadi.

Nitrozali jarayonni o'rganish hamda avtomatik nazorat va boshqarishni kiritish orqali tizimdagi minoralar soni birin-ketin kamaytirila boshlandi. Lekin nitrozali jarayon jadalligining oshishida minoralar miqdorini kamaytirish hamma vaqt ham o'zini oqlamaydi. Minorali tizim jadalligi (kg/m^3 da) barcha minoralar hajm yig'indisining birligida sutkasiga olinadigan sulfat kislotasi ($100\% \text{H}_2\text{SO}_4$ hisobidagi) miqdori bilan tavsiflanadi. Shuning uchun qayta jihozlanayotgan minorali tizimlarda yuqori jadallikka va nitrat kislotasini kam sarflanishiga erishish uchun yettita minora, tizim oxirida esa – chiqindi gazlaridan sulfat kislotasini ushlab qolish uchun elektrofiltr o'rnatish ko'zda tutilgan (11.12-rasm).

Qaynoq kuyundi gazi parallel holatda birinchi mahsulot minorasi hisoblangan ikkita bir xil minora – denitrator (1) va konsentratorga (2) keladi. Bu minoralardan chiqadigan gazlar bitta umumiy oqimga qo'shiladi va ikkinchi mahsulot minorasiga (3) yuboriladi. Shundan keyin gaz oksidlovchi hajm – oksidlash minorasi (4) va uchta absorbsiya minoralaridan (5-7) o'tadi.



11.12-rasm. Zamonaviy yetti minorali tizim tasviri:

1 – denitratsiya minorasi (denitrator); 2 – birinchi mahsulot minorasi (konsentrator); 3 – ikkinchi mahsulot minorasi; 4 – ichki qismi bo'sh oksidlash minorasi (oksidlash hajmi); 5–7 – absorbsiya minoralari (absorberlar); 8 – elektrofiltr; 9 – chiqindi gaz ventilyatori.

Gaz oxirgi absorbsiya minorasidan (7) sulfat kislotasi tomchilari va bug'larini tutib qolish uchun siklon – tomchi ushlagichga yoki elektrofiltrga (8) yuboriladi, so'ngra esa quvur orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Minorali tizim orqali gazlarni aralashtirish uchun birinchi absorbsiya minorasi (5) va ikkinchi absorber (6) orasiga o'rnatilgan ventilyator 9 xizmat qiladi. Shunday qilib, minoralar (1-5) vakuum ostida, minoralar (6 va 7) va elektrofiltr (8) bosim ostida ishlaydi.

Tizimning boshida qo'shimcha minora o'rnatish, ulardan birida (minora 1) azot oksidlari miqdori minimal ($0,03\%$) bo'lgan mahsulot sulfat kislotasi, ikkinchisi mahsulot minorasida (2) esa – oxirgi absorbsiya minorasini (7) suyuqlikni taqsimlash uchun beriladigan nisbatan kam denitrozalangan ($0,5\%$ gacha azot oksidlari bo'lgan)

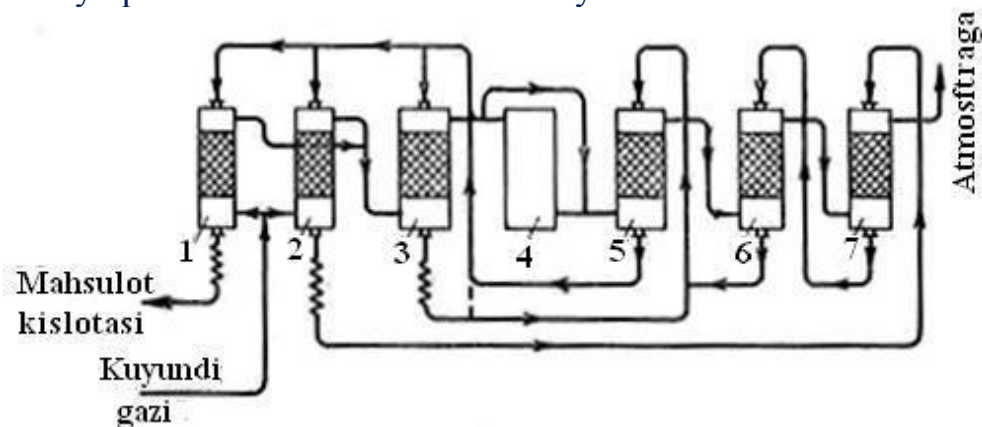
sulfat kislotasi olish imkoniyatini yaratadi. Absorbsiya minorasi (7) uchun taqsimlashga beriladigan kislotada 0,5% gacha azot oksidlarining bo'lishi, unda azot oksidlarining absorbsiyalanishiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaydi, kislota miqdori esa talab etiladigan minorani suyuqlikni taqsimlash zichligini hosil qilish uchun yetarlidir. Bundan tashqari, ikkinchi mahsulot minorasi kislotasining konsentratsiyasi birinchi minoranikiga nisbatan yuqori bo'ladi. Ma'lumki, H_2SO_4 konsentratsiyasining ortishi bilan minorali tizim oxiridagi azot oksidlarining absorbsiyasi yaxshilanadi.

Keltirilgan sxema bo'yicha ikkinchi mahsulot minorasida (3) SO_2 ning oksidlanishi yuqori tezlikda sodir bo'ladi, chunki bu minora konsentrlangan nitroza suyuqligi taqsimlanadi. Tizim oxirida qo'shimcha absorbsiya minorasining (7) o'rnatilishi, asosan sanitar va ekologik talablar bo'yicha chiqindi gazlarini azot oksidlaridan yetarlicha tozalash imkoniyatini yaratadi. Shuning uchun bu minorani *sanitar minora* deb ham ataladi.

Suyuqlikni taqsimlash tizimi. Suyuqlikni taqsimlashning umumiy tizimi, ya'ni minoralar bo'yicha kislotaning uzatilishi tizimning texnologik rejimiga va minoralar miqdoriga bog'liqdir.

Yetti minorali (ichki qismi bo'sh bo'lgan oksidlash minorasi bilan) suyuqlikni taqsimlash tizimining tasviri 11.13-rasmda ko'rsatilgan.

Ikkala (11.12- va 11.13-rasm) sxemada ham konsentrlangan va denitrolangan sulfat kislota minora-konsentratoridan (2) oxirgi absorbsiya minorasini (7) suyuqlikni taqsimlashga uzatiladi, buning natijasida azot oksidlarining yuqori darajada yutilishi ta'minlanadi. Maksimal miqdordagi azot oksidlari tutgan kislota (minora 5 dan) mahsulot minoralarini (2 va 3) suyuqlikni taqsimlanadi, bu sulfit angidrid oksidlanishini yuqori tezlikda borishini ta'minlaydi.



11.13-rasm. Yetti minorali tizimdagi suyuqlikni taqsimlash tizimining tasviri (minoralarni belgilash 5.12-rasmdagi kabi).

Agar mahsulot minorasidan (2) keladigan kislota miqdori oxirgi absorbsiya minorasi to'ldirgichlarini to'la namlash uchun yetarli bo'lmasa, absorberdan (7)

chiqadigan kislotaning bir qismi uni o'zini suyuqlikni taqsimlashga qaytariladi, ya'ni oxirgi absorbsiya minorasi qisman «o'z-o'ziga» suyuqlik taqsimlanadi.

Suyuqlikni taqsimlash zichligi. Elektroenergiyani iqtisod qilish uchun suyuqlikni taqsimlash zichligi minimal bo'lishi, lekin to'ldirgichlarni to'la namlash uchun yetarli bo'lishi kerak. Kerakli darajadagi minimal suyuqlikni taqsimlash zichligini to'ldirgich sirt yuzasidan va bu yuzani namlaydigan kislota plyonkasi qalinligidan kelib chiqib hisoblash mumkin. Laboratoriya ma'lumotlariga ko'ra, minimal suyuqlikni taqsimlash zichligi $3-4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ ni tashkil etadi. Sanoat sharoitida suyuqlikni taqsimlash zichligi birmuncha kattadir – $10-15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ ni tashkil qiladi, chunki hozirda qo'llanilayotgan kislota sachratqichlari minoraning barcha ko'ndalang kesimi bo'yicha kislotani bir xilda tekis taqsimlanishini ta'minlay olmaydi, suyuqlikni taqsimlash zichligi ortishi bilan esa kislotaning bir xilda taqsimlanmasligi kamayadi. Bundan tashqari, suyuqlikni ortiqcha taqsimlash zichligi mahsulot zonasida unga yetarlicha miqdordagi azot oksidlari berilishiga olib keladi.

Suyuqlikni taqsimlash zichligi juda katta bo'lganda minoralarning «tiqilib qolishi» kuzatiladi – to'ldirgichda gazning o'tishi uchun erkin bo'shliq shunchalik kamayadi, bu esa suyuqlik qatlami orasidan gazning ko'pchib chiqishiga olib keladi.

Suyuqlikni taqsimlash zichligidan tashqari, *suyuqlikni taqsimlash takroriyli*gi atamasi ham ishlatiladi. Suyuqlikni taqsimlash takroriyli deganda barcha minoralarga taqsimlanadigan kislotaning umumiy miqdorini tayyor mahsulot miqdoriga nisbati tushuniladi. Suyuqlikni taqsimlash qaytaligi moddiy balans ma'lumotlari bo'yicha aniqlanadi va u odatda 30-50 ni tashkil etadi. Suyuqlikni bir xil taqsimlash zichligida tizim qanchalik jadallik bilan ishlasa, suyuqlikni taqsimlash takroriyli shunchalik kam bo'ladi. Jadalligi kam tizimlarda suyuqlikni taqsimlash zichligini yetarlicha hosil qilish uchun uning takroriyli, minorani qisman «o'z-o'ziga» suyuqlikni taqsimlanishi orqali oshiriladi.

Taqsimlanadigan kislota konsentratsiyasi. 11.13-rasmdan ko'rinadiki, minoralarga taqsimlanadigan kislota bitta umumiy siklda aylanadi: absorbsiya minorasidan kislota mahsulot minorasiga taqsimlash uchun yuboriladi, so'ngra kislotaning bir qismi oxirgi absorbsiya minorasiga taqsimlash uchun, qolgan qismi esa tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Shuning uchun minorali kislotaning konsentratsiyasini tanlash nafaqat texnologik omillar orqali, balki kislota iste'molchilari talabiga, uni tashish sharoitlariga va boshqalarga qarab aniqlanadi.

Davlat standartlari talablariga muvofiq, minorali kislota konsentratsiyasi 75% H_2SO_4 dan kam bo'lmasligi lozimdir. Bunday kislotaning kristallanish harorati -51°C ga teng, shuning uchun qish faslida tashish va saqlashda uni amalda muzlab qolishi kuzatilmaydi.

Minorali sulfat kislota zavodlarida sifati bo'yicha ko'pchilik iste'molchilar talabini qanoatlantiruvchi va tashish uchun anchagina qulay nisbatan yuqori konsentratsiyali kislota ham ishlab chiqarilishi mumkin. Lekin H_2SO_4

konsentratsiyasi ortishi bilan birinchi minora (denitrator) da kislotaning denitratsiya darajasi yomonlashadi, mahsulot minoralarida esa SO_2 ning oksidlanish tezligi pasayadi va hokazo.

Minoralarga quyi konsentratsiyali (75% H_2SO_4 dan kam) kislotani taqsimlash azot oksidlarining absorbsiyalanishini yomonlashishiga va ular yo'qotilishining ortishiga olib kelganligi sababli maqsadga muvofiq emasdir. Bundan tashqari, konsentratsiya 75% H_2SO_4 dan kam bo'lganda, kislota po'lat va cho'yan jihozlar korroziyalanishini kuchaytiradi.

Ayrim zavodlarda denitratsiya minorasida nisbatan yuqori konsentratsiyali kislota olish uchun denitrator oz miqdordagi kislota taqsimlanadi; kislota qaynoq kuyundi gazi bilan qizdiriladi va 90-91% H_2SO_4 konsentratsiyagacha bug'latiladi. Ammo bu texnologik jarayonni murakkablashtiradi va shuning uchun ayrim hollardagina amalda qo'llaniladi.

Suyuqlikni taqsimlash harorati va nitrozaliligi. Kislota harorati va nitrozaliligi qanchalik yuqori bo'lsa, sulfit angidridning nitrozaga absorbsiya tezligi shunchalik katta bo'ladi. Shuning uchun mahsulot minoralarida taqsimlanadigan kislotaning harorati va nitrozaliligini nisbatan yuqori darajada ushlab turish maqsadga muvofiqdir. Ammo mahsulot minoralariga absorbsiya minoralaridan keladigan kislota taqsimlanadi, ular harorati va nitrozaliligining ortishi bilan azot oksidlarining yutilishi yomonlashadi. Shunga bog'liq holda minorali jarayonda taqsimlanadigan kislotaning maqbul (optimal) harorati va nitrozaliligi tanlanishiga to'g'ri keladi.

Oxirgi absorbsiya minorasiga taqsimlanadigan kislota harorati iloji boricha past bo'lishi kerak; u muzlatgichga taqsimlash uchun beriladigan sovutuvchi suv harorati bilan aniqlanadi. Texnologik me'yorlar bo'yicha tizim oxirgi minorasiga taqsimlanadigan kislotaning harorati 40°C dan ortmasligi kerak. Bunda azot oksidlari absorbsiyasi uchun yaxshi sharoit yaratiladi, mahsulot minoralari harorat rejimiga oxirgi absorbsion minoradan keladigan kislotaning past harorati sezilarsiz darajada ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi absorbsiya minorasiga taqsimlanadigan kislota $45-55^\circ\text{C}$ haroratga ega bo'ladi. Azot oksidlarining absorbsiyasi va suv bug'ining kondensatsiyasi natijasida ajraladigan issiqlik hisobiga kislota $15-20^\circ\text{C}$ ga qiziydi va birinchi absorberdan chiqishda $60-75^\circ\text{C}$ haroratga ega bo'ladi. Kislota shu haroratda denitratorga va mahsulot minoralariga taqsimlashga keladi. Denitratsiya minorasidan chiqadigan kislota harorati, asosan, undagi H_2SO_4 konsentratsiyasi va denitratorga beriladigan kuyundi gazining haroratiga bog'liqdir. Bu harorat qanchalik yuqori bo'lsa, sulfat kislota shunchalik ko'p dinitratsiyalanadi va shunchalik ko'p denitratsiyalangan kislota olinadi, bu oxirgi absorbsiya minorasi ishi uchun muhim ahamiyatga egadir.

Mahsulot minorasiga taqsimlanadigan kislotaning nitrozaliligi sulfit angidridni sulfat kislotaga to'la qayta ishlanishini amalda ta'minlashi kerak: oxirgi mahsulot minorasidan chiqadigan gazdagi SO_2 miqdori 0,2% dan oshmasligi lozim. Suyuqlikni

taqsimlash nitrozaliligi ortishi bilan minoralarda SO_2 ni qayta ishlash jadalligi ortadi. Shuning uchun zamonaviy minorali tizimlarda mahsulot minorasiga taqsimlanadigan kislotaning nitrozaliligi 15-16% ga yetadi. Lekin kislota nitrozaliligining ortishi bilan SO_2 ni qayta ishlash jadalligi ma'lum chegaragacha ortadi, unga yetgach, jadallik o'zgarmay qoladi. Shunday qilib, sanoat sharoitida kislota nitrozaliligini haddan tashqari oshirib yuborish ham maqsadga muvofiq emas, chunki ortiqcha nitrozalilik chiqindi gazlari bilan azot oksidlari yo'qotilishining ortishiga olib keladi.

Kislota aylanishi (taqsimlanadigan kislota miqdori), harorat va taqsimlanadigan kislota nitrozaliliga azot aylanishi, ya'ni mahsulot zonasida gaz fazasiga ajraladigan azot oksidlari miqdori (1 t mahsulotga to'g'ri keladigan HNO_3 kg hisobida) bog'liqdir. Minorali tizimlarda ularning jadalligi sutkasiga 200-250 kg/m^3 ga yetadi, azot aylanishi esa 700-900 kg/t ni tashkil etadi.

Azot aylanishi kislotaning taqsimlanish miqdori va nitrozaligi bilan bog'liq quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$G_{\text{HNO}_3} = \frac{\sum G_k N_k - \sum G_u N_u + B}{Q}$$

bu yerda: G_k va G_{ch} – mahsulot minorasiga kiradigan va undan chiqadigan nitroza miqdori, kg/soat ; N_k va N_{ch} – kiradigan va chiqadigan nitrozalardagi HNO_3 miqdori, birlik ulushda; V – yo'qotishni to'ldirish uchun tizimga beriladigan HNO_3 miqdori, kg/soat ; Q – 100% li H_2SO_4 hisobida tizim unumdorligi, t/soat .

Azot aylanishini oshirish, ya'ni taqsimlanadigan kislota harorati va nitrozaliligini haddan ziyod oshirish gaz fazasiga qo'shimcha azot oksidlarining ajralishiga olib keladi, bu esa absorbsiya minoralari ish sharoitini yomonlashtiradi.

Azot oksidlarini absorbsiyaga tayyorlash

Hisoblashlar va amaliy tajribalarning ko'rsatishicha, bir vaqtda NO ning oksidlanishi va N_2O_3 ning sulfat kislotaga absorbsiyalanishining borishi ikkala jarayon tezligini ham pasaytiradi. Agar dastlab NO ni N_2O_3 ga oksidlansa, so'ngra azot oksidlarini yuttirish jarayoni amalga oshirilsa, azot oksidlarining oksidlanish tezligi anchagina ortadi.

Minorali tizimda azot oksidlari ichki qismi bo'sh bo'lgan minoralarda oksidlanadi. Absorbsiya minoralarida ham azot oksidlarining oksidlanishi davom etadi. Absorbsiya minoralarida azot oksidlari yutilish tezligini kamayishiga olib keladigan keragidan ko'p miqdordagi NO oksidlanishini oldini olish uchun oksidlash hajmida (minorasida) NO va NO_2 ekvimolekulyar nisbatiga nisbatan oz miqdordagi NO ni NO_2 ga oksidlanadi. Absorbsiya minoralarida NO ning qo'shimcha oksidlanishi natijasida ekvimolekulyar nisbatdagi NO va NO_2 ning yutilish jarayoni uchun qulash sharoitga erishiladi.

Minorali jarayonda azot oksidlarining talab etiladigan oksidlanish darajasiga bu jarayonni amalga oshirish uchun belgilanadigan maxsus oksidlash minorasiz ham erishish mumkin. Buning uchun mahsulot minorasida shunday tartib o'rnatish lozimki, bunda oxirgi mahsulot minorasida nafaqat SO_2 ni oksidlash yakunlanishi, balki NO ni kerakli darajagacha oksidlash ta'minlanishi lozimdir.

Chiqindi gazlarini zararsizlantirish

Azot oksidlarini ajratib olish. Azot oksidlarining bir qismi (0,25% yoki 4,7 g/m³ gacha) absorbsiya minorasidan chiqadigan gaz tarkibida ham qoladi. Bunday katta miqdordagi azot oksidlari tutgan gazlarni atmosferaga chiqarib yuborish ekologik va sanitar me'yorlariga ziddir, bundan tashqari, buning natijasida ko'p miqdordagi nitrat kislota yo'qotiladi. Shuning uchun chiqindi gazlari maxsus usulda azot oksidlaridan tozalanadi.

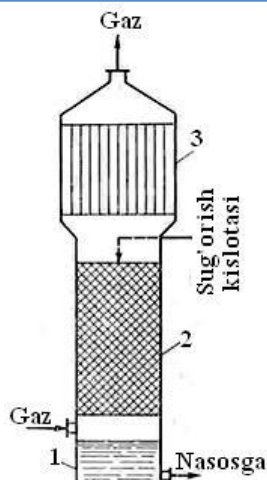
Chiqindi gazlarini azot oksidlaridan tozalashning eng samarador usuli – gazni konsentrlangan sulfat kislota bilan qayta ishlashdir. Buning uchun tashqaridan yoki denitratsiya minorasidan olinadigan kislota hisobiga to'ldirilgan va «o'z-o'ziga» suyuqlik taqsimlaydigan sanitar absorbsiya minorasi o'rnatiladi.

Sulfat kislota tomchilari va bug'larini ajratib olish. Chiqindi gazlarida, shuningdek, sulfat kislotasi taqsimlanadigan minoralardan gazlar bilan chiqib ketadigan ma'lum miqdordagi H_2SO_4 tomchilari ham bo'ladi. Tomchilarni ushlab qolish uchun chiqindi gazlari siklon-tomchi ushlagichlarga yuboriladi.

Chiqindi gazlari tarkibida, bundan tashqari, denitratsiya va konsentratsiya minoralarida kuyundi gazini sovitishda hosil bo'ladigan sulfat kislotali bug' ham bo'ladi.

Ko'pchilik minorali zavodlar chiqindi gazlarining 1 m³ da 5 g sulfat kislota bug'i bo'ladi.

Chiqindi gazlaridan bug' va tomchilarni ajratib olish uchun minorali zavodlarda elektrofiltirlar o'rnatiladi. Ayrim zavodlarda elektrofiltr oxirgi absorbsiya (sanitar) minorasining yuqori qismiga o'rnatilgan. Bu jihoz (11.14-rasm) po'lat minora ko'rinishida bo'lib, yuqori qismi kengaytirilgan va ichki qismi kislotaga chidamli g'ishlar bilan muhofazalangan bo'ladi. Minoraning pastki qismi kislota yig'gichi hisoblanadi, o'rta qismiga halqali sopol to'ldirgich joylashtirilgan, yuqoridagi kengaytirilgan qismiga esa elektrofiltarning po'lat quvurlari joylashtirilgan. Jihoz to'ldirgichlariga minora-denitrator yoki minora-konsentrator keladigan sovutilgan sulfat kislota taqsimlanadi.



11.14-rasm. Minorali tizimda chiqindi gazlarini tozalash uchun jihoz:

1 – kislota yig‘ichi; 2 – to‘ldirgich; 3 – elektrofiltr.

Minorali tizim me‘yorida ishlaganda chiqindi gazlaridagi SO_2 miqdori 0,1-0,2% ni tashkil qiladi; bunday gazlarni maxsus tozalashlarsiz baland quvur orqali (quvur balandligi hisoblashlar orqali belgilanadi) atmosferaga chiqarib yuborilishi mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. Nitrozali usulning mohiyatini tushuntiring.
2. Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologiyasini tushuntiring.
3. Nitroza jarayonining fizik-kimyoviy asoslari ayting.
4. Azot oksidlarini sulfat kislota bilan absorbsiyalash qanday amalga oshiriladi?
5. Azot oksidlarining xossalari ayting.
6. Azot oksidlarining absorbsiya tezligi qanday bo‘ladi?
7. Sulfit angidridning nitrozaga absorbsiyasi qanday amalga oshadi?
8. Sulfit angidridning nitroza bilan oksidlanish jarayonini tushuntiring.
9. Nitrozadan azot oksidlarini yo‘qotish (denitratsiya) usullarini ko‘rsating.
10. Gaz fazada azot oksidlarining kislorod bilan oksidlanish jarayonini tushuntiring.
11. Minorali tizimda minoralar miqdori qanday belgilanadi?
12. Sanitar minora deganda nimani tushunasiz?
13. Minoralarga suyuqlikni taqsimlash tizimi qanday tashkil etiladi?
14. Suyuqlikni taqsimlash zichligi qanday amaliy ahamiyatga ega?
15. Suyuqlikni taqsimlash takroriyliги nima? Uning ahamiyati qanday?
16. Nima uchun minorali tizimda nisbatan yuqori konsentratsiyali (75% H_2SO_4 dan yuqori) kislota ishlab chiqarilmaydi?

17. Nima uchun minorali tizimlarda taqsimlanadigan kislotaning maqbul (optimal) harorati va nitrozaliligi tanlanadi?
18. Azot oksidlarini absorbsiyaga tayyorlash qanday amalga oshiriladi?
19. Minorali tizimning issiqlik balansi qanday hisoblanadi?
20. Chiqindi gazlarini zararsizlantirish usullarining ayting.

12-MAVZU: SULFAT KISLOTANI KONSENTRLASH

Reja:

1. Sulfat kislotani konsentrlashning maqsadi va mohiyati
2. Sulfat kislotani konsentrlashning fizik-kimyoviy asoslari
3. Sulfat kislotani konsentrlash issiqligi
4. Sulfat kislotani konsentrlash
5. Minorali tizimlarda konsentrlangan sulfat kislota olish

Sulfat kislotani konsentrlashning maqsadi va mohiyati

Sulfat kislota ko'p miqdorda suv tortib oluvchi vosita sifatida, masalan, nitrat kislotani konsentrlashda, organik sintezning ko'pgina jarayonlarida, portlovchi moddalar ishlab chiqarishda, gazlarni quritishda va hokazolarda ishlatiladi. Bunda oz miqdorda bo'lsa ham sulfat kislota sarflanib ketadi (sanoatdagi yo'qotish), asosan u jarayondan suyultirilgan (kuchsiz) kislota tarzida chiqib ketadi. Bunday kislotani konsentrlanadi va sanoat sikliga qaytariladi yoki boshqa iste'molchilarga yuboriladi. Konsentrlangan sulfat kislota yetishmaganda esa tarkibida 75% H_2SO_4 bo'lgan nisbatan kuchsiz minorali kislota ham konsentrlanishi mumkin.

Ko'pchilik hollarda suv tortib oluvchi sulfat kislota nafaqat suyuladi, balki jarayon paytida turli xil qo'shimchalar bilan ifloslanadi. Masalan, portlovchi moddalar ishlab chiqarishda chiqindi sulfat kislota tarkibida nitrat kislota, nitrobirikmalar, smolalar kabi qo'shimchalar bo'ladi; spirtlar ishlab chiqarishda chiqindi kislota turli xil uglevodorodlar uchraydi. Chiqindi kislota tarkibidagi qo'shimchalar undan olinadigan konsentrlangan kislota sifatini pasaytiradi, ko'pincha esa, konsentrlash jarayonini qiyinlashtiradi. Bunday hollarda chiqindi kislotani iloji boricha oldindan qo'shimchalardan tozalashga harakat qilinadi.

HNO_3 qo'shimchalari odatda sulfat kislotasini bug' bilan denitratsiyasi yo'li bilan yo'qotiladi, nitrobirikmalar va smolalar esa tindirish va ekstraksiyalash orqali ajratiladi. Ayrim hollarda, kislotani qo'shimchalardan tozalashning imkoni bo'lmasa va u konsentrlash uchun yaroqsiz bo'lsa, uni suyultirilgan (kuchsiz) kislota sifatida

undagi qo'shimchalar jarayonga ta'sir ko'rsatmaydigan sohalarda (masalan, superfosfat ishlab chiqarishda) ishlatiladi yoki sulfat kislota SO_2 ga parchalanadi.

Sulfat kislotani konsentrlash jarayoni qizdirilganda undan namlikni yo'qotilishidan iboratdir; ko'pchilik hollarda kislota qaynoq gazlar bilan qizdiriladi. Gazdan kislotaga issiqlik uzatish usuliga bog'liq holda konsentrlash uchun jihozlarni ikkita guruhga bo'lish mumkin: qaynoq gazlar va kislota to'g'ridan-to'g'ri to'qnashuvi bilan amalga oshadigan jihozlar hamda tashqi qizdirgichli jihozlar, ularda issiqlik to'siq orqali uzatiladi. To'siq orqali issiqlik uzatishda konsentrlash jarayoni atmosfera bosimida yoki vakuumda amalga oshiriladi.

Sulfat kislotani konsentrlashning fizik-kimyoviy asoslari

Sulfat kislota suvli eritmaları qizdirilganda hosil qilinadigan gaz fazaning tarkibi va suyuq fazaning tarkibi bir xil bo'lmaydi – gaz fazasi tarkibida suyuq fazaga nisbatan ko'p miqdordagi suv bo'ladi. Shuning uchun sulfat kislota suvli eritmaları qizdirilganda gaz fazasiga sulfat kislotaga nisbatan ko'p miqdordagi suv bug'i o'tadi, buning natijasida H_2SO_4 konsentratsiyasi ortadi. Gaz va suyuq fazalardagi sulfat kislota konsentratsiyalarining nisbati umumiy bug' bosim hamda sulfat kislota va suv bug'ining to'yingan bug' bosimlari kattaliklari bo'yicha hisoblanishi mumkin (1-ma'ruza).

1.3-rasmdan (1-ma'ruza) ko'rinadiki, sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan suyuq va gaz fazalaridagi H_2SO_4 miqdorlari orasidagi farq kamayadi. Masalan, agar 80% li sulfat kislota bug'lari tarkibida ozginagina H_2SO_4 bo'lsa, 90% li sulfat kislota ustidagi bug'da H_2SO_4 konsentratsiyasi taxminan 10% ga yetadi, 98,3% li sulfat kislota esa suyuq va gaz fazasining tarkibi bir xil bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, sulfat kislota eritmasi bug'latilganda uning konsentratsiyasi 98,3% H_2SO_4 gacha muntazam ortadi va keyingi qizdirish natijasida o'zgarmay qoladi. Shunday qilib, sulfat kislota eritmasini 98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyagacha bug'latib bo'lmaydi.

98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali bo'lgan sulfat kislota (ya'ni monogidrat va oleum) ustidagi gaz fazasining tarkibi ham suyuq faza tarkibidan farqlanadi; gaz fazasi tarkibida suyuq fazaga nisbatan H_2SO_4 va SO_3 konsentratsiyasi kattaroq bo'ladi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali sulfat kislota va oleumni bug'latish jarayonida H_2SO_4 miqdori eritmada kamayadi va 98,3% ga yetganda o'zgarmay qoladi.

Sulfat kislotani konsentrlash issiqligi

Sulfat kislotani konsentrlashda ikkita asosiy jarayon sodir bo'ladi: issiqlikning kislotaga uzatilishi va suvning bug'lanishi. Issiqlikning sarflanishi quyidagi bandlardan iborat bo'ladi:

Q_1 – kislota boshlang'ich haroratdan konsentrlash haroratigacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik;

Q_2 – suyultirilgan sulfat kislota suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan degidratatsiya issiqligi (differensial suyultirish issiqligiga teng qiymatli);

Q_3 – yo'qotiladigan suv bug'lanishiga sarflanadigan issiqlik (bug' hosil bo'lish issiqligi);

Q_4 – atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik.

Sulfat kislota eritmasi bug'latilganda suvning bug'lanishi bilan bir paytda H_2SO_4 ning yo'qotilishiga olib keladigan uning bug'lanishi ham sodir bo'ladi. Eritmada H_2SO_4 miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, bug'lanadigan sulfat kislota miqdori ham shunchalik ko'p bo'ladi. Zamonaviy konsentrlash qurilmalarida bu miqdor nisbatan katta emas. Shuning uchun umumiy issiqlik balansida sulfat kislota bug'lanish issiqligi odatda hisobga olinmaydi.

Sulfat kislota eritmasini qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdorini quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$Q = G(H_2 - H_1)$$

bu yerda: G – qizdiriladigan kislota miqdori, kg; H_1 va H_2 – 1 kg kislota $0^\circ C$ dan boshlang'ich harorati t_1 gacha va konsentrlash harorati t_2 gacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori, kkal/kg.

Kislota suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan issiqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_2 = 272 \left[\frac{100 - a}{150 - a} - \frac{100 - b}{150 - b} \right]$$

bu yerda: Q_2 – suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan issiqlik (1 kg H_2SO_4 hisobida), kJ (yoki kkal); a – kislota boshlang'ich konsentratsiyasi, % H_2SO_4 ; b – kislota oxirgi konsentratsiyasi, % H_2SO_4 .

Q_2 nisbatan aniqroq bug'latish sodir bo'ladigan haroratni hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$Q_2 = \left[\frac{412M_2 + 76}{M_2 + 0,35} + \frac{(0,585M_2 + 0,164)(t-15)}{M_2 + 0,235} \right] - \left[\frac{412M_1 + 76}{M_1 + 0,35} + \frac{(0,585M_1 + 0,164)(t-15)}{M_1 + 0,235} \right]$$

bu yerda: M_1 – boshlang'ich kislota suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati; M_2 – oxirgi (konsentrlangan) kislota suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati.

Suvning bug'lanish issiqligi (1 kg bug'langan H_2O) quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$Q_3 = 83,9 \sqrt[3]{365 - t} \text{ kkal}$$

bu yerda: t – bug'latish harorati, $^\circ C$.

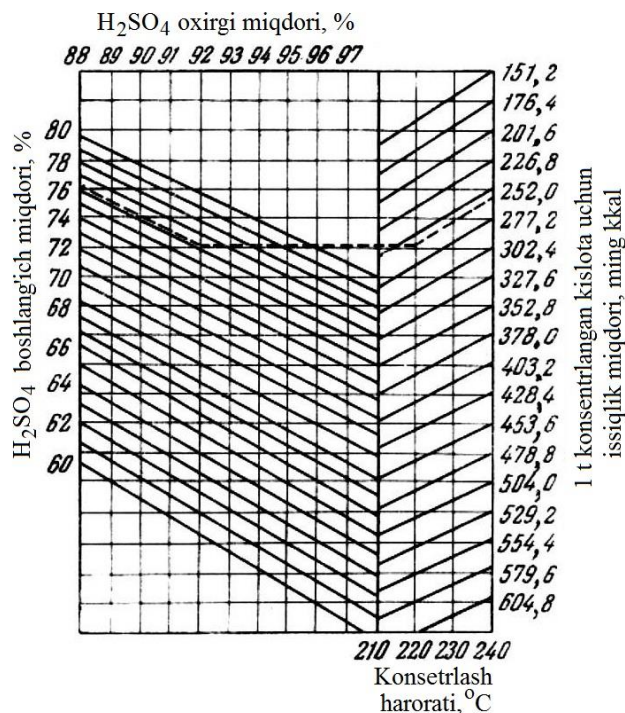
Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik Q_4 konsentrlash qurilmasining tuzilishiga, uning ishlash rejimiga, unumdorligiga va boshqalarga bog'liqdir.

Suyultirilgan sulfat kislota dan yo‘qotilishi kerak bo‘lgan suv miqdori (kg da) quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$G = 100B \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

bu yerda: B – olinadigan konsentrlangan kislota miqdori, kg.

Konsentrlash uchun talab etiladigan issiqlikning umumiy miqdori (yo‘qotilish hisobga olinmaganda), nomogramma bo‘yicha ham aniqlanishi mumkin (12.1-rasm).



12.1-rasm. Kislota ni konsentrlash uchun umumiy issiqlik miqdorini aniqlash nomogrammasi.

Nomogramma bo‘yicha faqatgina taxminiy sarflanadigan issiqliknigina aniqlash mumkin, lekin bu ishlab chiqarish amaliyoti aniqligi uchun yetarlidir.

Sulfat kislota ni konsentrlash

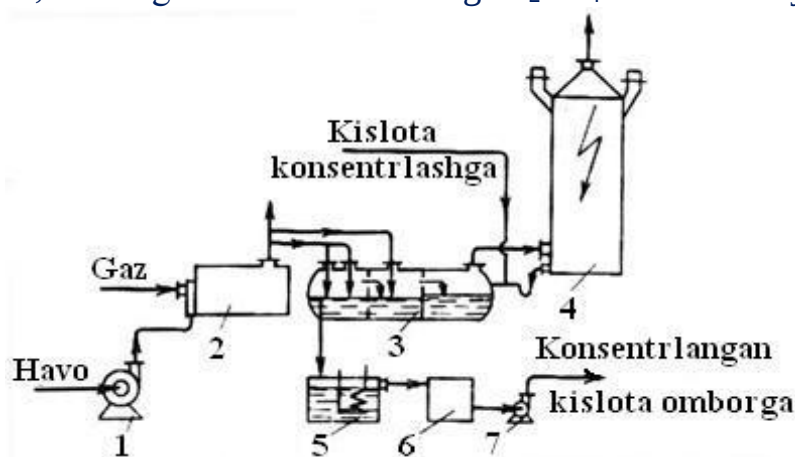
Qaynoq gazni kislota bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashishi orqali konsentrlash. Qaynoq gazni kislota bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashishi orqali konsentrlash jihozlarida issiqlik almashinishning yaxshi sharoiti yaratiladi; bunday jihozlarda harorat konsentrlanadigan kislota ning qaynashigacha yetkazilmaydi, jihozlar sodda va keraklicha tejamkordir.

Ushbu turdagi eng sodda qurilmada yoqilg‘ini yondirish natijasida olingan qaynoq gaz ikkita ichki qismi bo‘sh minoradan birin-ketin o‘tadi, so‘ngra, tomchi va bug‘ni tutib qolish uchun filtrdan o‘tib, atmosfera ga chiqarib yuboriladi. Suyultirilgan

(kuchsiz) sulfat kislota dastlab ikkinchi (gaz harakati bo'yicha) minoraga beriladi, u yerda dastlabki konsentrlash jarayoni amalga oshadi, so'ngra esa to'la konsentrlash uchun birinchi minoraga o'tadi. Ayrim shunday turdagi qurilmalarda to'ldirgichli minoralar ishlatiladi, bu esa issiqlik almashinish sharoitini yaxshilaydi.

Lekin bayon etilgan minorali qurilmalar unumdorligi kamdir va keyingi yillarda yuqori unumdorlik bilan ishlaydigan tejamkor barbotajli konsentratorlar ishlatish yo'lga qo'yilgan.

Barbotajli konsentrator qurilmasi. Bunday qurilma o'txona (2) va gorizontaal silindr (baraban) shaklidagi uchta kameraga vertikal to'siqlar bilan ajratilgan konsentrator (3) iboratdir (12.2-rasm). Kuchsiz sulfat kislota uchinchi kameraga (gaz harakati bo'yicha) tushadi va ichki kameralar bo'yicha uchinchidan ikkinchiga va so'ngra birinchiga to'siqlar osha oqib tushadi. O'txonadan keladigan qaynoq gaz birin-ketin quvur va tirsaklar bo'yicha harakatlanadi va konsentratorning har bir kamerasidagi kislota qatlamlari orqali barbotajlanadi. Bunda gaz va kislotaning yaqin tutashuvi hosil qilinadi, shu sababli ular orasida jadal issiqlik almashinuvi sodir bo'ladi. Kislota kameradan kameraga oqib o'tishda doimo qizib boradi, uning ustidagi bug' bosimi ortadi, suv bug'lanadi va kislotadagi H_2SO_4 konsentratsiyasi ortadi.



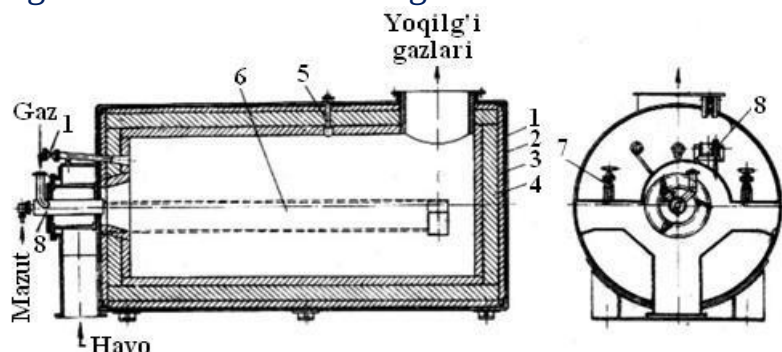
12.2-rasm. Barbotajli konsentrator qurilmasining tasviri:

1 – havo purkagich; 2 – o'txona; 3 – barbotajli konsentrator; 4 – elektrofiltir; 5 – kislota sovutgich; 6 – kislota yig'gichi; 7 – nasos.

Birinchi kamerada kislota harorati $230-250^{\circ}C$ ga, uning konsentratsiyasi esa 93-95% H_2SO_4 ga yetadi. Shuning uchun bu kamerada suv bilan bir paytda sulfat kislota ham bug'lanadi. Issiqlik almashinish jadal borganligi sababli birinchi kameradan chiqadigan gaz H_2SO_4 bug'lari bilan (50 g/m^3 gacha) to'yingan bo'ladi. Ikkinchi kamerada suyultirilgan sulfat kislota ustidagi to'yingan suv bug'ining bosimi bu kameraga kiradigan gazdagiga nisbatan yuqori bo'ladi. Shuning uchun bu yerda suv bug'lanadi va buning oqibatida kislota birmuncha konsentrlanadi. H_2SO_4 ning to'yingan bug' bosimi kiradigan gaznikiga nisbatan bir necha yuz marta kichik bo'ladi, shu tufayli ikkinchi kamerada sulfat kislota kondensatlanadi. Madomiki

shunday ekan, bu kamerada kislota harorati va konsentratsiyasi nisbatan past, bu yerda vujudga keladigan sulfat kislota bug'larining to'yinishi S qariyb 80 ni tashkil etadi, ya'ni kritik to'yinishdan anchagina yuqori bo'ladi (150°C haroratda kritik to'yinishi $S_{kr.} = 3,8$ ga teng). Shuning uchun ikkinchi kamerada sulfat kislota bug'larining asosiy qismi bo'shliqda tuman hosil qilib kondensatlanadi. Bu kameradan chiqadigan gazdagi tumanning miqdori (gaz oqimi bilan birga chiqib ketadigan kislota tomchilarini hisobga olmaganda) 40 g/m^3 ni tashkil etadi. Sulfat kislotali tuman va tomchilarini ajratib olish uchun gaz konsentratordan elektrofiltarga (4) yuboriladi. Unda tutib qolingani kislotali kondensat konsentratorga qaytariladi. Birinchi kameradan chiqarib olinadigan konsentrlangan sulfat kislota sovutgich (5) orqali yig'gichga (6) tushadi, u yerdan omborga jo'natiladi.

Barbotajli konsentrator qurilmasining jihozlari. Barbotajli konsentrator o'txonasi po'lat baraban ko'rinishida bo'lib (tashqi diametri 3 m, uzunligi 6 m), asbest bilan o'ralgan va ichki qismi qizil g'isht qatlami bilan hamda ikki qavat o'tga chidamli g'isht qatlamlari bilan himoyalangan (umumiy himoya qatlami 440 mm ga teng) bo'ladi (12.3-rasm). Havo vetilyator orqali po'lat qutiga beriladi, undan o'txonaning oldingi devoridagi markaziy tirqish orqali u yoqish bo'shlig'iga o'tadi va ikki yondagi kanallar 6 orqali yoqish bo'shlig'ining orqa qismiga keladi. O'txonada havoning taqsimlanishi shunday boshqariladiki, bunda birinchi kameraga kiradigan o'txona gazlarining harorati $800-900^{\circ}\text{C}$ chegarasida bo'ladi.



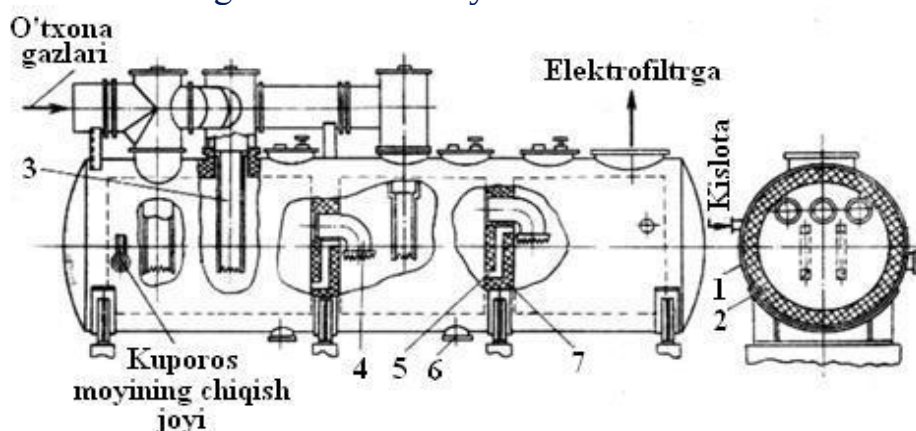
12.3-rasm. Barbotajli konsentrator o'txonasi:

1 – po'lat g'ilof; 2 – asbest; 3 – qizil g'isht qatlami; 4 – o'tga chidamli g'isht qatlami; 5 – termopara uchun g'ilof; 6 – ikkilamchi havo uchun kanal; 7 – jo'mrak; 8 – forsunka.

Gaz yoki suyuq yonilg'i forsunkaning (8) o'txona bo'shlig'iga beriladi, u yerga shuningdek po'lat quti orqali havo kiradi. O'txonadagi harorat $1100-1200^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi, ammo kondensatorning birinchi kamerasiga kiradigan gaz harorati $800-900^{\circ}\text{C}$ da bo'lishi kerak. Shuning uchun o'txona oxiridagi chiqishda gazning harorati kanal (6) orqali harakatlanadigan havo bilan pasaytiriladi. Gaz o'txonadan cho'yan gaz o'tkazgich orqali kondensatorga yuboriladi. Mazut, tabiiy yoki neft gazi yondirilganda o'txonaning issiqlik kuchlanishi ortiqcha havo koeffitsienti 1,15 bo'lganda 1 m^3 o'txona gaziga $800-1000 \text{ mj/soat}$ ($200-250 \text{ mln kal/soat}$) ni tashkil

etadi. Yoqilg'ini yondirish shunday boshqariladiki, bunda o'txona gazlari tarkibida to'la yonmagan mahsulotlar bo'lmasligi kerak, chunki ular sulfat kislota bilan to'qnashib, H_2SO_4 ni SO_2 ga qaytarishi, shuningdek tayyor mahsulot tashqi ko'rinishini yomonlashtirib uning sifatini buzishi mumkin.

Barbotajli konsentrator. Barbotajli konsentrator qalinligi 12 mm po'lat listdan gorizontal silindr shaklida payvandlangan ko'rinishda bo'ladi (12.4-rasm). Silindrning tashqi diametri 3 m, uzunligi 10,5 m ga tengdir. U ichki tomondan kislotabardosh materiallar bilan himoyalangan (himoya qalinligi 290 mm) bo'ladi. Himoya qatlami quyidagicha tayyorlanadi: metall yuzasi dastlab diabazit zamaska qatlami, so'ngra ikki qatlam diabazit plitka bilan berkitiladi, shundan so'ng sirt yuzaga asbest qatlami beriladi va kislotabardosh g'isht bilan himoyalanaadi.



12.4-rasm. Barbotajli konsentrator:

1 – po'lat korpus; 2 – himoya qavati; 3 – barbotaj quvuri; 4 – barbotaj tirsak; 5 – kislota uchun kanal; 6 – tozalash uchun lyuk; 7 – to'siq.

Konsentrator g'ishtli to'siqlar bilan uchta kameralarga bo'lingan: birinchi kamera uzunligi 3,65 m, ikkinchisi – 2,65 m, uchinchi esa – 2,7 m ni tashkil qiladi. Har bir to'siqda ikkitadan kanal bo'lib, ular orqali kameradan kameraga kislota o'tadi. Konsentratorning yuqori qismida gazlarning kirishi va chiqishi uchun shtutser va jihozni tozalash uchun lyuk joylashgan.

Birinchi kameraga uchta, ikkinchisiga esa bitta barbotaj quvurlari (3) o'rnatilgan. Birinchi kameradagi barbotaj quvurlari xromli po'latdan tayyorlangan va pastki qismiga gazni kislotada yaxshi taqsimlanishi uchun tishchalar joylashtirilgan. Ikkinchi kameradagi barbotaj quvuri ikki qismdan iborat: yuqorigi qismi xromli cho'yandan va pastki qismi ferrosilisiddan tayyorlangan. Gazning bir kameradan boshqasiga o'tishi uchun to'siqlarda uchtdan ferrosilisidli barbotaj tirsaklar (4) bo'ladi.

O'txonadan chiqadigan qaynoq gaz birinchi kameraga (taxminan 60%) va ikkinchi kameraga bir vaqtda keladi. Kameralar bo'yicha gazning taqsimlanishi

konsentratorning ikkinchi kamerasidagi barbotaj quvuriga biriktirilgan har xil diametrdagi halqalar yordamida amalga oshiriladi.

Elektrofiltr. Barbotaj konsentratoridan chiqadigan gazdagi tomchi va tumanni tutib qolish uchun ishlatiladigan KT turidagi elektrofiltr kvadrat yoki aylana kesimli kamera ko‘rinishida bo‘lib, ichki qismi kislotabardosh materiallar bilan himoyalangan bo‘ladi. Cho‘ktiruvchi elektrodlar – ichki diametri 0,25 m va uzunligi 4 m bo‘lgan ferrosilisiddan tayyorlangan quvurlar hisoblanadi. Tojsimon elektrodlar mahsus halqachalar biriktirilgan alohida ferrosilisidli a‘zoldan iborat zanjir shaklida tayyorlanadi.

Elektrofiltr kesimi bo‘yicha gazning bir tekisda taqsimlanishi uchun uning pastki qismida tirqishli alohida ferrosilisidli bo‘linmadan iborat taqsimlash plitasi bo‘ladi.

Barbotajli konsentrator ish rejimi. Konsentratorga keladigan o‘txona gazining harorati ortishi bilan gazdan kislotaga issiqlikning uzatilish jadalligi ortadi, natijada konsentrator unumdorligi ortadi. Lekin, gaz haroratining haddan tashqari yuqori bo‘lishi birinchi kameradagi barbotaj quvurida gazning tez ajralishiga olib keladi, buning oqibatida kislotaning termik parchalanishi natijasida uning yo‘qotilishini oshiradi. Shuning uchun o‘txona gazlarining harorati konsentratorga kirishda 800-900°C chegarasida ushlab turiladi.

Konsentratorga kiradigan gaz tarkibida yoqilg‘ining chala yonish mahsulotlari bo‘lmasligi kerak, aks holda sulfat kislotaning yo‘qotilishi bunda ham ortadi. Bundan tashqari, yoqilg‘ining chala yonishi oqibatida undan samarali foydalanib bo‘lmaydi va shunday qilib, tayyor mahsulot tannarxi ortadi.

Bundan ko‘rinadiki, o‘txonaga beriladigan havo va yoqilg‘i miqdorlarining nisbati yoqilg‘ini to‘la yonishini va o‘txona gazlari yetarlicha yuqori haroratga erishishini ta‘minlashi kerak.

Uch kamerali barbotajli konsentratorning taxminiy rejimi:

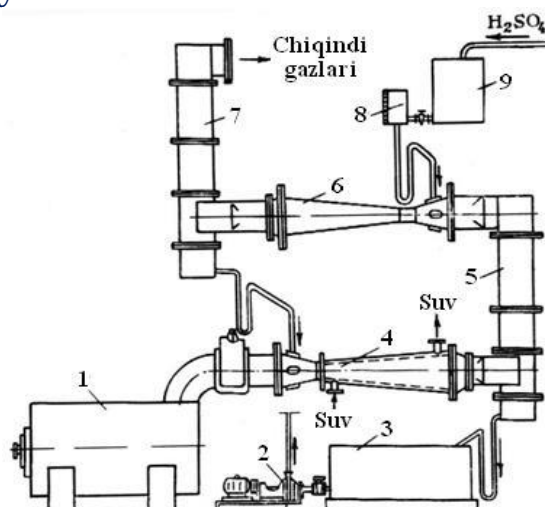
Kamera	1-chi	2-chi	3-chi
Gazning harorati, °C:			
kirishda	820	255	185
chiqishda	255	185	153
H ₂ SO ₄ konsentratsiyasi, %:			
kirishda	80	76	68
chiqishda	94	80	76
Kamerada kislotaning harorati, °C	250	163	140
O‘txonadan oldin havo bosimi, mm.sim.ust	1000	–	–

O‘txona gazlari berish bilan uch kamerali konsentratoridagi faqat birinchi kamerada sulfat kislota bug‘lari elektrofiltrdan oldin 35-40 g/m³ ni tashkil etadi, ikkinchi kamerada ham qaynoq gaz berilganda esa u 11 g/m³ gacha kamayadi.

Venturi quvurli qurilma. Mavjud konsentrsiyalash qurilmalarining ko'pchiligida bir necha (10 va undan ortiq) barbotajli konsentratrlar o'rnatilgan, chunki bitta jihozning unumdorligi nisbatan yuqori emas, bunday jihozlarning unumdorligini oshirish ancha mushkuldir – ular anchagina katta va murakkab hisoblanadi. Shu munosabat bilan quvurdagi qaynoq gaz oqimida kislotaning changlanishi bilan ishlaydigan konsentratrlarga katta qiziqish ortadi.

Gazning yuqori tezligida va katta sirt yuzada sulfat kislotaning mayda tomchilari hosil bo'lganligi sababli konsentrlash jarayoni juda jadal suratda sodir bo'ladi.

12.5-rasmda Venturi quvurlari shakliga ega bo'lgan ikki changlatuvchi jihozdan iborat qurilma tasviri keltirilgan. Venturi quvurlarida xuddi ikki kamerali konsentratr kameralaridagi kabi jarayonlar sodir bo'ladi.



12.5-rasm. Venturi quvurlarida sulfat kislotani konsentrlash jarayonining tasviri:

1 – o'txona; 2 – nasos; 3 – kisloti sovitgichi; 4 – Venturi quvuri (konsentratr); 5,7 – siklon-separatorlar; 6 – Venturi quvuri (tuman tutgich); 8 – me'yorlashtirgich (dozator); 9 – ta'minlash idishi.

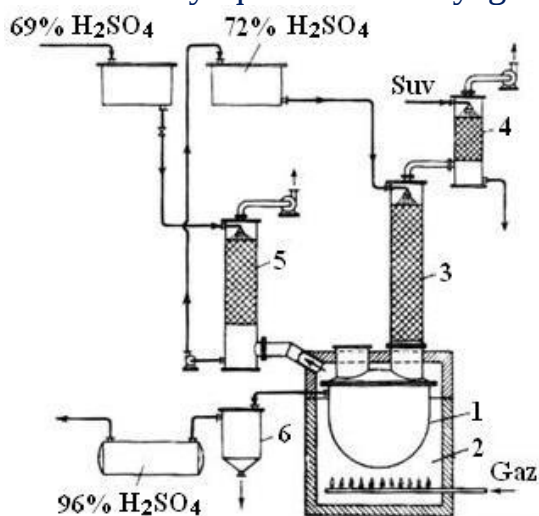
Konsentrlash jarayoni quyidagilardan iborat: konsentrlanadigan sulfat kisloti ikkinchi (gaz harakati yo'nalishi bo'yicha) Venturi quvuri (6) ga beriladi, u yerda changlanadi va mayda tomchilar tarzida gaz oqimi bilan siklonda (7) ushlab qolinadi, u yerda tomchilar cho'ktiriladi; gaz oqimining tezligi ortishi bilan hosil bo'ladigan tomchi o'lchami kamayadi; gaz tezligi 100 m/sek bo'lganda suyuqlik qariyb 10 mk o'lchamli tomchilarga bo'linadi; quvurning kengaygan qismida gaz oqimining tezligi kamayadi, tomchilar bir-biriga urishib, ularning o'lchami 10-20 mk gacha yiriklashadi; bunday o'lchamdagi tomchilar siklonda ushlab qolinishi uchun yetarlidir; siklonda yig'iladigan sulfat kisloti birinchi Venturi quvuriga (4) tushadi, u yerda barcha kisloti changlanadi va gaz oqimi bilan siklonda (5) ushlab qolinadi, u yerda ajratilgan konsentrlangan sulfat kisloti sovitgichga (3) o'tadi.

Kislota tomchilari hosil qiladigan va uni bug'latadigan qaynoq o'txona gazlari o'txonadan (1) 950-1000°C haroratda birinchi Venturi quvuriga (4) keladi. Bu yerda gaz 220-230°C haroratgacha, ikkinchi quvurda (6) esa – 150°C gacha soviydi. Venturi quvurlarida harakatlanadigan gaz tezligi qariyb 150 m/sek ni, qurilmaning gidravlik tezligi esa 1700-1750 mm suv ust. ni tashkil qiladi. Gazdagi sulfat kislota tumanining miqdori ikkinchi siklondan (7) keyin (chiqishda) 4-5 g/m³ ni tashkil etadi, bu uch kamerali kondensatordagi nisbatan taxminan ikki marta kamdir.

Keltirilgan konsentrlash qurilmasining muhim yutug'i shundaki, jarayon yuqori jadallikda borganligi sababli barbotajli konsentratorga nisbatan konsentrlanadigan kislota qaynash harorati past, kislota qaynoq gaz bilan to'qnashish vaqti kam bo'ladi. Bu esa sulfat kislota parchalanish darajasini pasaytiradi, hosil bo'ladigan tuman miqdorini, shuningdek yoqilg'i va suv sarfini kamaytiradi.

Deflegmatsiya prinsipi bo'yicha ishlaydigan qurilma. Bunday qurilmalarda kislota konsentrlash yopiq qozonda (retortada) H₂SO₄ eritmalarini qaynatish, hosil bo'ladigan bug'ni bir necha tarelkalardan iborat deflegmatorli kolonnalar orqali ajratib olish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Deflegmatsiya prinsipi bo'yicha ishlaydigan qurilma tasviri 12.6-rasmda keltirilgan. Konsentrlangan (98% H₂SO₄) sulfat kislota o'txona gazlari bilan qizdiriladigan kislota chidamli cho'yandan yasalgan retortaga (1) quyiladi. Sulfat kislota bug'lari 9-10 ta tarelkalardan iborat yoki to'ldirgichli minora ko'rinishidagi kislota taqsimlanadigan deflegmatorga (3) ko'tariladi. Har bir tarelkada pastda joylashgan tarelkalardan chiqadigan H₂SO₄ bug'larining bir qismi kondensatlanadi. Oxirgi (yuqoridagi) tarelkadan faqat amalda suv bug'i chiqadi, bu tarelkaga esa 67-70% li kislota beriladi. Suv bug'i kondensatorga (4) keladi. U yerda bug' sovuq suv bilan aralashib kondensatlanadi va suyuqlik kanalizatsiyaga oqiziladi.



12.6-rasm. Deflegmatsiya turidagi konsentrlash qurilmasi:

1 – retorta; 2 – o'txona; 3 – deflegmator; 4 – kondensator; 5 – o'txona gazlari issiqligidan foydalanish minorasi; 6 – kislota sovutgichi.

Kondensatorida ozgina vakuum hosil bo‘ladi, bu esa tizimning vakuum ostida ishlashini ta‘minlaydi va kislota birmuncha past haroratda qaynaydi, shuning uchun uning parchalanishi bartaraf etiladi. Konsentrlangan kislota qozondan to‘xtovsiz ravishda sovutgich 6 ga tomib turadi, deflegmatorga (3) ta‘minlash idishidan suyultirilgan kislota kelib turadi. Retortadagi (qozon) (1) aralashtirgichning aylanib turishi uning devorlarida cho‘kma hosil bo‘lishini oldini oladi, shu sababli bunday konsentratorlarda ifloslangan kislotalarni ham konsentrlash mumkindir.

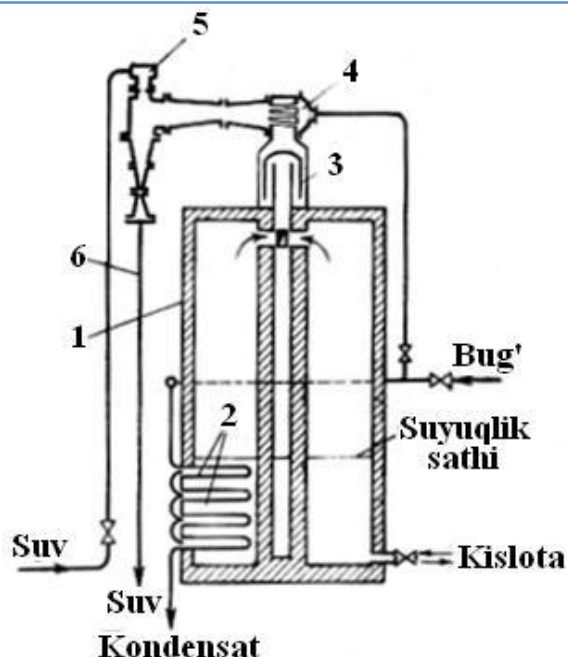
Deflegmatorli qurilmalarda kislota qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagiga nisbatan yuqori konsentratsiyali (98% H_2SO_4 gacha) kislota olinadi. Kislota yo‘qotilishi (barcha mahsulot kislotasining 1-2% qismi) kamdir, ammo kislota qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagi qurilmalarga nisbatan yoqilg‘i sarfi ko‘pdir. Kam unumdorlikka (10-20 t/sutka) ega bo‘lganligi sababli keltirilgan qurilma kam ishlatiladi. Issiqlikdan foydalanishni yaxshilash uchun chiqindi gazlari retortadan to‘ldirgichli minora 5 ga yuboriladi. Bu minoraga konsentrlash uchun yuboriladigan sulfat kislota taqsimlanadi.

Vakuumdə konsentrlash. Kislota (barcha suyuqliklar singari) vakuumda atmosfera haroratidan anchagina past haroratda qaynaydi. Past haroratda energiya kam sarflanadi, jihozlar korroziyalanishi kamayadi, shuningdek H_2SO_4 yo‘qotilishi ham kamayadi.

Vakuumdə, ayniqsa, tarkibida organik qo‘shimchalar bo‘lgan (masalan, kislotali gudrondan ajratilgan) kislotalarni konsentrlash maqsadga muvofiqdir, chunki vakuumda va past haroratda sulfat kislota qaytarilishi anchagina kamayadi.

Davriy ishlaydigan vakuum-bug‘latgichli qurilma tasviri 12.7-rasmda ko‘rsatilgan. Unda suyultirilgan sulfat kislota korpusga (1) keladi, u yerda kremniyli po‘latdan yasalgan quvurlar (2) bo‘yicha o‘tadigan bug‘ bilan qizdiriladi. Kislota dan ajralib chiqadigan bug‘lar tomchi ushlagich (3) orqali sovutgich (5) (aralashtirish kondensatori) ga so‘riladi, u yerda suv bilan aralashadi, soviydi va kondensatlanadi. Suv bug‘i qanchalik to‘la kondensatlansa va kondensatorga keladigan suvning harorati qanchalik past bo‘lsa, jihozdagi vakuum ham shunchalik katta bo‘ladi. Yanada chuqurroq vakuum hosil qilish uchun bug‘ tomchi ushlagichdan (3) suv oqimkanalli ejektor (4) bilan so‘rib olinadi. Kondensator barometrik quvur (6) bilan bog‘langan bo‘ladi.

Davriy ishlaydigan vakuum-bug‘latgichli qurilmaning har bir bosqichida 68% li sulfat kislota ni bug‘latib 50 t 93% li sulfat kislota olinadi. 50 t sulfat kislota ni bug‘latish bitta bosqichining vaqti 12 soatni tashkil etadi.



12.7-rasm. Vakuum-konsentrator tasviri:

1 – korpus; 2 – bug‘ quvuri; 3 – tomchi ajratgich; 4 – ejektor; 5 – kondensator; 6 – barometrik quvur.

Qizdirilgan bug‘ yordamida konsentrlash. Konsentratorga qaynoq o‘txona gazi o‘rniga 700°C haroratgacha qizdirilgan bug‘ ham berish mumkin. Kislotadan suvning bug‘lanishi natijasida konsentrlash jarayonida bug‘ miqdori ortadi. Konsentratoridan chiqadigan bug‘ qayta qizdiriladi va yana konsentratorga yuboriladi. Bug‘lanadigan suv miqdoriga muvofiq keladigan miqdordagi ortiqcha bug‘ konsentrator qurilmasidan chiqarib olinadi.

Minorali tizimlarda konsentrlangan sulfat kislota olish

Minorali tizimlarda nisbatan yuqori bo‘lmagan konsentratsiyali (75% H_2SO_4) kislota olinadi. Shuning uchun bu tizimlarda anchagina qimmatbaho hisoblangan mahsulot – yuqori konsentratsiyali sulfat kislota olish imkoniyati katta amaliy ahamiyatga egadir. Minorali sulfat kislotani bug‘latish uchun minorali tizimga keladigan kuyundi gazi issiqligidan foydalanishda bunday imkoniyat paydo bo‘ladi.

Konsentrlangan minorali sulfat kislota ishlab chiqarish yana shuning uchun ham muhimki, bunday kislotani kontaktli tizimga kiritish oleum ishlab chiqarishni 2 marta oshirishi mumkin. Minorali tizimlarda konsentrlangan kislota olish uchun birinchi denitratsiya minorasi uchun taqsimlashga beriladigan kislota miqdorini shunchalik kamaytiriladiki, natijada minoradagi kislota harorati 200°C gacha ko‘tariladi. Bunda denitratorning pastki qismida sulfat kislotaning jadallik bilan bug‘lanishi sodir bo‘ladi va uning konsentratsiyasi ortadi.

Tabiiyki, konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda minorali tizim ish sharoiti qiyinlashadi, chunki birgina minoraning o'zida ham kislotaning denitratsiyasi, ham uning konsentrlanishi amalga oshiriladi. Xuddi shu vaqtda sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan uning denitratsiyalanish jarayoni tezligi keskin kamayadi, buning natijasida mahsulot minorasining ish hajmi ortadi. Bundan tashqari, birinchi minoraga taqsimlanadigan kislota miqdori kamaytirilganda va bu kislotaning harorati oshirilganda birinchi minorada issiqlik almashinish jarayoni yomonlashadi. Shuning uchun minorali tizimlarda konsentrlangan kislota ishlab chiqarish uchun muhim sharoit birinchi minorada to'ldirgichlarning katta sirt yuzalarini hosil qilish (1 t/soat mahsulot sulfat kislotasiga 1500 m^2), bu to'ldirgichlarning yetarlicha kislotabardoshligi va termik chidamliligini ta'minlash hisoblanadi.

Minorali tizimlarda konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda denitratsiya minorasi suyuqlikni taqsimlash zichligining yetarlicha yuqori bo'lishi eng muhim hisoblanadi, chunki bu minoraga taqsimlanadigan kislota miqdori odatdagi sxema bo'yicha tizim ishlagandagiga nisbatan anchagina kam bo'ladi. Suyuqlikni kichik taqsimlash zichligi to'ldirgichlarni tez ifloslanishiga, uning gidravlik qarshiligining ortishiga, gazning kislota bilan to'qnashishining yomonlashishiga va kislotadagi azot oksidlari miqdorining ortishiga olib keladi. Suyuqlikni taqsimlash zichligi minora diametrini kamaytirish yo'li bilan oshiriladi.

Kuyundi gazining harorati qanchalik yuqori bo'lsa va undagi SO_2 miqdori kam bo'lsa, minorali kislota konsentratsiyasi shunchalik katta bo'ladi. Sulfit angidrid konsentratsiyasi kamayishi bilan mahsulot birlik ulushiga to'g'ri keladigan gaz hajmi ortadi, buning natijasida kuyundi gazi bilan kiradigan issiqlikning umumiy miqdori ortadi.

Konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda kuyundi gazi birinchi minorada nisbatan sekin soviydi, chunki minoraning pastki qismidagi taqsimlanadigan kislota yuqori haroratga (200°C gacha) ega bo'ladi. Bunday sharoitda sulfat kislota bug'lari bilan past darajada to'yinish yuzaga keltiriladi va oz miqdordagi tuman hosil bo'ladi. Shuning uchun konsentrlangan sulfat kislota ishlab chiqariladigan minorali tizimlarda chiqindi gazlarida juda oz tuman bo'ladi va tizim oxiridagi elektrofiltr qurilmasining keragi bo'lmaydi.

Nazorat uchun savollar

1. Nima uchun sulfat kislota konsentrlanadi?
2. Konsentrlangan sulfat kislota qanday maqsadlarda ishlatiladi?
3. Chiqindi kislotalarni tozalashning imkoniyati bo'lmasa, uni qanday maqsadda ishlatish mumkin?
4. Sulfat kislotasini konsentrlash jihozlarining qanday guruhlarini bilasiz?
5. Sulfat kislota eritmasi bug'latilganda gaz va suyuq fazalar tarkibi qanday bo'ladi?

6. Yuqori konsentrlangan sulfat kislota va oleum qizdirilganda gaz va suyuq faza tarkibi qanday bo'ladi?
7. Sulfat kislota eritmasini konsentrlashda sarflanadigan issiqlik qanday ko'rinishda bo'lishi mumkin?
8. Sulfat kislotasi eritmasini konsentrlashning umumiy issiqligi qanday hisoblanadi?
9. Qaynoq gazni kislota bilan to'g'ridan-to'g'ri to'qnashishi orqali konsentrlash qanday amalga oshiriladi?
10. Barbotajli konsentrator qurilmasida kislotani konsentrlash jarayonini tushuntiring.
11. Barbotajli konsentrator qurilmasining qanday jihozlarini bilasiz? Ularning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Barbotajli konsentrator ish rejimi qanday bo'ladi?
13. Venturi quvurli qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
14. Deflegmatsiya prinsipi bo'yicha ishlaydigan qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
15. Vakuumda kislotani konsentrlash qanday amalga oshiriladi?
16. Qizdirilgan bug' yordamida konsentrlash qanday amalga oshiriladi?
17. Qanday qilib minorali tizimlarda konsentrlangan sulfat kislota olinadi?

13-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISHDA HOSIL BO'LGAN CHIQINDILARNI QAYTA ISHLASH

Reja:

1. Mis tuzlari.
2. Misli metallolomdan mis kuporosi ishlab chiqarish.
3. Mis oksididan mis kuporosi ishlab chiqarish.
4. Oq mattni sulfatlashtirishli kuydirish bilan mis kuporosi olish.
5. Boshqa turdagi xomashyolardan mis kuporosi olish.
6. Asosli mis sulfat va karbonatlari. Mis xloroksidi.
7. Sulfat kislota ishlab chiqarishda hayotiy faoliyat xavfsizligi.
8. Sulfat kislota ishlab chiqarishda kimyoviy energiyadan foydalanish.

Mis tuzlari

Misning eruvchan birikmalari zaharlidir. Tarkibida mis tutgan preparatlarning qishloq xo'jaligida keng ishlatilishi shunga asoslangan. Fungisidlar orasida misli birikmalar oldingi o'rinlarda turadi. Mis(II)-sulfat (mis kuporosi), asosli mis(II)-

sulfat, asosli mis(II)-karbonat ko‘p ishlatiladi. O‘simliklarga purkash uchun ishlatiladigan preparatlar tarkibida ko‘pincha 80% gacha mis bo‘ladi. Chet ellarda kolloidli mis tutgan preparatlar ishlatiladi; bu mis tuzlari ishlatilishiga qaraganda anchagina tejamlidir.

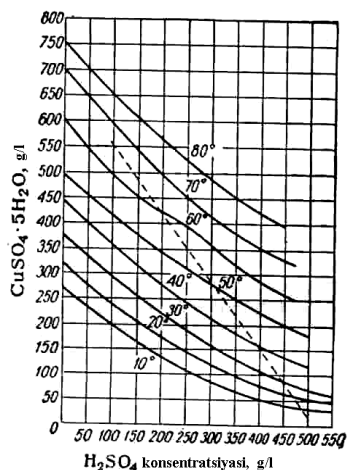
Mis kuporosi va misning boshqa birikmalarini olish uchun xomashyo sifatida misli metallolom yoki metall qayta ishlash korxonalarining chiqindilari - qirindi, kukun va boshqa, shuningdek mis metallurgiyasi oraliq mahsulotlari va chiqindilari – oq matt va mis oksidi, chang, dashqolli chiqindilar, mis elektrolitli korxonalar elektrolit eritmalari, ruda boyitish suvlari va kolchedan kuyundisidan ajratib olinadigan sementli mis va boshqalar ishlatiladi.

Fizik-kimyoviy xossalari. Mis qizdirilganda osonlik bilan kislorodni biriktirib, mis oksidlari Cu_2O va CuO hosil qiladi. CuO ustidagi kislorodning bosimi 450°C haroratda $6,963 \cdot 10^{-25}$, 1000°C da – 118, 1070°C da esa – 458 mm.sim.ust. ga tengdir. Cu_2O ustidagi kislorodning bosimi esa 450°C haroratda $7,561 \cdot 10^{-26}$, 1935°C da esa – 760 mm.sim.ust. ga tengdir. Mis oksidlari suvda erimaydi.

Ikki valentli mis karbonati CuCO_3 ni erkin holatda ajratib olib bo‘lmaydi, ammo uning asosli tuzilari $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ va $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ lar mavjuddir. Bu asosli tuzlar sovuq suvda erimaydi, issiq suvda esa parchalanadi.

Mis kuporosi deb ataladigan mis sulfatining besh suvli kristallogidрати $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ assimetrik ochiq ko‘k triklineodrik tizimdagi kristallar hosil qiladi. 110°C haroratgacha qizdirilganda u bir qism kristallizasiya suvini yo‘qotgan holda suyuqlanadi va uch suvli (havorang) va bir suvli mis sulfatlariga aylanadi. 258°C haroratda kuchli gigroskopik oq rangli suvsiz mis sulfat hosil qiladi.

Mis sulfatning 0°C dagi to‘yingan suvli eritmasida 12,9%, 20°C da – 17,4%, 55°C da 26,9%, 100°C da – 42,4% CuSO_4 bo‘ladi. Erkin sulfat kislota ishtirokida mis kuporosining eruvchanligi kamayadi (13.1 – rasm); eritmada $[\text{Cu}(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ kompleks ionini hosil qiladi.



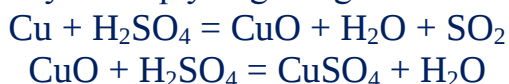
13.1 – rasm. Mis kuporosining erkin sulfat kislota ishtirokidagi eruvchanlik izotermasi.

Yuqori haroratda kislotali eritmalardan $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ kristallanadi (o'ng tomondagi va yuqoridagi uzuq chiziq).

Mis kuporosi, tarkibida 98, 94 va 85% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tutgan bir necha navlarda ishlab chiqariladi.

Misli metallolomdan mis kuporosi ishlab chiqarish

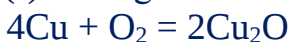
Jarayonning nazariy asoslari. Oksidlovchilar, xususan, havo kislorodi ishtirokisiz mis suyultirilgan sulfat kislota amalda erimaydi. U qaynoq konsentrlangan sulfat kislota yetarli darajadagi tezlikda eriydi, ammo bu jarayonni amalga oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki bunda sarflanadigan kislota yarmi oltingugurt dioksidge qaytarilishiga sarf bo'ladi, qolgan qismigina sulfat kislota ta'sirida misning oksidlanishidan hosil bo'lgan mis oksidini eritib, mis kuporosi hosil bo'lishiga sarflanadi. Bu jarayonlar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



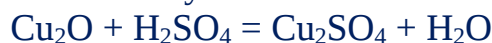
Sulfat kislotasini tejash maqsadida sulfat kislotali eritish jarayoni misning havo kislorodi ishtirokida oksidlanishi bilan bir paytda amalga oshiriladi. Misli metallolom rafinasiyalash (Fe, Zn, Al, Pb va boshqa qo'shimchalardan tozalash) uchun oldindan suyuqlantiriladi, eritish uchun qulay shaklga – katta sirt yuzasiga ega bo'lgan g'ovak donachalar shakliga kiritiladi, bu esa kislota eruvchanligini 5-10 marta oshiradi.

Pufakchali va g'ovak mis olish orqali donadorlash jarayoni mis suyuqlanmasinin birdaniga sovutish va qotishida tez suratdagi gazlar ajralishiga asoslangandir. Buning uchun ingichka oqimdagi sovuq suv beriladi. Suyuqlantirilgan misga ma'lum miqdordagi mis(I)-sulfid yoki oltingugurt (1-1,5%) qo'shiladi. Bunda hosil bo'ladigan oltingugurt dioksid misda eriydi, uni donadorlanish paytida ajralib chiqadi va mis tomchilariga purkalib, yupqa devorli g'ovak sharchalar hosil qiladi.

Mis donachalarining tarkibida mis sulfat ham tutgan suyultirilgan sulfat kislota bilan havo kislorodi ishtirokida ta'sirlashuvi, havo kislorodining kislota erishi, mis sirtiga diffuziyalanishi va uni mis(I)-oksidgacha oksidlashi orqali sodir bo'ladi:



Mis(I)-oksidi sulfat kislota eriydi:



Hosil bo'lgan mis(I)-sulfat osonlik bilan mis(II)-sulfatga oksidlanadi:



Jarayonning umumiy tezligi eng sekin ketadigan bosqich – misning mis(I)-oksidga oksidlanishi bilan belgilanadi. Buni kislorod eruvchanligining kamligi va

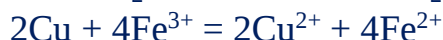
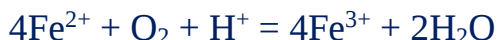
uning mis donachalari sirtiga diffuziyalanishining sekinligi bilan izohlanadi. Eritmada mis kuporosi hosil bo'lishi bilan jarayon tezlashadi. Bunda:



depolyarlanishi natijasida CuSO_4 mis bilan Cu_2SO_4 gacha qaytariladi, so'ngra Cu_2SO_4 yana havo kislorodi ta'sirida CuSO_4 gacha oksidlanadi. Shunday qilib, mis kuporosi kislorod tashuvchi vazifasini o'taydi.

Xaroratning ko'tarilishi, boshqa jarayonlardagi kabi kimyoviy reaksiyani tezlashtiradi, ammo kislorod eruvchanligining kamayishiga olib keladi, bu esa oksidlanishni sekinlashtiradi. Shuning uchun misni havo kislorodi ishtirokidagi sulfat kislotali eritish minorasida haroratni 80-85°C dan oshirmagan holda ushlab turiladi. Bunda misni oksidlash uchun minoraga havo bilan kiruvchi kislorodning taxminan 1/4 qismidan foydalaniladi, havoning sarfi 1 t mis kuporosi uchun ~1000 m³ ni tashkil etadi.

Eritmadagi CuSO_4 konsentratsiyasining ortishi natijasida kislorodning eruvchanligi kamayadi. Shuning uchun CuSO_4 konsentratsiyasi ortib borishi bilan misning erishi CuSO_4 ning katalitiklik ta'siri tufayli dastlab ortadi, so'ngra kislorodning yetishmasligi sababli kamayadi. Maksimum erish tezligi 120 g/l CuSO_4 konsentratsiyasida (tarkibida ~ 110 g/l H_2SO_4 tutgan eritma uchun) kuzatiladi. Eritmada temir ionlarining ishtirok etishi depolyarlanish hisobiga misning erishini anchagina tezlashtiradi:



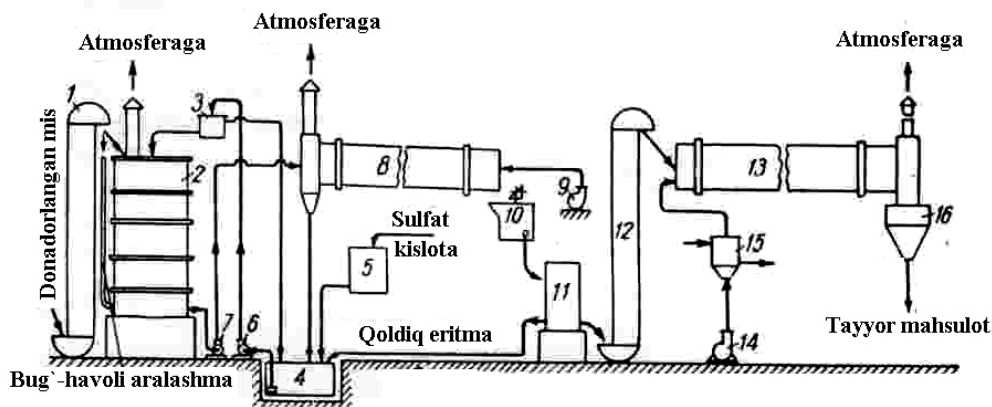
Fe^{2+} ionlari yana Fe^{3+} ga oksidlanadi va shunday qilib, jarayonning katalizatori vazifasini o'taydi. Fe^{3+} ionlari ta'sirida, tarkibida ~110 g/l H_2SO_4 , 60 g/l CuSO_4 va 20-22 g/l FeSO_4 tutgan eritmada eriydigan misning ulushi ~60% miqdori eritmaga o'tadi.

Misning erishida eng muhim omillardan biri uning donachalari sirtini eritma bilan bir tekisda yuvilishi (namlanishi) hisoblanadi. Donachalarning kislota bilan yomon namlanadigan qismlarida hosil bo'ladigan oksid plenka to'la erimaydi, mis sulfatning asosli tuzi $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$ hosil bo'ladi, u esa eruvchanligining kamligi tufayli eritmadan kritall holatda ajralib chiqadi va donachalar sirtida qattiq sementli quyqa hosil qiladi.

Jarayonni ishlab chiqarishda amalga oshirilishi. Mis metallolomidan mis kuporosi ishlab chiqarish uchta bosqichga bo'linadi: 1) donadorlangan mis olish; 2) mis sulfat eritmasi hosil qilish; 3) mis sulfatni kristallantirish va quritish.

Donadorlangan mis balandligi ~6 m, diametri 2,5 m bo'lgan eritish minorasiga solinadi (13.2 – rasm). Minora ichki qismi kislotaga chidamli g'isht va plitkalar bilan furerovkalangan po'lat listlardan tayyorlangan. Ostki qismidan 0,5-0,9 m balandlikda qo'rg'oshin bilan payvandlangan kolosnik panjara (mis donachalarini tutib turuvchi) – yolg'ondakam tubi bo'ladi. Minoraning yolg'ondakam tubi o'stiga mis donachalari

joylashadi, u erga davriy suratda minoraning qopqog'iga 0,25 m qolguncha mis donachalari solinadi. Qopqog' ostiga quvur joylashgan, uning yordamida qoldiq eritmaning sulfat kislotali aralashmasi bilan mis donachalari muntazam ravishda yuvib turiladi. Minoraga joylashtirilgan mis 22-28 t ni tashkil etadi.



13.2 – rasm. Donadorlangan misdan mis kuporosi ishlab chiqarish sxemasi:

1 va 12 – kovshli elevatorlar; 2 – yuvuvchi minora; 3 – bir xil darajali bak; 4 - qoldiq eritma yig'gichi; 5 – sulfat kislota uchun sarflash baki; 6 va 7 – markazdan qochma nasoslar; 8 – aylanuvchi kristallizator; 9 va 14 – ventilyatorlar; 10 – aralashtirgichli yig'gich; 11 – sentrifuga; 13 - quritgich; 15 – havo isitgichi; 16 – tayyor mahsulot bunkeri.

Minorada misning oksidlanishi va erishi bir vaqtda sodir bo'ladi. Bu jarayonlar issiqlik ajralishi bilan boradi va jarayonni o'tkazish uchun lozim bo'lgan haroratni, ya'ni 70-85°C ni ta'minlab turadi. Misni oksidlash uchun minoradagi kolosnik panjara ostidan havoning bug' bilan aralashmasi beriladi. Bug' havoni qizdirish uchun beriladi. Sovuq havo berilganda shelokning sovushi natijasida mis kuporosi kristallari ajraladi, bu esa pastki qatlamdagi mis donachalari sirtiga o'tirib qoladi va reaksiyani sekinlashtiradi. Bug'ning berilishi orqali minoradagi haroratni ham boshqarib turiladi. Minoradan chiqadigan bug'-havoli aralashma atmosferaga chiqarib chiqarib yuboriladi. 1 m³ erituvchi eritmadan sutkasiga 1,3 t dan ko'p mis kuporosi olinadi.

Yuvuvchi shelok 55-60°C haroratga ega bo'lib, uning tarkibida 20-30% CuSO₄ va 12-19% erkin H₂SO₄ bo'ladi. Yuvuvchi minoradan chiqadigan qaynoq shelok (74-76°C) – mis kuporosining to'yingan eritmasidan iboratdir, uning tarkibida 42-49% CuSO₄ va 4-6% erkin H₂SO₄ bo'ladi. Bu shelok xromnikelli po'latdan tayyorlangan markazdan qochma nasos yordamida eritmani havo bilan sovituvchi uzluksiz ishlaydigan aylanuvchi kristallizatorga uzatiladi. Mis kuporosi kristallarining qoldiq eritma bilan aralashmasi aralashtirgichli yig'gich orqali zanglamaydigan po'latdan yasalgan sentrifugaga kelib tushadi, u erda kristallar qoldiq eritmadan ajratiladi va suv bilan yuviladi. Ajratilgan, tarkibida 4-6% namlik va 0,15-2% kislota tutgan mahsulot barabanli sovutgichda havo bilan 90-100°C haroratda quritiladi. Qoldiq eritma va yuvindi suv sulfat kislotaga aralashtirilib ishlab chiqarish sikliga qaytariladi.

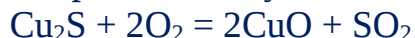
Mis oksididan mis kuporosi ishlab chiqarish

Mis oksidini sulfat kislota da eritilishidan mis kuporosi ishlab chiqarish mis suyuqlantirish korxonalarining oraliq mahsulotlari va chiqindilaridan mis oksidi olishga asoslangan.

Sulfidli rudalardan mis ajratib olishdagi bekorchi jinsni ajratilishi bilan xomashyoni dastlabki suyuqlantirilishida mis va temir sulfidlaridan iborat shteyn hosil bo'ladi. Shteynga kvarts qo'shish va havo purkash natijasida temir sulfid oksidlanadi va silikatga aylanadi. Dashqolni chiqarib yuborilishi natijasida yoriqlarida kumushrang oq rang bo'lgan mis(I)-sulfid Cu_2S qoladi, shuning uchun uni oq metall yoki *oq matt* deyiladi.

Oq matt 6-8 sm qalinlikdagi plita shaklida olinadi. Uni tarkibida, Cu_2S dan tashqari, 10% gacha mis va 0,5-3% temir metallari bo'ladi; misning umumiy miqdori 75-78% ni tashkil qiladi. U qora, so'ngra rafinasiyalangan mis olish uchun xizmat qiladi.

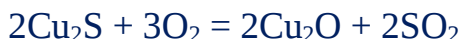
Mis kuporosiga qayta ishlash uchun oq mattni maydalanadi va sulfidning mis oksidga oksidlantirish maqsadida pechlarda kuydiriladi:



Sulfit angidridning bir qismi oq mattdagi temir katalizatorligida SO_3 gacha oksidlanadi, u mis oksidini sulfatlashtiradi. Shuning uchun oq matt kuydirilish mahsulotining tarkibida, asosiy mahsulot – mis oksididan tashqari, shuningdek sulfid qoldiqlarida ma'lum miqdordagi CuSO_4 bo'ladi. Buni e'tiborga olgan holda oq matt oksidlanishini umumiy holda quyidagi tenglama:



bilan ifodalanishi mumkin. Kislorod yetishmaganda yoki yaxshi aralashtirilmaganda ma'lum miqdordagi mis(I)-oksid hosil bo'ladi:



Mis(I)-oksid sulfat kislota da mis(II)-oksidga nisbatan yomon eriydi, shuning uchun kuydirilgan matt – kuyundida uning bo'lishi maqbul emas. Bu kuyundi tarkibida 87-90% CuO va 8-10% Cu_2S bo'ladi.

Mis oksidini sulfat kislota da eritish. Oq mattning kuydirilish mahsulotini kuydirish paytida hosil bo'ladigan qo'shimchalardan tozalash uchun elanadi va sulfat kislota da eritish uchun pishirish chan (katta yog'och idish) ga beriladi. Changa dastlab, tarkibida 28% mis sulfat bo'lgan qoldiq eritma, so'ngra eritmada 15-20% H_2SO_4 konsentratsiyali eritma hosil bo'lguncha sulfat kislota beriladi. Eritish, tarkibida 43% CuSO_4 va 3-4% erkin H_2SO_4 bo'lgan eritma hosil bo'lguncha davom ettiriladi.

Kuyundidagi mis metali va oksidlanmagan oq matt (Cu_2S) sulfat kislota da amalda erimaydi va erimaydigan quyqum hosil qiladi. Uni mis suyuqlantirish

korxonalariga qayta ishlash uchun qaytariladi. Tindirilgan mis kuporosi kristallantirishga yuboriladi.

Mis oksidi va sulfit angidrid gazidan mis kuporosi olish. Mis kuporosi olishning bu usuli anchagina tejamlidir. Lekin uni, asosan, tegishli xomashyo – mis oksidi va sulfit angidrid chiqindisi bo‘lgan mis suyuqlantirish korxonalari yaqinidagi mintaqalarda ishlatish maqsadga muvofiqdir.

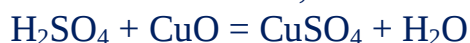
Shuning uchun oq mattdan mis kuporosi ishlab chiqarish ko‘proq qiziqish uyg‘otadi. Oq mattni oksidlanishli kuydirish natijasida mis oksidiga aylanadi. Bunda ajraladigan sulfit angidrid gazidan hosil qilingan mis oksidini mis kuporosiga aylantirishda tejamli foydalaniladi. Yetishmagan SO₂ o‘rnini mis suyuqlantirish pechlarida hosil bo‘ladigan sulfit angidrid bilan to‘ldiriladi. Shunday qilib, oq mattni mis kuporosiga qayta ishlash sulfat kislota sarflamasdan va uning komponentlari – mis va oltingugurni to‘liq ishlatilgan holda amalga oshirilishi mumkin.

Mis oksidi va sulfit angidrit gazidan mis kuporosi ishlab chiqarish usuli 85-95°C haroratda mis oksidining mis kuporosi suvli eritmasidagi suspenziyasini tarkibida SO₂ va kislorod tutgan kuchsiz sulfit angidrid gazi bilan ta’sirlashishiga asoslangandir.

Mis kuporosning hosil bo‘lishi bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan ikkita jarayon natijasida sodir bo‘ladi. Ulardan birida sulfit angidrid mis ionlarining katalitiklik ta’siri natijasida kislorod bilan oksidlanadi va suv bilan birikib, sulfat kislotaga aylanadi:



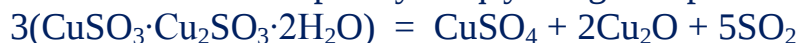
Hosil bo‘lgan kislota mis oksidini eritadi, bundan mis kuporosi olinadi:



Ikkinchisi – parallel sodir bo‘luvchi jarayonda esa, sulfit angidrid bilan SuO ning qisman Cu₂O ga qaytarilishi natijasida suvda yomon eriydigan Shevrel tuzi – bir va ikki valentli misning sulfit kislotali kompleks tuzi Cu(CuSO₃)₂·2H₂O yoki CuSO₃·Cu₂SO₃·2H₂O hosil bo‘ladi:



Bu tuz kislorod ishtirokisiz suspenziyani qaynatilganda parchalanadi:



Lekin sulfit angidrid va kislorodning ta’siri natijasida mis(I)-oksid erib, eritmaga o‘tadi va shuningdek, suspenziyadagi Shevrel tuzi cho‘kmasi mis kuporosiga aylanishi natijasida yo‘qolib boradi:



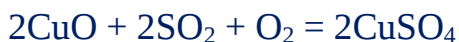
SO₂ va O₂ ta’sirida Shevrel tuzining oksidlanishi dastlab asosli mis sulfat hosil bo‘lishi bilan sodir bo‘ladi:



Bu reaksiya mis ionlarining katalitik ta'siri natijasida sulfat kislota hosil bo'lishiga nisbatan katta tezlik bilan boradi. H_2SO_4 ning to'planishi bilan mis sulfatning asosli tuzi eritmaga o'tadi:



Bu jarayonlar natijasida suspenziyadan barcha qattiq fazalar – CuO ham, $\text{CuSO}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ham, $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$ ham yo'qoladi. Shunday qilib, jarayonning umumiy tenglamasini:



tarzida ifodalanishi mumkin.

Xaroratning va eritmada CuSO_4 miqdorining ortishi bilan Shevrel tuzining eruvchanligi ortadi. 20°C dagi bu tuzning suvda eruvchanligi 0,042% ga, 60°C da esa – 0,14% ga tengdir. 20°C dagi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning 30% li eritmasida Shevrel tuzining eruvchanligi 0,1% ga, 60°C da esa – 0,379% ga ko'tariladi. Shuning uchun, oldindan mis kuporosida suspenziyalantirilgan kompleks tuz, uning suvli eritmasidagi suspenziyasiga nisbatan tez oksidlanadi. Shu tufayli mis oksidining boshlang'ich suspenziyasini suvda emas, balki mis kuporosi eritmasida tayyorlash maqsadga muvofiqdir.

Shevrel tuzining oksidlanish tezligi gazdagi SO_2 konsentratsiyasining kamayishi bilan ortadi. Buni gazlar aralashmasidagi kislorodning oksidlash uchun yetishmasligi bilan izohlanishi mumkin. Gazlar aralashmasida 1-4% SO_2 bo'lganda va 95°C haroratda Shevrel tuzi 15-20 minutda to'la oksidlanadi. Ammo jarayonni o'tkazish vaqti oldindan mis oksidini eritish va Shevrel tuzi hosil bo'lishi hisobiga uzayadi. 95°C haroratda va gazlar aralashmasida kislorod yetarlicha (hajmi nisbati $\text{O}_2:\text{SO}_2 > 4$) bo'lganda, 1 soatdagi misdan foydalanish darajasi 1 soatda 94-97% ni, 1,5 soatda esa – 99% dan katta miqdorni tashkil etadi.

Bu usul bilan mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik sxemasi anchagina soddadir. Mis oksidini mis kuporosining kristallantirilishidan qoladigan qoldiq eritma bilan suspenziyalantiriladi, suspenziyani $85-95^\circ\text{C}$ haroratgacha qizdiriladi va havo bilan suyultirilgan chiqindi sulfitli gazlar bilan to'yintiriladi. Hosil qilingan eritmadan 20°C haroratda mis kuporosi kristallantiriladi. Kristallar sentrifugada cho'ktiriladi, ajratib olinadi va qoldiq eritma jarayonga qaytariladi.

Oq mattni sulfatlashtirishli kuydirish bilan mis kuporosi olish

Mis kuporosini oq mattdan oksidlanishli kuydirish va so'ngra hosil qilingan mis oksidini sulfat kislota eritish yo'li bilan olish usulining muhim kamchiligi shundaki, oq mattdagi oltingugurning asosiy qismi ishlatilmaydi. Xuddi shu paytda, bu oltingugurt hisobiga nazariy jihatdan olinganda oq mattdagi 50% misni mis kuporosiga aylantirish mumkin va ayni paytda kuydirish mahsulotini keyingi qayta ishlashda sulfat kislota sarfi 2 marta kamayadi. Shu maqsadda oq mattni nafaqat

oksidlanishli kuydirishni, balki sulfatlashtirishli kuydirishni, ya'ni nisbatan uncha yuqori bo'lmagan haroratda (400-500°C) va yetarlicha ortiqcha miqdordagi kislorod bilan uzoq vaqt kuydirishni ham amalga oshirish lozimdir. Bu sharoitda:



reaksiyalarining muvozanati o'ng tomonga siljiydi va 60-70% sulfidli oltingugurt sulfatli shaklga aylanadi, bu esa 30-35% misning mis sulfatga aylanishiga muvofiq keladi. Kuydirish mahsulotini qayta ishlash uchun oddiy oksidlanishli kuydirish usulidagiga qaraganda 1,5 marta kam miqdordagi sulfat kislota sarflanadi, misdan foydalanish darajasi esa 90% ga yetadi.

Oq mattning sulfatlantirishli oksidlanishidan mis sulfat hosil qilish mexanizmini quyidagi elementar reaksiyalar orqali tasavvur etish mumkin. Sulfitning bir qismi to'g'ridan-to'g'ri sulfatga aylanadi:



Shu bilan bir vaqtda oltingugurt dioksid va mis oksid hosil qilgan holda mis sulfidning oksidlanishi sodir bo'ladi:



So'ngra mis oksidi, oq mattdagi temir oksidi katalizatorligi ta'sirida SO_2 ning katalitik oksidlanishi natijasida qosil bo'ladigan sulfat angidrid bilan ta'sirlashadi, qisman esa:



reaksiyalari bo'yicha sulfatlanadi.

Boshqa turdagi xomashyolardan mis kuporosi olish

Misli rudalar umumiy zaxirasining 10-15% ni misning oksidlangan shakldagi rudalari tashkil etadi. Rudada mis miqdori oz bo'lsa, undan suyuqlantirish usuli bilan mis meetalini ajratib olish qisman tejamsiz hisoblanadi. U holda bunday rudalarni gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish maqsadga muvofiqdir. Oksidlangan rudalardagi mis oksidi sulfat kislota yaxshi eriydi. Hosil qilingan suyultirilgan eritmadan mis sulfatning kristall mahsulotini olish uchun bug'latilishi ham mumkin, yoki temir metalli (metallolomi) dan yasalgan tayoqchalar yordamida mis metallini ajratib olinishi ham mumkin:



Misning elektrod potentsiali temirnikiga qaraganda anchagina katta – tarkibida Cu^{2+} yoki Fe^{2+} tutgan 1 M eritmalarda, odatdagi haroratda va vodorod bosimi 1 atm da Cu uchun +0,34 v, Fe uchun -0,44 v ga teng. Shuning uchun temir eritmadagi

misni *sementli mis* deb ataladigan yupqa metall quyqum tarzida siqib chiqaradi. Sementli mis xuddi mis metallolom singari mis kuporosiga qayta ishlanadi.

Shunday usul bilan kolchedan kuyundisidan, tarkibida 2% gacha Cu tutgan boshqa turdagi chang, dashqol, ruda koni tashlandiqlari va boshqa meteriallardan mis kuporosi olinadi.

Asosli mis sulfat va karbonatlari. Mis xloroksidi

Asosli mis sulfat $3\text{Cu}(\text{OH})_3 \cdot \text{CuSO}_4$ ni mis sulfat eritmasidan soda va bo‘r bilan cho‘ktirib olinadi:



Bo‘r sodaga nisbatan arzonidir, ammo cho‘ktirishda hosil bo‘ladigan kalsiy sulfat mahsulot tarkibiga o‘tib, undagi asosiy komponentlar nisbiy miqdorini kamaytiradi. Shuning uchun tarkibida 28-29% mis tutgan ($3\text{Cu}(\text{OH})_3 \cdot \text{CuSO}_4$) preparat olish uchun, mis sulfat eritmasidan 40% mis soda bilan, qolgan 60% miqdori esa maydalangan mel bilan cho‘ktiriladi. Cho‘ktirish $80-85^\circ\text{C}$ haroratda amalga oshiriladi.

Hosil qilingan bo‘tqa filtrlashga yuboriladi. Filtrlangan mahsulot tarkibida 20-35% namlik bo‘ladi. Uni barabanli quritgichda o‘txona gazlari bilan 150°C haroratda quritiladi va maydalanadi.

Asosli mis sulfat suvda erimaydi, va uning suvli suspenziyasini o‘simliklarga purkash uchun ishlatiladi. Namlanuvchi kukun olish uchun maydalangan mahsulotga kukun shaklidagi sulfitli shelok, o‘simlik barglarida yopishib turishi uchun esa dekstrin qo‘shiladi.

Asosli mis karbonatlari mis kuporosi va soda eritmalarining ta’sirlashishidan olinadi. Xaroratga va cho‘ktirish sharoitiga bog‘liq holda havorang tuz $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ yoki yashil tuz $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ hosil bo‘ladi. Eritmalar aralashtirilganda dastlab havorang cho‘kma ajraladi, so‘ngra u $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibga ega bo‘lgan yashil rangdagi kristallga aylanadi.

Turli xil asosli mis xlorid birikmalari – mis oksixloridlari ichida $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yoki $3\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ muhim ahamiyatga ega, uni mis xloroksidi deb yuritiladi. Uni mis xlorid eritmasidan ohak suti yoki bo‘r bilan cho‘ktirib olinadi:



yoki



Mis xloroksidi olish uchun mis xlorid eritmasi ham ishlatilishi mumkin, uni havoda $45-50^\circ\text{C}$ haroratda oksidlanadi. Bu usul bilan $\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2$ yoki $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ birikmalari (oksidlanish davrining uzayishiga bog‘liq holda)

olinadi. Jarayonni, shuningdek, havo purkab turilgan holda mis metalli bilan mis xloridning o‘zaro ta’sirlashishi yo‘li bilan ham amalga oshirilishi mumkin.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda hayotiy faoliyat xavfsizligi

Odatdagi, avtomatlashtirilmagan sxema bo‘yicha sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidrid, azot oksidlari yoki sulfat kislota bug‘lari bilan zaharlanish, sulfat kislota bilan kimyoviy kuyish, jihoz va kommunikatsiyalar qaynoq sirtiga tegib ketish natijasida termik kuyish mumkin, shuningdek elektr toki bilan shikastlanishni ham istisno qilmaslik kerak.

Sulfit angidrid bilan ishlash. Sulfit angidrid terini, burun, ko‘z va yuqori nafas olish organlari shilliq pardalarini yallig‘lanishiga olib kelishi mumkin. Havo tarkibida 0,06 mg/l SO₂ bo‘lganda o‘pkaning shishishi va yurakning kengayishi bilan boradigan kuchli zaharlanishga olib kelishi mumkin. Zaharlanish belgilarida bosh aylanadi, shilliq pardalar yallig‘lanadi (burun oqishi, chuchkurish, yo‘tal paydo bo‘ladi). Kuchli zaharlanganda umumiy quvvatsizlanish, nafas bo‘g‘ilish, qon tuflash bilan kuchli yo‘tal paydo bo‘ladi va xattoki xushdan ketish mumkin. Ishlab chiqarish binolari ish joylarida havodagi sulfit angidridning yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan konsentratsiya chegarasi 10 mg/m³ dan oshmasligi kerak.

Sulfit angidridning avariya ajralib chiqishida zaharlanishni oldini olish uchun filtrlovchi protivogazlar tutilishi kerak. Zaharlangan shaxslar zudlik bilan ochiq havoga olib chiqilishi, unga kislorod berish va kuchsiz soda eritmasi ichirish kerak. Kuchli zaharlanganda sun‘iy nafas oldirish va zudlik bilan shifokorga murojaat etish lozim.

Sulfat angidrid bilan ishlash. Sulfat angidrid erkin holatda havo tarkibida bo‘lmaydi; suv bug‘i bilan birikib, u sulfat kislota mayda tomchilaridan iborat tuman hosil qiladi. Havoda sulfat kislotali tumanning bo‘lishi nafas olishni qiyinlashtiradi, lekin uning oz miqdordagi dozasi nafas olish shilliq pardalarini yallig‘lantirmaydi. Ishlab chiqarish binolar ish joylaridagi sulfat angidrid va sulfat kislotaning yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan konsentratsiya chegarasi 1 mg/m³ dan oshmaydi.

Tumansimon sulfat kislota bilan zaharlanganda tomoqni soda eritmasi bilan chayish va ehtiyotlik bilan (shifokor nazoratida) spirt, efir yoki xloroform bug‘i bilan nafas olish kerak.

Sexlarda sulfit va sulfat angidridlar chiqishini oldini olishning asosiy choralari gaz o‘tkazgich quvurlar va jihozlarning germetikligini ta’minlashdir. Jihozlar va kommunikatsiyalar holatini sinchiklab nazorat qilib borish hamda o‘z vaqtida ta’mirlash orqali kontakt sexidagi gazlarning atmosferaga chiqib ketishini to‘la bartaraf etiladi.

Azot oksidlari bilan ishlash. Azot oksidlari o‘pkaga ta’sir etib, uni yallig‘lantiradi va ularda shish paydo qiladi. Zaharlanish nafas olish yo‘llarini kuchsiz

yallig‘lantirish (yo‘tal) dan boshlanadi, u azot oksidlari yo‘qotilgandan bir oz vaqt o‘tgach o‘tib ketadi. Anchagina og‘ir holatlarda nafas olish yo‘llarini kuchli yallig‘lanishi seziladi, kuchli yo‘tal, ba‘zan bosh og‘rig‘i, ko‘ngil aynishi kuzatiladi; ayrim hollarda jabrlanuvchi chuqur nafas ololmaydi. Keyinchalik yuqori haroratli o‘pkaning yallig‘lanishiga olib kelishi mumkin. Azot oksidlarining qisqa muddatli ta‘sirida $150-200 \text{ mg/m}^3$ (N_2O_3 hisobida) miqdori xavfli miqdor hisoblanadi; azot oksidlarining yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan konsentratsiya chegarasi 5 mg/m^3 ni tashkil etadi.

Azot oksidlari bilan zaharlanganda, xuddi sulfit angidrididagi zaharlanish singari, jabrlanuvchini zudlik bilan ochiq havoga olib chiqish, unga kislorod berish yoki sun‘iy nafas oldirish va shifokor chaqirish kerak.

Sulfat kislota bilan ishlash. Konsentrlangan sulfat kislota teriga sachraganda kuchli kuyadi, uzoq vaqt tuzalishi qiyin bo‘lgan yara hosil qiladi. Kuyish terining katta yuzasida bo‘lishi juda xavflidir, u ayrim hollarda hayot uchun ham xavflidir.

Teriga tushgan sulfat kislota zudlik bilan kuchli suv oqimida yuvilishi, so‘ngra tananing zararlangan yuzasi 5% li soda eritmasi bilan namlanishi va vazelin surtilishi kerak. Ortiqcha miqdordagi suv bilan yuvish muhimdir, chunki uning oz miqdorida kislotaning suyultirish issiqligi va sulfat kislotaning soda eritmasi bilan neytrallanish issiqligi hisobiga kuyish yana ham kuchayishi mumkin.

Kuchli kuyganda yuqoridagi choralar ko‘rilgandan keyin albatta shifokorga murojaat etish lozimdir.

Sulfat kislota sexlarida soda eritmasi bo‘lgan gidrantlar o‘rnatilgan bo‘ladi va bachoklar qo‘yiladi.

Kislota bilan kuyish ehtimolligi nasoslar va kislota quvurlari yaqinida yana ham ko‘proq bo‘ladi. Shuning uchun nasoslar, jo‘mraklar, ventillarga xizmat ko‘rsatishda va kislota quvurlarini ta‘mirlashda himoya ko‘zoynaklaridan foydalanish kerakdir. Kislota quvurlari, armaturalar, nasoslarni ta‘mirlashda va salniklar o‘rnatishda rezinali oldiga tutgich (fartuk) va qo‘lqoplarda ishlash, yig‘gichlar va sovutgichlarni ta‘mirlashda esa rezina etik ham kiyish lozimdir.

Vodorod sulfid bilan ishlash. Vodorod sulfid – kuchli ta‘sir etuvchi zahardir. Yuqori ($1 \text{ g/m}^3 \text{ H}_2\text{S}$ dan yuqori) konsentratsiyalarda zaharlanish juda tez yuz beradi, u talvasa yuz berishi va xushdan ketish kuzatiladi; nafas olish markazini falaj bo‘lishi natijasida o‘limga olib kelishi mumkin. Vodorod sulfid oz miqdordagi konsentratsiyalarda yallig‘lantirish ta‘siriga egadir, ishlab chiqarish binolaridagi ish joylarida vodorod sulfidning yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan konsentratsiya chegarasi 10 mg/m^3 ni tashkil etadi.

Vodorod sulfid havo bilan portlovchi aralashma hosil qiladi, shuning uchun ishga tushirish va ishlatish bo‘linmalarida H_2S ni yondirish uchun yong‘in havfsizligi qoidalariga alohida e‘tibor berilishi kerak.

Kontakt sexining pech bo‘linmasida, sulfitli gaz bilan zaharlanishdan tashqari, mehanizmlarni ishlatishdagi ehtiyotsizlik tufayli kuyish va jarohat olish mumkin. Pechlarga xizmat ko‘rsatish jarayonida maxsus to‘siq qilinmagan pechga suyanish man etiladi.

«Kuzatish oynasi» orqali xomashyoni yonishini kuzatish lozim bo‘lsa, maxsus ko‘zoynak taqiladi, chunki pechdan kutilmaganda chiqadigan alanga ko‘zni jarohatlashi mumkin.

Elektr toki bilan ishlash. Tok o‘tkazuvchi simlar va detallarga noto‘g‘ri yondoshilganda elektr toki inson hayoti uchun katta xavf soladi. Elektr toki bilan shikastlanish ikkita: issiqlikli (kuyish) va mexanik (to‘qimalarning buzilishi) turlarga bo‘linadi. Elektr urishi butun organizmning umumiy shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Shuni bilish kerakki, inson tokning ta’sir maydoniga qanchalik yaqin tursa, uning organizmi shunchalik kuchli shikastlanadi. Shikastlanish oqibati tokning kattaligi va kuchlanishiga, uning ta’sir etish vaqtiga, tok o‘tish yo‘liga va inson sog‘ligining holatiga bog‘liqdir.

Yurak va sil kasalliklari bilan og‘rigan kishilarga tokdan shikaslanish ayniqsa xavflidir.

Yuqori kuchlanishli (masalan, elektrofiltirlarda) tokdan shikastlanish juda xavfli bo‘lib, o‘limga olib kelishi mumkin.

Elektr tokidan shikastlanishni oldini olish uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlaydigan har bir xodim xavfsizlik texnikasi qoidalarini bilishi va unga qat’iy rioya etishi lozimdir, xususan, tok bo‘lgan ochiq simlarni himoyalangan qo‘l bilan ushlamaslik, elektr yoritgichlari va elektrodvigatellarni o‘z bilganicha ta’mirlamaslik (bu ishlarni navbatchi elektromontyorlar bajaradi) kerak, elektrodvigatellarni o‘chirish va yoqish maxsus qo‘lqoplar kiyib olingan holda amalga oshiriladi. Elektr tokini o‘chirmasdan elektrofiltirlar binolariga kirish va u yerda qandaydir ta’mirlar o‘tkazish qat’iy taqiqlanadi. Jihozlar va yuqori kuchlanishli simlar joylashgan binolar (shinali koridor, taqsimlash punkti va izolyatorlar) da hamma eshiklar yopiq bo‘lishi kerak va eshiklar ochilganda kuchlanishni uzib qo‘yadigan blokirovkalar o‘rnatilishi kerak.

Elektr toki bilan shikastlanganda zudlik bilan jabrlanuvchini tok ta’siridan ajratish (jabrlanuvchi tegib turgan tarmoqni uzish yoki uni tok o‘tkazuvchi simdan ajratib olish) kerak. Bunda shuni doimo nazarda tutish kerakki, jabrlanuvchi tok ta’siri ostida turadi va unga yordam beradigan inson uchun ham tok bilan shikastlanishida birinchi manba bo‘lishi mumkin. Yordam beruvchi kishi rezina qo‘lqop va etik kiyishi yoki hech bo‘lmaganda qo‘lni quruq tok o‘tkazmaydigan mato bilan o‘rab olishi, quruq taxta ustiga chiqib olishi kerak. Jabrlanuvchi simdan ajratib olingandan keyin sun’iy nafas oldirilishi va zudlik bilan shifokor chaqirilishi kerak.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda yong'in uchun havfli moddalar ishlatilmaydi, shu sababli sulfat kislota sexlarida odatdagi yong'inga qarshi qoidalarga rioya etilishi kerak.

Mehnat xavfsizligi qoidalari. Sulfat kislota sexlarida meditsina ko'rigidan o'tgan va ushbu ishlab chiqarish uchun o'rnatilgan texnik minimumlarni topshirgan shaxslarnigina ishlashiga ruhsat etiladi. Texnika xavfsizligi bo'yicha yo'riqnoma har bir ish o'rini uchun ishlab chiqilishi kerak.

Barcha xizmatchilar uchun texnika xavfsizligini bilishini nazorat qilish va yo'l-yo'riqlar ko'rsatish yarim yilda kamida bir marta o'tkaziladi.

Ishlatiladigan maxsus kiyimlar belgilangan me'yorlarga mos kelishi kerak; ishga kirishishda o'zi bilan himoya vositalari (protivogaz, maxsus ko'zoynak, rezina qo'lqoplar) bo'lishi kerak. To'siqlar bo'lmaganda jihozlar qismlari harakatlanadigan joylar yaqinida ishlash man etiladi.

Odamlar o'tadigan joylarda kislota quvurlarining flaneslari (birlashtirgichlari) ga himoya g'loflari o'rnatilishi kerak.

Jihozlarni sovuqda ta'mirlash, shuningdek bosim ostidagi kislota, havo va gaz jihozlarini ta'mirlash taqiqlanadi. Jihoz va quvurlarni ta'mirlashdan oldin ular albatta yuvilishi, quritilishi kerak, kislota qoldiqlari ohak bilan neytrallanishi lozimdir.

Namunalar olishda va kislotalarni quyishda himoya ko'zoynaklari taqib olinishi va rezina qo'lqop kiyilishi kerak. Kislotani suv bilan suyultirishda suvga kislota (*aksincha emas!*) quyiladi. To'kilib ketgan kislotani yuvib tashlanadi, kislota to'kilgan joy ohak bilan neytrallanadi.

Kislota quvurlarini, shuningdek kislotali jihoz va idishlarni nazorat qilishda himoya ko'zoynaklari taqib olish va rezina qo'lqoplari kiyib olish kerak.

Binolarga zaharli gazlar ajralib chiqqanda zudlik bilan protivogaz kiyiladi.

12 v dan yuqori kuchlanishli elektr lampochkalari uzaytirgichlaridan foydalanish taqiqlanadi, lampochka uzaytirgichlari va shnurlari muhofazalangan va quruq bo'lishi kerak. Elektrodvigatellarni o'chirish va yoqish faqatgina yaroqli rezina qo'lqoplarida amalga oshiriladi.

Sulfat kislota sexlaridagi barcha xizmatchilar o'z-o'ziga va bir-biriga birinchi tibbiy yordami ko'rsatish uchun o'qitilgan bo'lishi kerak.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda kimyoviy energiyadan foydalanish

Sulfat kislota ishlab chiqarish asosidagi barcha reaksiyalar issiqlik ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi. Bu issiqlikdan foydalanish nafaqat ishlab chiqarishning o'ziga bog'liq barcha energetik sarfni qamrab oladi, balki bu energiyaning bir qismini energetik bug' yoki elektroenergiyaga aylantirishga berilishi mumkin, ya'ni sulfat kislota ishlab chiqarishni energo-texnologik ishlab chiqarish darajasiga ko'tarish mumkin.

Bunday ishlab chiqarishni tashkil etish imkoniyatini oltingugurtdan kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish misolida ko'rib chiqamiz. Jarayon quyidagi ekzotermik reaksiyalarga asoslanadi:



13.1-jadvalda ishlab chiqarishda boradigan jarayonlarni tavsiflaydigan va 1 t sulfat kislota olish hisobiga to'g'ri keladigan ma'lumotlar keltirilgan. Bunda kolchedan va vodorod sulfiddan sulfat kislota olishdagi shunday ma'lumotlar ham keltirib o'tilgan.

450°C harorat va 4 MPa bosimdagi energetik bug'ning issiqlik miqdori 3330 kJ/kg (0,795 Gkal/t) ni tashkil etadi, shuning uchun bu kattalikka muvofiq 1 t mahsulot sulfat kislotasidan olinadigan bug'ning nazariy miqdori 13.1-jadvalda keltirilgan.

13.1-jadval

Turli xil xomashyolardan 1 t sulfat kislota olishda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

Jarayonlar	Oltingugurt		Kolchedan	Sulfid anidrid
	mln kJ	%		
Xomashyoni yondirish	3,03 [(1) reaksiya]	55,1	4,35	5,29
SO ₂ ni SO ₃ ga oksidlash	0,98[(2) reaksiya]	17,8	0,98	0,98
H ₂ SO ₄ ning hosil bo'lishi	1,34[(3) reaksiya]	24,4	1,34	1,34
93% H ₂ SO ₄ gacha suyultirish	0,15	2,7	0,15	0,15
Jami	5,50	100,0		
Olinadigan bug'ning nazariy olish mumkin bo'lgan miqdori, t	1,65		6,82	7,76

Amalda esa tevarak atrof muhitga issiqlikning yo'qotilishi, shuningdek, SO₃ absorbsiyasida ajraladigan barcha issiqlik keyingi bosqichda absorberlarga taqsimlanadigan sulfat kislota sovuqida yo'qoladi. Buni absorbsiya jarayonini nisbatan past harorat – 70°C da amalga oshirilishi, bunda issiqlikdan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqbul emasligi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun bu energiyadan nafaqat foydalanilmaydi, balki sovutuvchi suv tarzida qo'shimcha energiya sarflanganligi sababli tizimdan chiqarib yuborilmaydi.

Ishlab turgan sulfat kislota qurilmalarida ishlatiladigan issiqlik miqdori yo'qotilgan issiqlik bilan aniqlanadi, uning miqdori ishlab chiqarish texnologik tizimi va jarayonlar ko'rsatkichlariga bog'liqdir. Masalan, Tabiiy 10.1-rasmda tasvirlangan tizim bo'yicha ishlaydigan ishlab chiqarish uchun yo'qotiladigan issiqlik miqdori Q_1 quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$Q_n = Q_1 + Q_2 \quad (4)$$

bu yerda: Q_1 – sulfat kislota hosil bo‘lishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, 1,34 mln kj/t (7.1-jadval); Q_2 – 1- va 2- absorberlarga beriladigan gazni sovitishda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, mln kj/t.

$$Q_2 = Vc\Delta t_1 + Vc\Delta t_2 = Vc(\Delta t_1 + \Delta t_2) \quad (5)$$

V – absorberga kiradigan gaz hajmi, 2230 m³/t; c – gazning issiqlik sig‘imi, 1,38 kj/(m³·°C); Δt_1 – gazning 1-absorberga kirishida va undan chiqishidagi haroratlari farqi ($\Delta t_1 = 230 - 70 = 160^\circ\text{C}$); Δt_2 – gazning 2-absorberga kirishidagi va tizimga kiradigan havo haroratlari o‘rtasidagi farq ($\Delta t_2 = 195 - 20 = 175^\circ\text{C}$).

Ko‘rsatkichlar qiymatlarini (4) va (5) tenglamalarga qo‘yib,:

$$Q_n = 1,34 + 2230 \cdot 1,38 \cdot (160 + 175) \cdot 10^{-3} = 2,37 \text{ mln kj/t ni topamiz.}$$

Shunday qilib, oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishda issiqlikdan foydalanishning nazariy mumkin bo‘lgan darajasi:

$$\alpha = \frac{5,35 - 2,37}{5,35} \cdot 100 = 55,7\%$$

bo‘ladi, ya’ni olinadigan bug‘ miqdori taxminan 1 tonna/tonnani tashkil etadi.

Korxonalardan energetik bug‘ni mahsulot sifatida chiqarish nisbatan kam ulushni tashkil etadi va u ko‘pgina zavodlarda 0,5-0,6 t/t ni tashkil etadi, chunki olinadigan bug‘ning anchagina katta miqdori oltingugurt filtrlarini hamda ifloslangan va toza oltingugurt va vodorod sulfid rezervuarlarini qizdirishga sarflanadi.

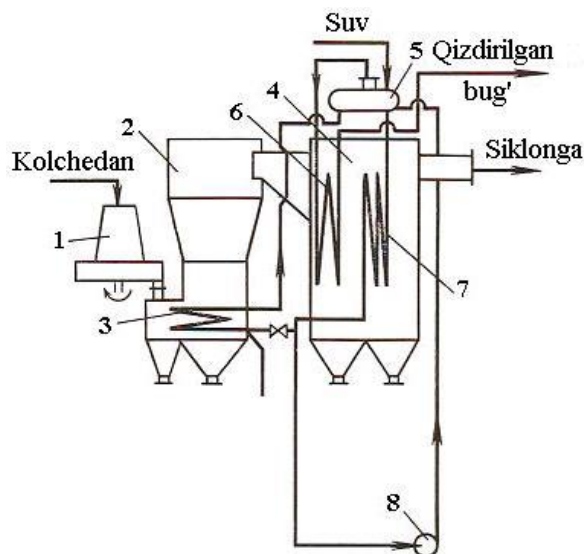
Kolchedandan sulfat kislota ishlab chiqarishda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori anchagina katta miqdorda bo‘ladi, lekin undan foydalanish darajasi oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishdagiga nisbatan anchagina past bo‘ladi. Kolchedan bilan ishlaganda issiqlikning katta miqdori nafaqat SO₃ absorbsiyasida, balki nisbatan past haroratda amalga oshiriladigan gazlarni maxsus tozalashda yo‘qotiladi. Bunda gaz 400°C dan 50°C gacha sovitiladi. Ishlatiladigan issiqlik jarayondan qaynovchi qatlam pechida va qozon-utilizatorida (13.1-rasm) chiqarib olinadi, u yerda ajralib chiqadigan umumiy issiqlikning (13.2-rasm) taxminan 50% miqdori ishlatiladi, undan energetik bug‘ olinadi:

$$P = \frac{6,82 \cdot 0,5}{3,33} = 1,0 \text{ t/t}$$

Alohida holatlarda absorbsiya bo‘linmasida issiq suv tarzida ajratib olinadigan issiqlikdan qisman binolarni isitishda, shuningdek, maishiy va sanoat ishlab chiqarish maqsadlari uchun ishlatiladi.

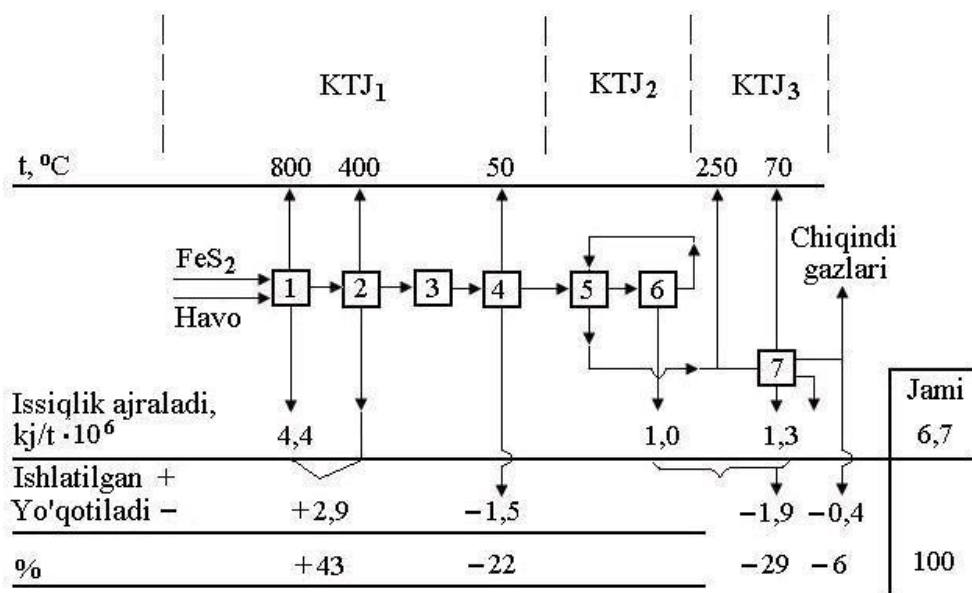
13.3-rasmda Lurgi firmasi (Germaniya) tomonidan yaratilgan qo‘shaloq kontaktlanish usulida oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi keltirilgan. Bu sxema bo‘yicha SO₃ ni oraliq absorbsiyasi yuqori haroratda amalga oshirilishi orqali issiqlikdan foydalanishning yuqori darajasiga erishiladi; quruq chiqindi gazlari (oxirgi absorberdan so‘ng) issiqligidan absorbsiya bo‘linmasi kislotasi bilan oldindan isitilgan quyi konsentratsiyali ishlatilgan chiqindi sulfat kislotani konsentrlashda foydalaniladi.

Oraliq absorber (12) to'ldirgichli skrubber minorasi bilan biriktirilgan Venturi quvuri ko'rinishida bo'ladi (13.5-rasm). Taqsimlanadigan kislota Venturi quvurining quyiladigan joyida hamda Venturi quvuri bilan skrubber minorasi biriktiriladigan gaz o'tish joyida sachratiladi. Bunda kislota qisqartirish mayda tomchilari gaz oqimi bilan qo'shiladi va minora to'ldirgichlarini namlaydi, bunda minora kislota taqsimlash kerak bo'lmay qoladi.



13.3-rasm. Qozon-utilizator qurilmasining sxemasi:

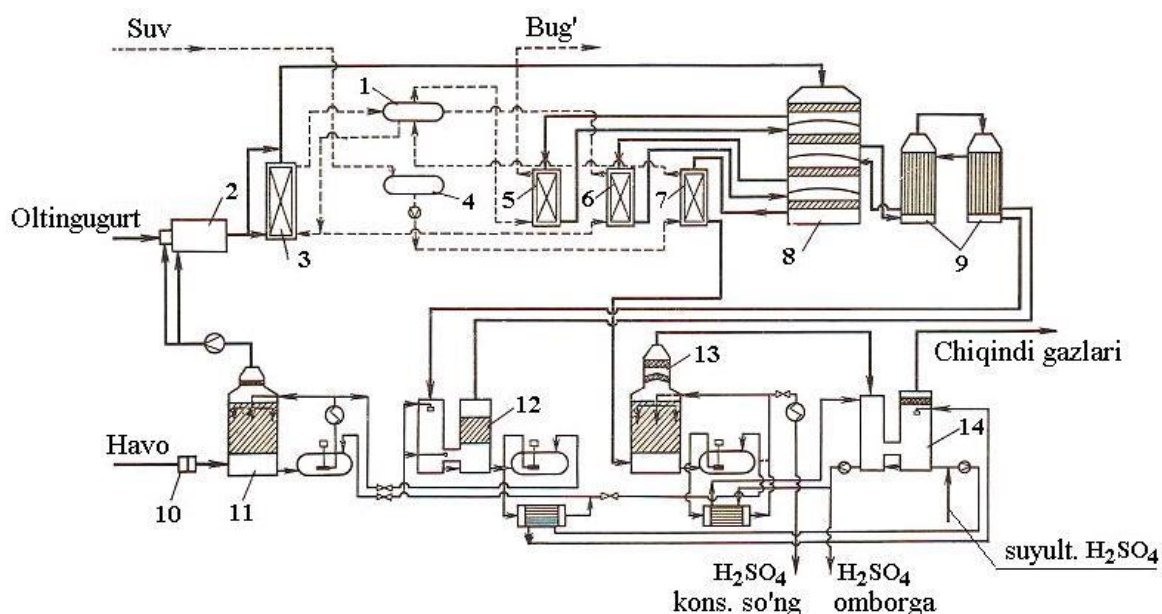
1-bunker-ta'minlagich; 2-qaynovchi qatlam pechi; 3-sovutish elementlari; 4-qozon-utilizator; 5-baraban-separator; 6-bug'li qizdirgich; 7- sovutish elementlari; 8-sirkulyatsiya nasosi.



13.4-rasm. Flotatsiyali kolchedandan sulfat kislota ishlab chiqarishda reaksiya issiqligidan foydalanish:

1-flotatsiyali kolchedanni kuydirish va kuyundi gazi olish; 2-qozon-utilizatorlarda gazni sovitish; 3-gazni changdan tozalash; 4-gazni yuvish va quritish; 5-gazni qizdirish; 6-katalizatorlarda SO₂ ni SO₃

ga oksidlash; 7-sulfat kislota hosil qilish bilan SO_3 ni absorbsiyalash (KTJ_1 – SO_2 olish; KTJ_2 – SO_2 ni SO_3 ga oksidlash; KTJ_3 – H_2SO_4 olish).



13.5-rasm. Ishlatilgan chiqindi sulfat kislota konsentrlash uchun issiqlikdan foydalanish yo'li bilan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1-bug' barabani; 2-oltingugurtni yoqish uchun pech; 3- qozon-utilizator; 4-qozon uchun suvni ta'minlash sig'imi; 5-bug' qizdirgich; 6-bug'latgich; 7-ekonomayzer; 8-kontakt jihozi; 9-gazning issiqlik almashtirgichi; 10-havo filtri; 11-quritish minorasi; 12-oraliq absorber; 13-oxirgi absorber; 14-konsentrlash tarmog'i.

Oraliq absorber uchun taqsimlashga beriladigan kislota harorati 80°C atrofida bo'ladi, ammo uni shunday miqdorda beriladiki, bunda gazning haroratini absorberdan chiqishda $120-140^{\circ}\text{C}$ darajasida ushlab turiladi. Shunday texnologik tartib sababli issiqlik almashtirgichlarda (9) gazni qizdirish osonlashadi.

Konsentrlash uchun beriladigan ishlatilgan chiqindi sulfat kislota absorberlardan chiqadigan kislota ni sovishi hisobiga issiqlik almashtirgichlarda qizdiriladi, so'ngra konsentrlash uchun jihozga (14) yuboriladi, bu qurilmaning tuzilishi oraliq absorberga (12) o'xshaydi. Oxirgi absorberdan (13) chiqadigan gaz jihozning (14) Venturi quvuriga yuboriladi; bu gaz tarkibida suv bug'i bo'lmaydi, shuning uchun uning qizdirilgan chiqindi sulfat kislota tomchilari bilan to'qnashishi natijasida kislota eritmasining bug'lanishi sodir bo'ladi.

Jarayonning bunday tizimi oxirgi absorberdan chiqadigan gazlar issiqligidan katta miqdorda foydalanishni ta'minlaydi.

13.5-rasmda qozon-utilizator (3) va issiqlik almashtirgich o'rtasida suv va bug'ning sirkulyatsiyasi hisobiga mahsulot sifatida qizdirilgan bug' ishlab chiqaradigan shunday sxema ko'rsatilgan.

Nazorat uchun savollar

1. Mis tuzlari qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
2. Mis tuzlarining fizik-kimyoviy xossalarini tushuntiring.
3. Misli metallolomdan mis kuporosi ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
4. Mis oksididan mis kuporosi ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
5. Oq mattni sulfatlashtirishli kuydirish bilan mis kuporosi olish jarayonini tushuntiring.
6. Mis kuporosi olishning barcha xomashyolarini ayting.
7. Asosli mis sulfat va karbonatlari hamda mis xloroksidi olish jarayonini tushuntiring.
8. Sulfit angidridning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
9. Sulfat angidridning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
10. Azot oksidlarining qanday zararli ta'sirini bilasiz?
11. Sulfat kislotaning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
12. Vodorod sulfitning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
13. Elektr toki bilan ishlashda qanday ehtiyot choralarini ko'rish kerak?
14. Mehnat xavfsizligi qoidalarini tushuntiring.

14-MAVZU: MINERAL O'G'ITLAR TURLARI. O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA ISHLAB CHIQARISH KORXONALARI

Reja:

1. Tuproqqa mineral o'g'itlar solishning zarurati.
2. O'g'itlar klassifikatsiyasi
 - Azotli o'g'itlar
 - Fosforli o'g'itlar
 - Kaliyli o'g'itlar
 - Mikroelementlar
 - Kompleks o'g'itlar
3. Mineral o'g'itlarning assortimenti va asosiy tarkibi.
4. O'zbekiston Respublikasida ishlab chiqarish korxonalari.

Tuproqqa mineral o'g'itlar solishning zarurati

Kimyolashtirish, kompleks mexanizatsiyalash, elektrlashtirish, melioratsiya ishlari va tuproqning unumdorligini oshirish borasidagi boshqa tadbirlar asosida ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish qishloq xo'jaligini yuksaltirishdagi asosiy yo'nalish hisoblanadi.

Qishloq xo'jaligini jadallashtirish ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyoti bilan obyektiv ravishda bog'liq bo'lgan iqtisodiy jarayonlar qatoriga kiradi.

Qishloq xo'jaligini izchil va har tomonlama intesivlashda kimyolashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Kimyolashtirish o'g'itlar, o'simliklarni muhofaza qilishning kimyoviy vositalari, gerbitsitlar, defoliantlar va desikantlardan foydalanishdan iborat.

O'simlik o'sish davrida ba'zi elementlarni havodan bargi orqali, ba'zilarini tuproqdan oladi.

O'simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi: *organogenlar* deb ataladigan – uglerod, kislorod, vodorod, azot; *zolli elementlar* deb ataladigan – fosfor, kaliy, kalsiy, magniy va oltingugurt; *mikroelementlar* deb ataladigan – bor, molibden, mis, rux, kobalt, marganes va temir o'simliklarning hayot faoliyati davomida muhiya ahamiyatga egadir. Bir element o'rnini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har biri o'simliklarda o'ziga xos funksiyalarni bajaradi. O'simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar ham, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar kirishi mumkin. Ammo bu yoki boshqa elementlarning bo'lishi o'simliklar hayoti uchun muhim ahamiya kasb etmaydi. Yashil o'simliklarga atmosferadan keluvchi asosiy elementlar qatorida uglerod, kislorod va vodorod kiradi. Bu elementlarning ulushi o'simlikning quruq massasiga nisbatan 93,5% ni tashkil etadi, shu jumladan uglerodga – 45%, kislorodga – 42% va vodorodga – 6,5% to'g'ri keladi.

O'simlikning me'yorida o'sishi va rivojlanishi uchun uni yetarli miqdordagi ozuqa moddalari bilan ta'minlanishi kerak. O'simliklar uchun azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, va oltingugurt asosiy ozuqa moddalari hisoblanadi. O'simliklardagi bu elementlar miqdori yuzdan bir ulush foizdan bir necha foizgacha bo'ladi va *makroelementlar* deyiladi. O'simliklarga bulardan tashqari, shuningdek, bor, molibden, mis, marganes, rux, temir va boshqa shular kabi bir qator o'simlik va tuproqda mingdan bir ulush foizda bo'ladigan moddalar zarurdir. Ularni *mikroelementlar* deyiladi.

O'simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot, fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga egadir. Bunday elementlar tutgan o'simliklarning ozuqa mahsulotlari qishloq xo'jaligida asosiy *mineral o'g'itlar* nomi bilan yuritiladi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi, tuproqda bu moddalar miqdori yildan-yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi, bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir yetadi. Tuproqning unumdorligini oshirish uchun yerni yetarli darajada o'g'itlanishi kerak.

Go'ng – organic o'g'itlardan eng foydaligi hisoblanadi. Go'ng tarkibida uning har tonnasida 5 kg azot, 2,5 kg fosfat angidrid va 6 kg kaliy oksid bo'ladi. Tuproqni

ozuqa moddalari bilan yetarlicha ta'minlash uchun gektariga 20 t dan 40 t gacha go'ng solinishi lozim. Organik o'g'itlar qishloq xo'jaligining kun sayin ortib borayotgan talabini qondira olmaydi, chunki go'ng va boshqa organik o'g'itlar tarkibidagi ozuqa moddalari mineral o'g'itlardagiga nisbatan bir necha barobar kamdir. Masalan, 1 t go'ng tarkibida 5 kg azot bo'lsa, 1 t ammiakli selitrada 350 kg azot bo'ladi.

Lekin, mineral o'g'itlarni bilgan holda, me'yorida ishlatilishi kerak. Tuproqni o'g'itlashtirishning o'zigina hosildorlikni oshirishning yagona sharti bo'lib hisoblanmaydi. Buning uchun tuproqning sifatini yaxshilanishi, ekinni belgilangan vaqtda sug'orilishi, o'simliklarni to'g'ri rivojlantirilishi, turli kasallik va zararkunandalarga qarshi kurashish lozimdir.

Mineral o'g'itlardan foydalanilishidan yildan-yilga paxta va boshqa texnika ekinlarining hosili tobora ortmoqda. Masalan, 1930 yilda Markaziy Osiyo respublikalarida har gektar yerdan 7-8 s paxta olingan bo'lsa, hozirga paytga kelib, gektaridan o'rta hisobda 29,2 s hosil olinmoqda. Tuproqqa solingan har 1 kg fosfor qo'shimcha 6-7 kg paxta, 50-60 kg kartoshka, har 1 kg azot esa qo'shimcha ravishda 15-20 kg paxta va 150 kg kartoshka olish imkonini bermogda (14.1 – jadval).

14.1 – jadval

Mineral o'g'itlarning ekinlar hosildorligiga ta'siri

Ekinlar	1 t mahsulot olish uchun sarflanadigan o'g'it miqdori (kg)			1 ga dan 1 t qo'shimcha mahsulot olish uchun kerak bo'ladigan o'g'it miqdori (kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Paxta.....	50	15	50	77,0	37,0	0-50*
Donli o'simliklar	30	11,5	20	46,0	28,9	33,4
Jo'xori (don uchun) ...	25	9	20	38,4	22,4	33,4
Jo'xori (silos uchun)...	3,4	1,2	3,2	5,3	3,0	5,3
Qand lavlagi	5,2	1,8	7,5	8,0	4,5	12,5
Kartoshka	5,0	1,5	7,0	7,7	3,7	11,7

*Tuproqdagi zaxirasiga qarab kaliyli o'g'it solinadi.

Mineral o'g'itlar ekinning hosildorligini oshirishi bilan birgalikda mahsulotlar sifatini ham yaxshilaydi: dondagi oqsil va kartoshkadagi kraxmal miqdorlarini ko'paytiradi, paxta tolasining pishiqligini oshiradi.

Hosildorlikni oshirishdagi omillarni baholashda: AQSH da 50% gacha, Fransiyada 50-70% gacha qo'shimcha hosil olish o'g'itlar hissasiga to'g'ri keladi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, hosildorlikning oshirishdagi o'g'itlarning ulushi MDH mamlakatlarining qoratuproqli mintaqalarida 40-50% ga, noqoratuproqli mintaqalarida 60-75% ga, Markaziy Osiyoda, xususan, O'zbekiston Respublikasi xududidagi unumdor tuproqlarda 50-60% ga to'g'ri keladi.

O'g'itlar klassifikatsiyasi

O'g'itlar kelib chiqishiga ko'ra, noorganik – mineral, organik, organo-mineral va bakterial turlariga sinflanadi. Ular qattiq, suyuq va suspenziyal holatda bo'lishi mumkin.

Mineral o'g'itlar (yoki sun'iy o'g'itlar). Ular sanoat ishlab chiqarish yo'li: noorganik xomashyolarni kimyoviy yoki mexanik qayta ishlash (masalan, agrokimyoviy rudalar – fosforitlar, kaliyli tuzlar, dolomitlar va xokazolarni maydalash) orqali tayyorlanadigan noorganik mahsulotlardan hosil qilinadi. Xomashyo sifatida xizmat qiladigan havo azotidan yoki tarkibida o'simliklar uchun ozuqa bo'ladigan moddalar tutgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat – kokslash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor tutgan rudalardan metallarni suyuqlatirib olinishida fosforli o'g'itlar sifatida qo'llaniladigan tomasshlak yoki martenli dashqollar olinadi. Xomashyoni kimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mineral o'g'itlar ta'sir etuvchi moddalarning yuqori konsentratsiyaliligi bilan ajralib turadi.

Ta'sir etuvchi modda bo'yicha mineral o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli va mikroelementli (borli, molibdenli va b.) turlarga bo'linadi.

Organik o'g'itlar. Ulardagi elementlar o'simlik va hayvonlardan olinadigan chiqindi moddalar tarkibida bo'ladi. Bunday o'g'itlarga birinchi navbatda go'ng, shuningdek o'simlik va hayvonlar chiqindilari (torf, kunjara, baliq va parranda chiqindisi, suyak uni, aholi chiqindisi va turli oziq-ovqat mahsulotlari chiqindilari) ni qayta ishlash natijasida olinadigan mahsulotlar ham kiradi, bunga yashil o'g'itlarni ham kiritish mumkin.

Organo-mineral o'g'itlar tarkibida organik va mineral moddalar bo'ladi; bunday o'g'itlar torf, ko'mir va boshqa organik moddalarni ammiak yoki fosfat kislota bilan qayta ishlash orqali olinadi. Ularni shuningdek go'ng yoki torfni fosforli o'g'itlar bilan aralashtirish yo'li bilan ham olinadi.

Bakterial o'g'itlar – tuproqdagi va o'g'itlardagi yoki havodagi azot, shuningdek minerallashtirgan organik moddalar bilan oziqlanuvchi mikroorganizmlar tutgan preparatlar kiradi. Bunday o'g'itlar qatoriga azotobakterin, tuproq nitragini kiradi.

Mineral o'g'itlar agrokimyoviy ta'siri bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan, bilvosita foydalaniladigan va o'simliklar o'sishini boshqaruvchi preparatlar turlariga bo'linadi.

To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar o'simliklarning bevosita oziqlanishiga mo'ljallangan. Ular tarkibida o'simliklar hayoti uchun muhim bo'lgan elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, oltingugurt, temir, shuningdek

mikroelementlar (bor, molibden, mis, rux, kobalt) tutadi. To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar, o'z navbatida, oddiy (bir yoqlama) va kompleks (ko'p yoqlama) o'g'itlarga bo'linadi.

Oddiy o'g'itlar tarkibida o'simliklar oziqlanuvchi elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, bor va boshqalardan bittasi bo'ladi. Ular ham o'z navbatida azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli o'g'itlar turlariga bo'linadi.

Azotli o'g'itlar suvda yaxshi eriydi, ular azot birikmalarining: ammiakli, ammoniyli, amidli va ularning turli hosilalari (ammiak-nitratli, ammiak-amidli va x.o.) shakllari bilan farqlanadi. Bundan tashqari, yuvilmaydigan va suvda qiyin eriydigan azotli o'g'itlar, masalan karbamid-formaldegidli o'g'itlar, izobutilendikarbamid, oksamid va boshqalar ham ishlatiladi.

Fosforli o'g'itlar. Eruvchanligi va o'simliklarga o'zlashishi jihatdan fosforli o'g'itlar uchta guruhga bo'linadi:

- 1) suvda eruvchan: ulardagi fosforli birikmalarning asosiy qismi suvda eriydi, shu sababli o'simliklarga oson o'zlashadi; bunday o'g'itlar tarkibiga superfosfat, qo'shaloq superfosfatlar, shuningdek, murakkab fosforli o'g'itlar – ammosfos, nitroammosfos, nitroammosfoska, nitrofoska, karboammosfoska va boshqalar kiradi;
- 2) sitratli eruvchan: ularga tarkibida limon kislota ammoniyli tuzining ammiakli eritmasi (ammoniy sitrat) da eriydigan fosfor birikmalari tutgan o'g'itlar kiradi; ammoniy sitrat eritmasining muhiti tuproq eritmasi muhitiga yaqin bo'lganligi uchun bunday o'g'itlarni o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtiriladi; sitratli eruvchan o'g'itlarga: presipitat (dikalsiyfosfat) kabi o'g'itlar kiradi;
- 3) limonli eruvchan: bunday o'g'itlar suvda va ammoniy sitrat eritmasida erimaydi, ammo limon kislotasining 2% li eritmasida eriydi; ularga: ftersizlangan fosfatlar, tomasshlak, qisman fosforit uni (mayda fraksiyasi) kiradi; kam eruvchanligiga qaramay, bunday o'g'itlar kislotali tuproqlarda yaxshi samara beradi; bunday o'g'itlardagi fosfor birikmalari sekinlik bilan (xattoki yillab) tuproq eritmasiga o'tadi va o'simliklarga o'zlashadi, shuning uchun ularni *sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar* deb ham ataladi.

Kaliyli o'g'itlar konsentrlangan (kaliy xlorid, kaliy sulfat, kalimagneziya va boshqa) va yetilmagan tuzlar (silvinit, kainit) turlariga bo'linadi. Suvda erimaydigan minerallar (nefelin, dala shpati) to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida foydalanilmaydi, ular kaliyli o'g'itlar olish uchun xomashyo vazifasini o'taydi. Masalan, nefelindan kaliy sulfat olinadi.

Mikroo'g'itlar – kam me'yorda (gektariga gramm va kilogrammlarda) qo'llaniladigan o'g'itlar hisoblanadi. Tarkibida mikroelementlar tutgan – borat kislota, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), cho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli chiqindilar suvda erimaydi. Ularni suvda eriydigan holatga

qayta ishlanadi yoki to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida suvda eriydigan ham, suvda erimaydigan ham mikroo'g'itlar ishlatiladi.

Kompleks o'g'itlar – tarkibida kamida ikkita ozuqa elementi tutgan o'g'itlar hisoblanadi. Ikkilamchi kompleks o'g'itlar (masalan, azot-fosforli, azot-kaliyli, fosfor-kaliyli) va uchlamchi kompleks o'g'itlar (masalan, azot-fosfor-kaliyli) turlarga bo'linadi. Uchlamchi o'g'itlar to'la tarkibli o'g'itlar deyiladi. Kompleks o'g'itlar tarkibida shuningdek mikroelementlar, pestitsid va o'stiruvchi moddalar qo'shimchalari bo'lishi mumkin.

Kompleks o'g'itlar ularni ishlab chiqarish xususiyatiga ko'ra guruhlanadi:

- *aralash o'g'itlar*: turli kukunsimon yoki donadorlangan tayyor o'g'itlarni mexanik usulda aralashtirish yo'li bilan olinadi;
- *murakkab-aralash donadorlangan o'g'itlar*: aralashtirish jarayonida kukunsimon tayyor o'g'itlarni suyuq reagentlar (ammiakli suv, fosfat yoki sulfat kislota va boshqalar) qo'shish bilan aralashtirilish orqali olinadi;
- *murakkab o'g'itlar*: yagona texnologik jarayonda xomashyoni qayta ishlash orqali olinadi.

Ta'sir etuvchi moddalarning konsentratsiyasi bo'yicha o'g'itlar shartli ravishda quyi konsentratsiyali (oddiy), tarkibida 20-25% gacha; konsentrlangan – 30-38%; yuqori konsentratsiyali – 60% dan ko'p va ultra konsentrlangan – 100% dan ko'p ta'sir etuvchi komponentli turlarga bo'linadi.

Bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar – o'g'itlardan foydalanish sharoitini yaxshilash maqsadida tuproqqa kimyoviy, fizik va mikrobiologik ta'sir etish uchun qo'llaniladi, masalan, tuproq kislotaliligini neytrallashtirish uchun maydalangan ohaktosh, dolomit yoki so'ndirilgan ohak qo'llaniladi; sho'rxok tuproqlar melioratsiyasi uchun gips ishlatiladi, shu bilan bir vaqtda u kalsiy manbai hisoblanadi; tuproq kislotaliligini (fosforli o'g'it bilan solinadigan fosfor birikmalarining eruvchanligini oshirish maqsadida) oshirish uchun natriy bisulfit ishlatiladi.

O'g'itlar fiziologik kislotali, fiziologik ishqoriy va fiziologik neytral turlariga bo'linadi. *Fiziologik kislotali o'g'itlarga* o'simliklar asosan kationlarni o'zlashtiradigan o'g'itlar kiradi, anionlar esa tuproq eritmasini kislotaliligini oshiradi, masalan, ammoniy sulfat, ammoniy nitrat, kaliy xlorid, kaliy sulfat va boshqalar. Fiziologik kislotali o'g'itlarga ammoniyli azotli o'g'itlar, shuningdek karbamid ham kirishi mumkin. Nitrifikasiyalovchi bakteriyalar ta'sirida ammiak nitrat kislotagacha oksidlanishi natijasida tuproq kislotaliligi ortadi.

Fiziologik ishqoriy o'g'itlarga anioni o'simliklarga assimilyasiyalanadigan o'g'itlar kiradi, ulardagi kation esa tuproq muhitini ishqorlashtirgan holda to'planadi. Masalan, bunday o'g'itlarga natriy, kaliy va kalsiy nitratlari kiradi.

Mineral o'g'itlarning assortimenti va asosiy tarkibi

Mineral o'g'itlar assortimenti barcha turdagi o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli, mikroo'g'itlar, kompleks o'g'itlar, ohakli va boshqa materiallarni qamrab oladi.

O'g'itlarning muhim sifat ko'rsatkichi ulardagi o'simliklar uchun zarur bo'lgan – ta'sir etuvchi moddalar miqdori hisoblanadi. Asosiy ta'sir etuvchi moddalar azot, fosfor va kaliy birikmalari hisoblanadi. Hozirgi paytda o'g'itdagi ularning miqdori elementar azot (N), fosfor(V)-oksid – fosfat anhidrid (P_2O_5) va kaliy oksid (K_2O) hisobida o'lchanadi.

Davlat standartlari (DAST) yoki texnik shartlar (TSH) asosida mineral o'g'itlardagi bir yoki bir necha ta'sir etuvchi moddalarning minimal miqdori belgilab beriladi. Shu bilan bir qatorda ushbu standartlarda o'g'itdagi namlik va o'g'itlar tarkibidagi o'simliklarga zararli, shuningdek fizik-kimyoviy va mexanik xossalari kursatkichlariga salbiy ta'sir etuvchi qo'shimchalar miqdori chegaralanadi. Namlikning ortishi o'g'itning yopishqoqligini oshiradi va bir butun massa holatida qotib qoladi. Bundan tashqari, namlik o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalar miqdorini kamaytiruvchi ballast hisoblanadi.

Quyida mineral o'g'itlar asosiy turlarining assortimenti keltirilgan.

Azotli o'g'itlar qattiq va suyuq holatda ishlab chiqariladi. Qattiq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it – tarkibida 45-46% N tutgan karbamid, undan keyin tarkibida 33,6-34,6 % N tutgan ammiakli selitra hisoblanadi. Kam konsentratsiyali o'g'it – tarkibida 20-21% N tutgan ammoniy sulfat nisbatan ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

Suyuq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it – tarkibida 82% N bo'lgan suvsiz ammiak hisoblanadi. Kam konsentratsiyali ammiakatlar va azotli eritmalar tarkibida 30-36% N va ammiakli suv tarkibida 20-21% N bo'ladi.

Barcha azotli o'g'itlar, ular tarkibidagi azotning shakliga qarab, beshta: ammiakli, ammoniyli, nitratli, ammoniyli-nitratli, amidli guruhlarga bo'linadi.

Fosforli o'g'itlar suvda eriydigan va suvda erimaydigan shakllarda ishlab chiqariladi. Suvda eruvchan fosforli o'g'itlarga apatit va fosforitdan olinadigan oddiy superfosfatlar (muvofig ravishda 20-21% $P_2O_{50'zl}$ va 14-15% $P_2O_{50'zl}$) va qo'shaloq superfosfatlar (ishlatiladigan xomashyo va fosfat kislotaga muvofig ravishda 40-50% $P_2O_{50'zl}$) kiradi.

Qiyin eriydigan o'g'it – fosforit unining anchagina miqdori to'g'ridan to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Bunday fosforit uni yuqori darajada maydalangan bo'ladi va undagi P_2O_5 miqdori katta chegarada o'zgarishi mumkin. Suvda erimaydigan o'g'it sifatida o'g'itli presipitat ham ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda suvda erimaydigan o'g'itlar qatorida ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, marten dashqollari ham ishlatilmoqda.

Kompleks o'g'itlar. Ularga tarkibida ikkita va uchta ozuqa elementi bo'lgan murakkab o'g'itlar (ammofos, diammodfos, superammofos, nitroammofoska, nitrofoska va boshqalar), murakkab-aralash va aralash o'g'itlar, shuningdek suyuq kompleks o'g'itlar kiradi. Mikroo'g'itlar, ohakli materiallar, gips va gipsli materiallar, hayvonlar uchun ozuqali kimyoviy vositalar assortimetri, shuningdek barcha turdagi barcha turdagi o'g'itlarning agrokimyoviy xossalari mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi va ularning qo'llanilishi to'g'risidagi ma'lumotnoma adabiyotlarida batafsil keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasida ishlab chiqarish korxonalari

Agrosanoat kompleksini jadallashtirish omillaridan biri qishloq xo'jaligida qo'llaniladigan mineral o'g'itlardan samarali foydalanishdir. Bunda ishlab chiqarilayotgan mineral o'g'itlar assortimentini kengaytirish, xomashyo zaxiralaridan samarali foydalanish orqali mahsulot ishlab chiqarishning iqtisodiy tejamkor va ekologik samarador texnologiyalarini yaratish hamda sanoatga tadbqiq etish muhim o'rin tutadi.

Respublikamizda bir necha mineral o'g'itlar sanoat korxonalari bo'lib, ularda azotli, fosforli va kaliyli oddiy o'g'itlar va azot-fosforli, azot-kaliyli va azot-fosfor-kaliyli murakkab o'g'itlar ishlab chiqarmoqda. O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining asosiy mahsuloti paxta va dondir va bunda yiliga paxtadan 3 mln.t va bug'doydan 5 mln.t. hosil olinmoqda. Ma'lumki, har bir tonna paxta hosili olish uchun yiliga tuproqdan 45 kg azot, 15 kg P_2O_5 va 45 kg K_2O , har bir tonna bug'doy uchun esa 35 kg azot, 10 kg P_2O_5 , 24 kg K_2O o'zlashtiriladi. Bu esa qishloq xo'jalik mahsulotlari (paxta va don) yetishtirishda ekin maydonlaridan yiliga 310 ming tonna azot (N hisobida), 115 ming tonna fosfor (P_2O_5 hisobida) va 255 ming tonna kaliy (K_2O hisobida) ozuqa elementlarini o'zlashtiradi. Bundan tashqari, boshqa turdagi qishloq xo'jaligi mahsulotlari ham tuproqdan o'zi bilan katta miqdordagi ozuqa elementlarini olib chiqadi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi. Tuproqda bu moddalarning miqdori yildan-yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi va bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir etadi. Tuproqning unumdorligini oshirish uchun yerni yetarli darajada o'g'itlanishi kerak. O'zbekiston paxtachilik ilmiy-tadqiqot instituti ma'lumotlariga ko'ra, mineral o'g'itlarsiz paxtadan 12 s/ga hosili olish mumkinligi, hosildorlikni 30-35 s/ga yetkazish uchun tuproqqa gektariga 225 kg azot, 150 kg fosfor, 100 kg kaliy ozuqa elementlari solish hamda to'g'ri agrotexnik qoidalariga amal qilinishi lozimligi aniqlangan.

D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi 40 dan ortiq kimyoviy elementlar o'simliklarning normal holatida o'sishi va rivojlanishi uchun zarurdir. Jumladan, azot,

fosfor, kaliy, kalsiy, oltingugurt va magniy o'simliklarning asosiy ozuqa moddalari tarkibiga kiradi. Tuproq unumdorligini oshirishda va undan olinadigan hosildorlikni ko'tarishda qo'llaniladigan barcha mineral o'g'itlar ichida fosforli o'g'itlar yetakchi rol o'ynaydi. Fosforli o'g'itlarga bo'lgan talabni qodirish fosfat xomashyolarini qazib olish va qayta ishlash korxonalarining quvvatini oshirish asosida amalga oshiriladi. Ishlab turgan korxona uskuna va qurilmalaridan foydalanib, qisqa muddatda mahalliy xomashyo manbalarini qayta ishlash orqali o'g'itlar olish muhim ahamiyatga egadir.

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qaroriga binoan respublika qishloq xo'jaligining fosforli o'g'itlarga bo'lgan ehtiyojini ta'minlash maqsadida Qizilqum fosforit kombinati tashkil etildi. 1998 yil 29 maydan boshlab quvvati yiliga 300 ming tonna bo'lgan fosforit uni ishlab chiqarilmoqda. 2001 yil 21 avgustdan esa yiliga tarkibida 27-28% P_2O_5 bo'lgan 400 ming tonna termokonsentrat yuqori sifatli azot-fosforli murakkab o'g'it – ammosfos ishlab chiqarish uchun yubormoqda.

Hozirgi paytda Respublikamizdagi «Maxam-Chirchiq» AJda ammiakli selitra, karbamid, KAS, ammiak, nitrat kislota, kaliy sulfat va boshqalar, «Farg'onaazot» AJ va «Navoiyazot» AJda ammiakli selitra, karbamid, KAS, NPK, ammiak, nitrat kislota, va boshqalar, «Ammofos-Maxam» AJda ammosfos, superfos va boshqalar, «Samarqand Kimyo» AJda nitrofos va boshqalar, JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals»da ammoniylashgan oddiy superfosfat, Navoiy «Elektrokimyosanoat» AJda oddiy superfosfat, «Dehqonobod kaliyli o'g'itlar zavodi» AJda kaliy xlorid mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda.

Surxondaryo viloyati Sariosiyo tumanida fosforit, toshko'mir, glaukonit, bentonit, gips va boshqa xomashyo zaxiralari joylashgan. Guliob fosforitlarining 100% P_2O_5 hisobidagi zaxirasi 551 mln tonnani tashkil etadi. U tarkibi jihatidan ma'lum fosforitlardan keskin farq qilib, unda 4-14% P_2O_5 , oz miqdorda magniy, ftor, oltingugurt va mikroelementlari ham mavjuddir. Hozirgi kunda Guliob fosforiti va Qizilqum fosforit kombinatida tarkibida 12-16% va 16-19% P_2O_5 bo'lgan fosfat xomashyosini qayta ishlash orqali oddiy va murakkab o'g'itlar olishning samarador usullari bo'maganligi sababli mazkur fosforitlardan amalda foydalanish yo'lga qo'yilmagan.

Murakkab o'g'itlarga shunday kompleks (ya'ni bir necha ozuqa elementi bo'lgan) o'g'itlar kiradiki, bunda barcha zarrachalar (kristallar va donachalar) deyarli bir xil kimyoviy tarkibga ega bo'lishi kerak. Bunday o'g'itlarga: tarkibida bir necha ozuqa elementi bo'lgan bitta tuz, masalan KNO_3 , $(NH_4)_2HPO_4$ va boshqalar; tarkibiga ikkita (N+P, N+K, P+K) yoki uchta (N+P+K) ozuqa elementi kiruvchi ikki yoki undan ortiq tuzlar kompozitsiyasi kiradi. Bunday kompozitsiyalar nitrat, fosfat va sulfat kislotalarning ammiak; tabiiy fosfatlar; kaliy, ammoniy va boshqalarning tuzlari bilan o'zaro ta'sirlashuvidan olinadi.

Nazorat uchun savollar

1. Nima uchun tuproqqa mineral o'g'itlar solinadi?
2. Makroelement va mikroelementlar deganda nimani tushunasiz?
3. O'simliklar hosildorligini oshirishdagi mineral o'g'itlarning roli qanday?
4. Mineral o'g'itlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Organik va bakterial o'g'it deganda nimani tushunasiz?
6. Azotli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
7. Fosforli o'g'itlar turlarini ayting.
8. Kaliyli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
9. Mikroo'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
10. Kompleks o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
11. To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan va bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
12. Azotli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
13. $P_2O_{5\text{umum.}}$, $P_2O_{5o'zl.}$, $P_2O_{5s.e.}$, P_2O_{5erkin} ma'nosini tushuntiring.
14. Oddiy, qo'shaloq va boyitilgan superfosfatlarning o'xshashligi va asosiy farqli tomonlarini izohlang.
15. Fosforit uni kabi qiyin eriydigan fosfatlar qanday sharoitda o'g'it sifatida ishlatiladi va bunday o'g'itlarga qanday talablar qo'yiladi?
16. Kaliyli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
17. Kompleks o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
18. Aralash o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?

15-MAVZU: KALSINIRLANGAN SODA ISHLAB CHIQRISH USULLARI

Reja:

1. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish.
2. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari.
3. Ammiakli usulda kalsinirlangan soda olish.
4. Kalsinirlangan soda olishning prinsipial sxemasi.
5. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarishni rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari.

Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish

Sanoatda «soda» nomi bilan turli xildagi kimyoviy moddalar: kalsinirlangan soda yoki natriy karbonat Na_2CO_3 (to'kma zichligi $0,5 \text{ t/m}^3$); shuningdek og'ir soda deb ataladigan Na_2CO_3 (to'kma zichligi $0,9-1,2 \text{ t/m}^3$); natriy gidrokarbonat $NaHCO_3$;

kristall soda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; kaustik soda yoki o'yuvchi natriy NaOH ishlab chiqariladi.

Kalsinirlangan sodadan o'yuvchi natriy, natriy bikarbonat kabilar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalaniladi. Kalsinirlangan soda A va B markalarda ishlab chiqariladi: oily navda 99,4%, birinchi navda 99,0%, ikkinchi navda esa 98,5-99% Na_2CO_3 bo'ladi.

Barcha turdagi shisha ishlab chiqarishda, shu jumladan billur, optik va tibbiyot oynasi, shisha bloklari, eriydigan natriy silikat, sopol plitka, qora va rangli metallurgiyada: qo'rg'oshin, rux, volfram, stronsiy, xrom ishlab chiqarishda, cho'yanni oltingugurtsizlantirish va fosforsizlantirishda, chiqindi gazlarini tozalashda, chiqindi eritmalarni neytrallashtirishda ishlatiladi.

Elektrovakuum shisha ishlab chiqarishda donadorlik tarkibiga qat'iy amal qilingan oliy A navli kalsinirlangan soda ishlatiladi.

B markali kalsinirlangan soda kimyo sanoatida sintetik yuvuvchi vositalar va moy kislotalari ishlab chiqarishda, eritmalarni tozalashda, fosforli, xromli, bariyli natriyli tuzlar ishlab chiqarishda karbonatli xomashyo sifatida, gliserin, allil spirt, selluloza-qog'oz ishlab chiqarishda, lak-bo'yoq va neft sanoatlarida ishlatiladi.

Natriy bikarbonat oziq-ovqat, qandolatchilik va kimyo-farmatsevtika sanoatlarida, tibbiyotda, o't o'chirish moslamalarida, sun'iy mineral suvlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kristall soda turmushda keng qo'llanilsa, og'ir sodadan metallurgiya, shisha va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

Kalsinirlangan soda – oq kukun kristall modda bo'lib, zichligi $2,53 \text{ g/sm}^3$, 854°C da suyuqlanadi. Soda havodagi karbonat angidrid va suv bug'ini biriktirib olib qisman natriy gidrokarbonatga aylanadi. Natriy karbonat suv bilan bir qator birikmalar: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Soda suvda yaxshi eriydi, uning eruvchanligi harorat oshishi bilan ortadi (0 va 100°C haroratda 100 g suvda tegishlicha $6,8$ va 44 g eriydi). Soda suvdagi eritmasida kuchli ishqoriy xossani namoyon etadi.

Natriy karbonat ayrim tabiiy suvlar tarkibida bo'ladi, masalan tronlar deb ataluvchi $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibiga kiradi, shuningdek qattiq cho'kindi $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (natron) tarzida uchraydi.

Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari

Sanoat miqyosida soda olish usuli fransuz vrachi va kimyogari Leblan tomonidan 1791 yilda taklif etilgan. Bu usul bo'yicha qattiq osh tuzi va sulfat kislotadan olingan natriy sulfat, ohaktosh va ko'mirni aylanuvchi pechlarda $950-1000^\circ\text{C}$ haroratda suyuqlantirish orqali sodali suyuqlanma hosil qilish bilan soda ishlab chiqarilgan:



Sodali suyuqlanma sovutilgandan so'ng maydalanadi va suvda eritiladi. Soda eritmasi erimaydigan cho'kma (kalsiy sulfid) dan ajratiladi, tarkibidagi o'yuvchi natriyni sodaga o'tkazish uchun karbonat angidrid bilan ishlanadi va bug'latiladi. Qattiq qizdirish va maydalashdan so'ng tayyor mahsulotga aylanadi. Leblan usuli bo'yicha olingan kalsinirlangan soda qimmat bo'lishi bilan bir qatorda sifati past va jarayonlarda ishlatiladigan jihozlar hajmdor bo'ladi.

Sodaga bo'lgan talab o'sib borganligi sababli uni tejamkor usullarda ishlab chiqarishni taqazo etadi. 1830-yil Angliyada ammiakli usul taklif etiladi. Ammiakli usul bilan soda olish jarayonining jihozlanishini 1861-yilda belgiyalik kimyogar-muhandis Ernest Solve taklif etdi. Shu usuldagi birinchi zavod 1863-yilda Belgiyada, so'ngra boshqa mamlakatlarda quriladi. Solve usulida zavodlarning qurilishi soda ishlab chiqarish sanoatining tez suratda rivojlanishiga olib keladi.

Ammiakli usulda soda olish jarayonini quyidagi umumiy tenglamalar orqali ifodalanishi mumkin:



(15.1) – (15.2) reaksiyalardan ko'rinadiki, soda ishlab chiqarishning alohida bosqichlari bir-biriga uzviy bog'liqdir.

Karbonat angidrid (15.4) reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi, shuningdek natriy bikarbonatning (15.2) reaksiya bo'yicha parchalanishida (kalsinatsiya jarayonida) ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan olganda ammiak (15.1) reaksiyada sarflanmaydi, chunki uni (15.3) reaksiya bo'yicha regeneratsiyalanadi. Buning uchun sarflanadigan ohakli suv (15.5) reaksiya bo'yicha ohakdan, ohak esa (15.4) reaksiya bo'yicha ohaktoshdan olinadi.

Soda ishlab chiqarishning yagona chiqindisi kalsiy xlorid hisoblanadi.

Kalsinirlangan soda olish uchun osh tuzi, ohaktosh (yoki bo'r) va ammiak xomashyo sifatida ishlatiladi. Ammiak ishlab chiqarish siklida uning yo'qotilishi hisobigagina ishlatiladi.

Osh tuzi 305-310 g/l konsentratsiyali eritma (namakob) tarzida ishlatiladi. Soda ishlab chiqarishda sun'iy va tabiiy namakoblar ishlatiladi.

Ohaktosh. Soda ishlab chiqarishda ishlatiladigan ohaktosh tarkibida: CaCO_3 92-94%; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,2-0,6%; SiO_2 3%dan ko'p emas; MgO 1,5-2,5%; CaSO_4 1%; H_2O 0,5% bo'lishi kerak.

Ammiak. (15.1) va (15.3) reaksiyalardan ko'rinadiki, ishlab chiqarishdagi aylanma harakatda ammiak nazariy jihatdan sarf bo'lmaydi. Ammo amalda u oz

miqdorda yo‘qotiladi. Ammiak yo‘qotilishini to‘ldirib turish uchun tizimga ammiakli suv kiritiladi.

Yoqilg‘i (15.4) reaksiya bo‘yicha ohaktoshni kuydirish, (15.2) reaksiya bo‘yicha natriy gidrokarbonatni kalsinatsiyalash uchun ishlatiladi. Birinchi holatda kam kulli koks va antrasit, ikkinchi holatda esa turli xil yoqilg‘ilar: toshko‘mir, mazut, tabiiy gaz va boshqalar ishlatiladi.

Qo‘ng‘irot soda zavodida toshko‘mirni kuydirish jarayonida ham tabiiy gaz yoqilg‘isidan foydalaniladi. Hosil bo‘lgan karbonat angidridli pech gazi changdan tozalanadi.

Nefelin $n(\text{Na,K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2$ – soda olish uchun manbaa hisoblanadi. Nefelindan aluminiy oksid (ginozyom) olishda tarkibida 10% Na_2CO_3 va 3-4% K_2CO_3 bo‘lgan chiqindi hosil bo‘ladi. Chiqindili suyuqlikni turli xil haroratda bug‘latish orqali soda va potash alohida-alohida ajratib olinadi.

Nefelinni kompleks qayta ishlash (Al_2O_3 , sement, Na_2CO_3 , K_2CO_3 larni bir vaqtda olish) soda olish xarajatlarini ammiakli usulga nisbatan kam bo‘lishiga olib keladi.

Ammiakli usulda kalsinirlangan soda olish

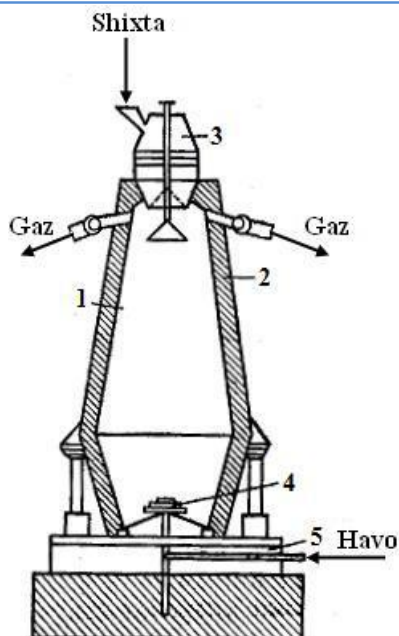
Kalsiy oksid (ohak) va karbonat angidrid olish. Ohaktoshni kuydirish 1100-1250°C haroratda amalga oshiriladi va bunda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Bu reaksiya endotermik bo‘lib, uni amalga oshirish uchun issiqlik kiritish kerak bo‘ladi. Bu issiqlikni yoqilg‘ining yonishi natijasida hosil qilinadi. Ohaktoshni kuydirish pechlarda amalga oshiriladi (15.1-rasm). Kuydirish pechi aylana ko‘ndalang kesimli shaxta 1 dan (balandligi 8-20 m, diametri 4 m) iborat bo‘lib, ichki qismi issiqlikka bardoshli iaterial bilan niqoblangan bo‘ladi.

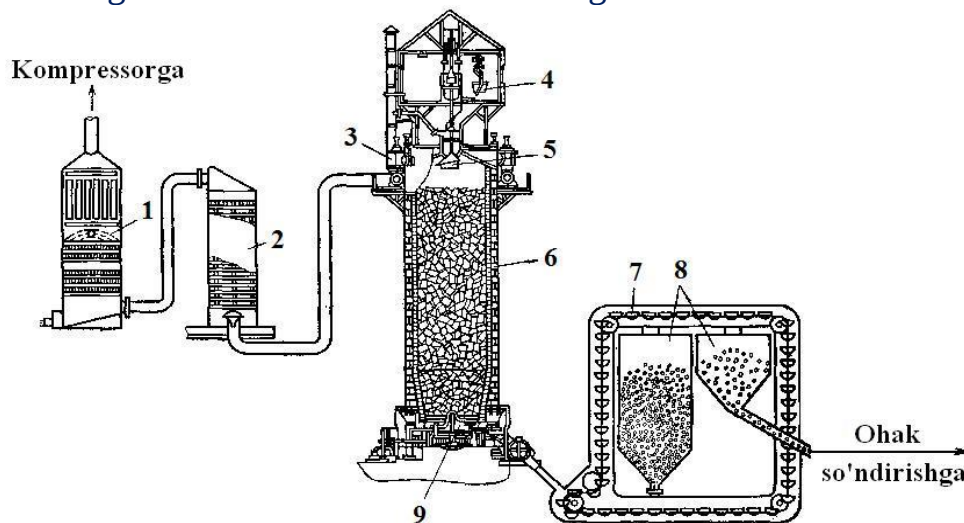
50-1200 mm o‘lchamli ohaktosh bo‘lakchalari va koks (30-80 mm o‘lchamli bo‘lakcha) dan iborat shixta (aralashma) pechga yuklash qurilmasi 3 orqali tushadi; pechning pastki qismidagi maxsus tirqish 4 havo kiritiladi. Koksning yonishi natijasida hosil bo‘ladigan issiqlik hisobiga pechda ohaktoshning parchalanishi uchun kerak bo‘ladigan harorat ta‘minlanadi. Ohak pechdan uning quyi qismidagi 2-3 ayl/soat tezlikda aylanuvchi taglik 5 dan chiqariladi va ohak suti $\text{Ca}(\text{OH})_2$ olish uchun yuboriladi.

Shaxtali pech unumdorligi 140-160 kg/t koks sarflanganda sutkasiga 25-125 t CaO ni tashkil etadi.



15.1-rasm. Ohaktoshni kuydirish shaxtali pechi

Soda ishlab chiqarishda karbonat xomashyosi kuydiriladigan pechdan CO_2 ning konsentratsiyasi iloji boricha yuqori bo'lgan gaz chiqishini ta'minlash lozim. Shu sababli pechdan chiqayotgan gaz va CaO bilan issiqlik minimal ravishda yo'qolishi kerak. Bu talabga shaxtali pech yuqori darajada javob beradi. Vertikal shaxtaning yuqori qismidan karbonat xomashyosi va yoqilg'i (koks), pastki qismidan esa havo beriladi. Issiq gazlar pechning yuqori qismiga chiqib sovuq shaxtani qizdiradi, pastga tushgan yuqori haroratdagi kalsiy oksid kirib kelayotgan havoni qizdiradi. Ohaktoshni kuydirish texnologik sxemasi 15.2-rasmda keltirilgan.



15.2-rasm. Ohaktoshni kuydirish jarayonining texnologik sxemasi:

1-elektrofiltr; 2-gaz yuvgich; 3-umumiy kollektor; 4-vagoncha; 5-yuklovchi mexanizm; 6-pech; 7-qovishli transporter; 8-bunker; 9-to'kuvchi mexanizm.

Karbonat xomashyosi pechlarga havoli kanat yo'l bilan vagonchalarda (4) beriladi. Pechga berishdan oldin har bir vagonchaga dozator orqali yoqilg'i beriladi. Tayyorlangan shixta maxsus yuklash mexanizmi (5) yordamida pechga (6) oshiriladi. Hosil bo'lgan kalsiy oksid mexanizm (9) orqali pechdan chiqariladi va transporterlar (7) yordamida bunkerlarga (8) beriladi. Pechda hosil bo'lgan gaz umumiy kollektorga (3) keladi. Sovutish va tozalanishi uchun gaz kollektordan yuvitgichga (2) va undan keyin elektrofiltirlarning skrubberli qismiga beriladi. Elektrofiltarning skrubber qismi yog'ochli namuna bilan to'ldirilgan bo'ladi. Yuvitgichda gaz sovutiladi va yirik zarrachalardan tozalanadi. Bundan tashqari bu yerda suv bug'lari ham kondensatsiyalanadi. Elektrofiltarning skrubber qismida gaz mayda zarrachalar (tuman) dan tozalanadi. Sovutilgan va tozalangan gaz kompressorlar orqali karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi.

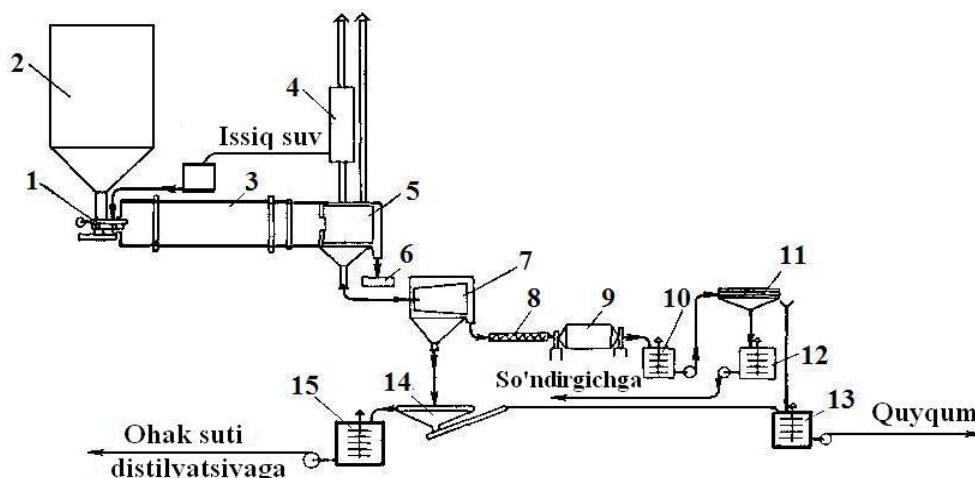
Ohak suti tayyorlash texnologiyasi. Ohakni so'ndirish gorizontol holatda joylashgan (3-4 ayl/min tezlikda aylanuvchi) silindr shaklidagi po'lat barabanlarda (diametri 2,5 m, uzunligi 15 m) amalga oshiriladi. Jihozning bir tomonidan va bir vaqtda beriluvchi ohakning suv bilan ta'sirlashishidan suvda kam eriydigan kalsiy gidroksid (ohak suti) hosil qilinadi. Shundan kelib chiqqan holda tarkibida 280-290 g/l mayda dispers $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bo'lgan ohak suti olish uchun so'ndirish 95-96°C haroratda issiq suv (50-60°C) bilan amalga oshiriladi.

Kalsiy gidroksid olish texnologik sxemasi 2 ta asosiy jarayon: kalsiy oksid bilan issiq suv orasidagi reaksiya va kalsiy gidroksidning kuymagan karbonat xomashyosi hamda erimaydigan qo'shimchalardan tozalashdan iboratdir.

Kalsiy gidroksid tayyorlash texnologik sxemasi 15.3-rasmda tasvirlangan. Ishchi bunker (2) dan kalsiy oksid ta'minlovchi (1) yordamida aylanuvchi baraban-reaktor (3) ga beriladi. Bu yerga bir vaqtning o'zida issiq suv va chiqindi kalsiy oksidini yuvishdan hosil bo'lgan eritma beriladi. Reaksiya natijasida baraban-reaktorda kalsiy gidroksid hosil bo'ladi. Uning tarkibida har xil o'lchamdagi qattiq aralashmalarning zarrachalari ham bo'ladi. Undan keyin kalsiy gidroksid navlaydigan baraban (5) ga kelib tushadi. Bu barabanda 40 mm teshikli elak joylashtirilgan. Barabanda kuymagan karbonat xomashyosining 40 mm dan katta bo'lgan bo'laklari ajratiladi. Barabanning oxirida bo'laklar issiq suv bilan yuviladi va transportyor orqali qayta kuydirish uchun o'choqqa yuboriladi. Navlash barabani 2 ta quvurli maxsus kojuxning ichiga o'rnatiladi. Bitta quvur kondensator (4) ga boradi. Bu yerda bug' reaksiyaga berilayotgan suvni isitadi. Ta'mirlash yoki kondensatorni tozalash vaqtida bug'ni chiqarish uchun ikkinchi quvur atmosferaga chiqarilgan.

O'lchami 40 mm dan kichik bo'lgan zarrachalar bilan kalsiy gidroksid 2-navlash barabani (7) ga keladi. Bu baraban aylanayotgan 2x10 mm o'lchamli elak o'rnatilgan bo'ladi. Bu yerda o'lchami 2 mm dan kam bo'lgan zarrachalar kalsiy gidroksiddan ajratiladi va kojuxning konusli qabul qilgichiga kelib tushadi. Undan keyin kalsiy gidroksid saralagich (14) da oxirigacha aralashmalardan tozalanadi.

Saralagichda choʻkkan quyqum issiq suv bilan yuviladi va quyqum aralashtirgich (15) ga beriladi. Shundan soʻng quyqum distillyatsiya boʻlimiga yuboriladi. Navlovchi baraban (7) dagi oʻlchami 2 mmdan katta boʻlgan qattiq zarrachalar shnek (8) orqali sharli tegirmonga (9) beriladi. Tegirmonda maydalash bilan birgalikda gidroksid kalsiy hosil boʻlish jarayoni ham sodir boʻladi. Tegirmonda hosil boʻlgan kam konsentratsiyali kalsiy gidroksid aralashmalar bilan birgalikda aralashtirgich (10) ga beriladi va nasos orkali silkinuvchi elakka (11) yuboriladi. Silvinuvchi elakdan quyqumli chiqindi quyqum aralashtirgichi (13) ga beriladi, tozalangan kam konsentratsiyali $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aralashtirgich (12) ga yuboriladi va reaktorga yoʻllanadi. Saralagich va silkinuvchi elakdan chiqqan quyqum aralashtirgich (13) ga beriladi, unga suv qoʻshiladi va u nasos bilan chiqindi sifatida maxsus yigʻgichga chiqarib tashlanadi.



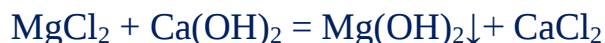
15.3-rasm. Ohak suti tayyorlashning texnologik sxemasi:

1-latokli tamirlovchi; 2-ishchi bunker; 3-kalsiy gidroksid hosil qilish barabani; 4-kondensator; 5-yirik zarrachalar uchun navlash barabani; 6-transporter; 7-mayda zarrachalar uchun navlash barabani; 8-shnek; 9-hoʻl maydalash uchun sharli tegirmon; 10-tozalanmagan kuchsiz ohak suti aralashtirgichi; 11-silkinuvchi elak; 12-tozalangan kuchsiz oxat suti aralashtirgichi; 13-chiqindi quyqum aralashtirgichi; 14-saralagich; 15-konsentrlangan ohak suti aralashtirgichi.

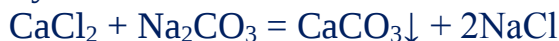
Tebranuvchi elakda ohakli suvni taʼsirlashmagan ohak boʻlakchalari va qumdan ajratiladi hamda distillyatsiyaga yuboriladi.

Namakobni tozalash. Namakobni tozalashga unda qoʻshimchalarni yoʻqotish kiradi. Qayta ishlashga keladigan tuzli namakobda oz miqdordagi mexanik aralashmalar (qum), kalsiy va magniy tuzlari boʻladi. Namakob tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlari ammiak va karbonat angdrid taʼsirida erimaydigan birikmalar: kalsiy karbonat va magniy gidroksidga aylantirilishi mumkin. Sodaning bunday qoʻshimchalar bilan ifloslanishining oldini olish va soda ishlab chiqarish jihozlanishini murakkablashtirmaslik maqsadida namakob oldindan qoʻshimchalardan tozalanishi lozim. Namakob mexanik qoʻshimchalar hamda kalsiy va magniy tuzlaridan yaxshilab tozalanadi. Mexanik qoʻshimchalar tindirish yoʻli bilan ajratiladi.

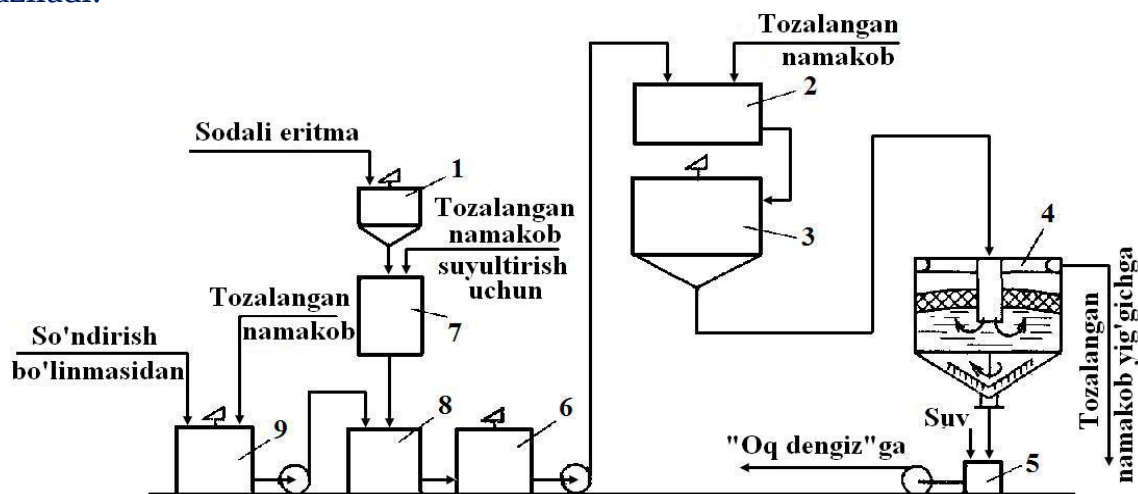
Magniy ionlaridan tozalashni $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yoki NaOH bilan qayta ishlash orqali amalga oshiriladi:



kalsiy ionlaridan esa soda yordamida tozalanadi:



Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari nisbatiga muvofiq soda zavodlarida ikki xil texnologik sxema qo'llaniladi. Kalsiy ionlarining miqdori ko'p bo'lsa bir pog'onalik texnologik sxema qo'llaniladi. Bu sxema bo'yicha namakob bir vaqtda ham kalsiy ham magniy ionlaridan tozalanadi. Magniy ionlarning miqdori ko'p bo'lganida tozalash jarayoni ikki bosqichli usulda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yordamida $\text{Mg}(\text{OH})_2$ cho'ktiriladi. Ikkinchi bosqichda Na_2CO_3 yordamida kalsiy ionlari CaSO_3 tarzida cho'ktiriladi. 15.4-rasmda soda eritmasini dastlabki ishqorlash o'tkazish bilan bir pog'onali namakobni tozalash texnologik sxemasi ko'rsatilgan. Soda eritmasi aralashtirgich (1) ga kelib tushadi. Kalsiy gidroksid ham unga ajratilgan aralashtirgich (9) ga beriladi. Soda eritmasi va tozalangan namakob bak (7) da aralashtiriladi. Soda eritmasi va kalsiy gidroksid aralashtirgichlari orasidagi ishqorlagich (8) da reaksiya o'tkaziladi.



15.4-rasm. Ohakli-sodali usulda bir bosqichli namakob xomashyosini tozalash texnologik sxemasi:

1-soda eritma eritmasi; 2-aralashma; 3-reaktor; 4-tindirgich; 5-quyqum yig'gichi; 6-ishqorlangan qilingan soda eritmasi saqlash sig'imi; 7-suyultirilgan soda eritmasini saqlash uchun sig'im; 8-ishqorlagich; 9-suyultirilgan ohakli sut aralashtirgichi.

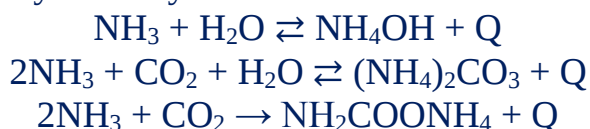
Ishqorlangan soda eritmasi bak (6) orqali aralashtirgich (2) ga beriladi. Bu yerga tozalangan namakob ham beriladi. Aralashma aralashtirgichdan reaktor (3) ga o'tkaziladi. Reaktorda CaSO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ larning kristallanishi amalga oshiriladi. Kristallanish jarayoni tugallanishi, bir xil o'lchamli kristallarni hosil qilish, quyqumni zichlanishi va ajratilishi uchun suspenziya tindirgichga (4) beriladi. Quyqum eshkakli aralashtirgich (soatiga 5 ta aylanma) yordamida markaziy chiqaruvchi quvur tomonga

suriladi va undan keyin quyqum yig'gich (5) ga kelib tushadi. Yig'gichga suv berilgandan keyin quyqum suspenziya holda «oq dengiz» ga tashlanadi. Agarda namakobning tozalanishi dastlabki ishqorlashsiz o'tkazilsa, ko'rsatilgan sxemadan ishqorlagich (8) olib tashlanadi. Reagentlar va tozalanmagan namakob bir vaqtda aralashtiruvchi (2) ga beriladi. Ikki bosqichli tozlash o'tkazilgan holda birinchi bosqichga faqat kalsiy gidrooksid va ikkinchi bosqichga faqat soda eritmalari beriladi.

Tozalangan namakob ammiak bilan (85 g/l NH_3 gacha) va qisman karbonat angdrid bilan (40 g/l CO_2) to'yintiriladi.

Ammiakli usulda soda olishning texnologik sxemasiga: absorbsiya, karbonizatsiya, filtrlash, kalsinatsiya, distillyatsiya bo'limlari kiradi.

Absorbsiya. Karbonat angidrid va ammiakning osh tuzi eritmasiga absorbsiyasi quyidagi kimyoviy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:

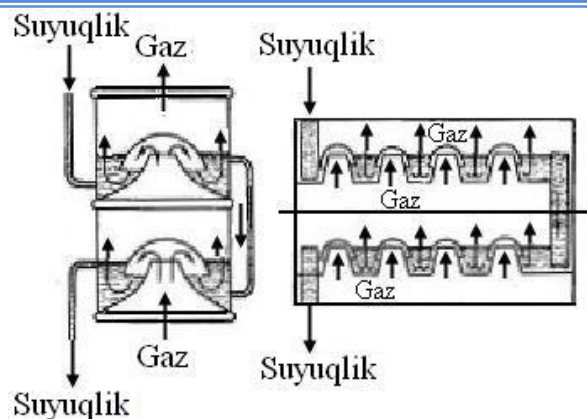


Bu reaksiyalarning barchasida issiqlik ajralib chiqadi. Shu sababli absorbsiya minoralarida absorbsiya darajasini oshirish uchun namakobni sovutish nazarda tutiladi.

Karbonat angidrid absorbsiyasi birin-ketin joylashgan ikkita katta va kichik absorbsiya minoralarida amalga oshiriladi. Katta minora havoni yuvish filtrlari, absorbsiya gazlarini yuvuvchi, gaz sovutgichi, birinchi absorber va tindirgichdan iboratdir. Kichik minora esa absorbsiya gazlarini yuvuvchi, ikkinchi absorber va tindirgichdan iborat bo'ladi. Bu jihozlarda gazlarning suyuqlik bilan ta'sirlashuv jarayoni amalga oshiriladi, uning tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\omega_r = K \cdot F \cdot \Delta c$$

Absorbsiya jarayoni yuqori tezlikda o'tishini ta'minlash uchun fazalar orasidagi kontakt yuza F ni oshirish kerak. Shuning uchun absorbsiya bo'limida barbotaj minoralari o'rnatiladi. Ular tarelkadagi bir necha yirik qabariqlardan iborat bo'lib, qabariqlarga bitta katta qalpoqcha yoki 7-14 ta kichik barbotaj qalpoqchalari joylashtirilgan bo'ladi (15.5-rasm). Minora balandligi bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi Δc bir tekisda bo'lishini ta'minlash maqsadida gazlar va suyuqlik orasida qarama-qarshi oqim yuzaga keltiriladi. Tizim qarshiligini kamaytirish uchun absorbsiya bo'limi jihozlari vakuum ostida ishlaydi. Tarkibida 80-85 g/l NH_3 tutgan absorbsiyalashdan olingan ammiak-tuzli namakob sovutilgandan so'ng karbonizatsiyaga yuboriladi.



15.5-rasm. Bir- va ko‘p qalpoqchali tarelkalarning tuzilishi va ishlash prinsipi

Karbonizatsiya. Karbonizatsiya – quyidagi reaksiyalar bo‘yicha ammoniylashgan namakobga karbonat angidrid gazini yuttirish jarayonidir:



Ammoniy gidrokarbonat ishqoriy muhitda NaCl bilan almashinish reaksiyasiga kirishadi, bunda ammoniy gidrokarbonatga nisbatan kam eriydigan natriy gidrokarbonat hosil bo‘ladi:



Karbonizatsiya reaksiyasi qaytar va endotermikdir. Natriy xloridning natriy gidrokarbonatga konversiyalanishning muvozanat darajasi harorat va ta’sirlashuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog‘liqdir. Ta’sirlashuvchi moddalar harorati qanchalik past bo‘lsa, konversiyalanish shunchalik katta bo‘ladi.

Soda sanoatida konversiyalanish darajasi natriy yoki ammoniydan foydalanish koeffitsienti deb yuritiladi va quyidagi tenglamalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$u_{\text{Na}^+} = 100 \cdot \frac{[\text{Cl}^-] - [\text{Na}^+]}{[\text{Cl}^-]}$$

$$u_{\text{NH}_4^+} = 100 \cdot \frac{[\text{NH}_4^+] - [\text{HCO}_3^-]}{[\text{NH}_4^+]}$$

bu yerda: $[\text{Cl}^-]$, $[\text{Na}^+]$, $[\text{NH}_4^+]$, $[\text{HCO}_3^-]$ – natriy gidrokarbonat cho‘kmasi ustidagi eritma tarkibidagi ionlar konsentratsiyasi, g-ekv/l.

Natriy va ammoniydan foydalanish koeffitsienti eritmadagi quyidagi boshlang‘ich komponentlar nisbatiga bog‘liqdir:

$$\frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{NH}_4^+]}, \frac{[\text{Cl}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}, \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{H}_2\text{O}]}, \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{NH}_3]}.$$

Natriy xloridni bikarbonatga, shuningdek uni sodaga konversiyalanish darajasining maksimal qiymatga yetkazishda yuqoridagi nisbatni to‘g‘ri tanlash uchun NaCl–NH₄HCO₃–NaHCO₃–H₂O sistemasidagi tuzlar eruvchanligini bilish lozim. Bu

murakkab sistema P.P.Fedotov, E.I.Orlov, A.P.Belopolskiy, I.N.Shokin va boshqalar tomonidan o'rganilgan.

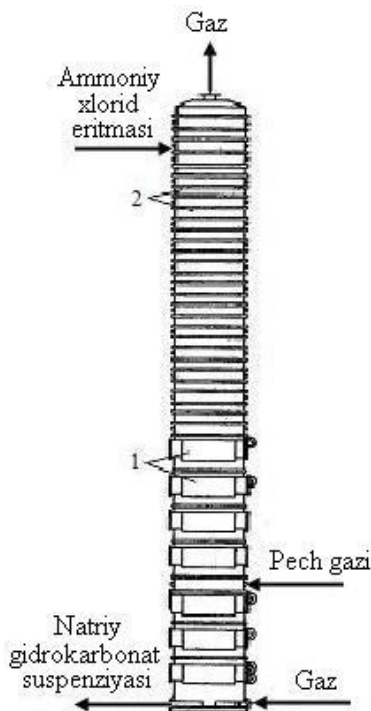
Karbonat angidrid bilan to'yingan eritmada $\frac{[Cl^-]}{[NH_4^+]}$ nisbat o'zgarmas haroratda natriy xloridni bikarbonatga konversiyalanish darajasiga ta'sir ko'rsatadi. Bu nisbat kamayganda ajralib chiqadigan natriy gidrokarbonat miqdori massalar ta'siri $\frac{[Cl^-]}{[H_2O]}$ qonuniga ko'ra ortadi. Eritmani suv bilan suyultirish darajasining ortishi, ya'ni $\frac{[NH_4^+]}{[H_2O]}$ va $\frac{[CO_2]}{[NH_3]}$ nisbatlarining kamayishi natijasida $NaHCO_3$ ning cho'kish darajasi kamayadi, chunki uning suvda eruvchanligi ortadi. Eritmadagi $\frac{[CO_2]}{[NH_3]}$ nisbat bilan NH_4HCO_3 molekulasidagi $CO_2:NH_3$ stexiometrik nisbat qanchalik yaqin bo'lsa, eritmadan shunchalik ko'p miqdordagi $NaHCO_3$ cho'kadi. P.P.Fedotov mazkur sistemani o'rganish natijasida $15^\circ C$ haroratda natriydan maksimal foydalanish koeffitsienti (u_{Na^+}) 78,8% ga, ammoniydan maksimal foydalanish koeffitsienti ($u_{NH_4^+}$) esa 85,1%, $30-32^\circ C$ haroratda esa u_{Na^+} va $u_{NH_4^+}$ bir-biriga tengligi, ya'ni 84% ni tashkil etishini aniqladi.

Soda zavodlarida karbonizatsiya haororati $24-28^\circ C$ bo'lganda $NaCl$ ning $NaHCO_3$ ga konversiyasi 75-76% ni tashkil etadi. Shunday qilib, soda ishlab chiqarishiga kiritilgan boshlang'ich osh tuzining 25% miqdori kalsiy xlorid eritmasi bilan yo'qotiladi.

Ammoniylangan tuzli namakobni karbonizatsiyalash cho'ktiruvchi karbonizatsiya minorasida amalga oshiriladi (15.6-rasm). Karbonizatsiya minorasining balandligi 23,1 dan 26,1 m gacha, ichki diametri 2,3 dan 2,68 m gacha bo'lib, silindr shaklidagi minoradir. Minora sovitgichlar joylashtirilgan yettita sovituvchi yirik qabariqlar 1 va 29 ta mayda qabariqlar 2 dan iborat. Ammoniylangan namakob minora yuqori qismidan, tarkibida CO_2 tutgan gaz esa quyi qismidan beriladi va u quyidan yuqoriga qarab qarama-qarshi oqim bo'yicha harakatlanadi. Fazalar to'qnashish yuzasini oshirish maqsadida karbonizatsiya, shuningdek absorbsiya minoralariga barbotaj qalpoqchalar o'rnatiladi.

Ammoniy gidrokarbonatning hosil bo'lishi minoraning yuqori qismidayoq boshlanadi. Jarayon kechishiga muvofiq holda ammoniy gidrokarbonat natriy gidrokarbonatga konversiyalanadi. Natriy gidrokarbonat eritmani to'yintiradi va kristallanadi. Natriy gidrokarbonatning hosil bo'lish reaksiyasi va uning kristallanishiga vaqt sarflanadi, shuning uchun reagentlar ta'sirlashish vaqtini shunday ta'minlanishi lozimki, bunda ular deyarli to'la ta'sirlashishlari kerak. Buning uchun karbonizatsiya minoralari odatdagi absorbsiya jihozlaridan farqli ravishda namakob bilan to'la to'ldirilgan bo'ladi, namakobning reaktorda bo'lish vaqti 2-2,5 soatni

tashkil etadi. Tizim qarshiligini yengish uchun minoraga gaz 2-2,5 atm bosim ostida beriladi.



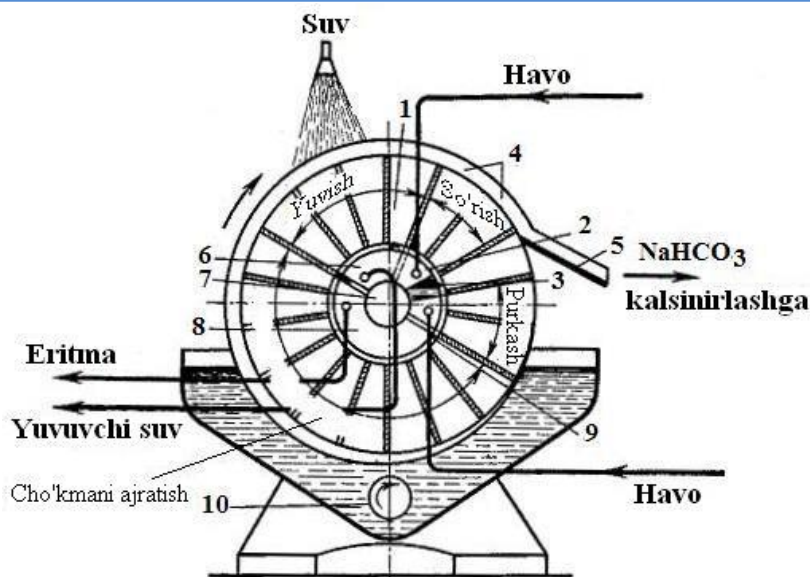
15.6-rasm. Karbonizatsiya minorasi

Natriy gidrokarbonatning yirik kristallarini hosil qilish uchun minora harorati 25-30°Cda ushlab turiladi.

Diametri 2,3-2,68 m bo'lgan minora unumdorligi sutkasiga 85-150 t Na_2CO_3 ni, diametri 3 m bo'lgan minora unumdorligi esa sutkasiga 250 t Na_2CO_3 ni tashkil etadi.

Filtrlash. Tarkibida NH_4Cl , NH_4HCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NaCl tuzlari bo'lgan eritmadan NaHCO_3 kristallarini filtrlash uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi (15.7-rasm). Vakuum-filtr ochiq baraban ko'rinishida bo'lib, uning yon sirt yuzasi metalla to'rdan yasalgan va filtrlovchi material, tortilgan bo'ladi. Baraban tegana idish shaklida aylanadi, u eritmada natriy gidrokarbonat susperziyasini aralashtirgich 10 ga yetkazib beradi.

Vakuum-filtr vakuum yacheykasi 1, surib chiqarish yacheykasi 2, oraliq yacheykalar 3 dan iborat. Filtr barabani 1,1-3,4 ayl/min tezlikda gorizontall val 7 da aylanadi, u orqali havo, gazlar va suyuqlik so'rib chiqariladi. Uning yuzasi bo'yicha aylanishda taqsimlovchi golovka 8 ning so'rish seksiyasida natriy gidrokarbonat qatlami 4 cho'ktiriladi, baraban aylanganda cho'kma qatlami yuvish seksiyasi 6 da eriydigan tuzlardan ajratish uchun suv bilan yuviladi. Filtrlovchi material to'qimalari orasiga cho'kma tiqilib qolishini oldini olish uchun purkagich 9 yacheykasidan beriladigan qisilgan havo bilan filtr tozalanadi.



15.7-rasm. Uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtr sxemasi

Tarkibida taxminan 14% suv bo'lgan natriy gidrokarbonat pichoq 5 bilan ajratib olinadi, transportyorga kelib tushadi va uni kalsinatsiya uchun pechga yuboriladi.

Shunday filtrning unusdorligi sutkasiga 160-200 t sodani tashkil etadi.

Filtrdan so'rib olingan havo tarkibida karbonat angidrid va ammiak bo'ladi, uni absorberga (filtr havosini yuvadigan) yuboriladi va u yerda gazdan NH_3 va CO_2 tutib qolinadi. Filtrat suyuqligi disstilyatsiyaga uzatiladi.

Kalsinatsiya. Kalsinatsiya bo'limida filtrlangan va yuvilgan nam holatdagi natriy gidrokarbonatning parchalanishi natijasida kalsinatsiyalangan soda, karbonat angidrid va suv hosil bo'ladi. Qizdirilish natijasida quruq natriy gidrokarbonat (NaHCO_3) quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



CO_2 va H_2O ning 100kPa (1 atm) bosimida parchalanishi 120°C haroratda sodir bo'ladi. Fazalar qoidasiga ko'ra, bu tizim bir erkinlik darajasiga ega va shuning uchun bug' fazasining muvozanat bosimi faqat haroratga bog'liqdir. Harorat oshirishi bilan muvozanot o'ng tomonga siljiydi va natijada reaksiya tezligi oshadi.

Natriy gidrokarbonat tarkibida nam va qo'shimchalar borligi uchun amaldagi sharoitlarda uning termik parchalanishi murakkablashadi.

Odatda, nam natriy gidrokarbonat quyidagi (%) tarkibga ega bo'ladi:

NaHCO_3	76-80
Na_2CO_3	2-3
NH_4HCO_3	1-2
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	1
NaCl	0,2-0,4
H_2O	14-20

Kalsinatsiya yoki natriy gidrokarbonatning parchalanishi tashqi yuzasi qizdirilgan gazlarda isitiladigan silindrik po'lat barabanlarda (uzunligi 18-25 m, diametri 2-2,5 m) 140-170°C haroratda o'tkaziladi. Shunday qilib, yoqilg'i gazlari barabanda olinadigan sodani ifloslantirmaydi.

Natriy gidrokarbonat tarkibidagi namlik jihozli tuzilishni murakkablashtiradi, chunki yopishqoq bo'lganligi sababli u jihozlar devorlariga yopishib qoladi.

Natriy gidrokarbonatning to'yingan eritmasi issiq yuza bilan to'qnashishi natijasida bug'lanishining intensiv jarayoni kuzatiladi. Kristallanayotgan qattiq faza zich yuzaga yopishadigan qatlam hosil qiladi.

Issiqlik uzatuvchanligi past bo'lgan sodaning qattiq katlami issiqlik uzatishni yomonlashtiradi hamda tashqaridan qizdiriladigan soda o'choqlarining devorlarini kuydirishi mumkin. Bu xodisaning oldini olish uchun nam natriy gidrokarbonat kalsinatsiyalashdan oldin odatda uning baraban devorlariga yopishib qolishini oldini olish maqsadida yangi kuydirilgan soda (soda returi) bilan aralashtiriladi. Buning natijasida yangi qattiq faza tron ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hosil qiladi. Erkin namlik kristallizatsiya suviga bog'lanadi va sochiluvchan mahsulot hosil qiladi:



Termografik tadqiqotlar natijasiga ko'ra, 111°C haroratda qizdirilishi natijasida trondan kristallizatsiya suvi chiqib ketadi:



127°C haroratda esa ikkilamchi tuzning parchalanishi kuzatiladi:



Ushbu reaksiya eng sekin o'tadigan va umuman kalsinatsiya jarayoni borishini belgilaydigan reaksiya hisoblanadi.

Texnik natriy gidrokarbonat tarkibida ammoniy karbonat va xloridlari hamda natriy gidrokarbonat bilan birgalikda kristallanadigan natriy karbonat tuzlari ham mavjuddir.

Qizdirilganda natriy karbonat bilan birgalikda cho'kmaga aralashgan ammoniy karbonatlari parchalanadi:



Ushbu reaksiya natijasida ammiakning yarimi, qolgan qismi esa natriy gidrokarbonatning tronga o'tish jarayonida ajralib chiqadi.

Ammoniy xlorid natriy gidrokarbonat bilan reaksiyaga kirishadi qattiq osh tuzi qo'shimchasi holatida qoladi:



Shunday qilib, kalsinatsiya jarayoni sodaning asosan tron va natriy gidrokarbonatlardan hosil bo'lish jarayonlaridan iboratdir. Kalsinatsiya jarayoniga kelib tushayotgan tron va natriy gidrokarbonatlarning nisbati aralashtirish sifati hamda natriy gidrokarbonat namligi bilan belgilanadi.

Nam natriy gidrokarbonat tarkibidagi kristallizatsion shakldagi bo‘lgan fizikaviy namlikni bog‘lash uchun stexiometriyaga muvofiq 1 kg namlik uchun 2,94 kg soda berilishi zarur. Sodaning umumiy miqdorini quyidagi formula bo‘yicha hisoblash mumkin:

$$R = \frac{G_{soda}}{G_{namlik}} = 2,94 \cdot \frac{W_2}{d_{soda}}$$

Amalda ushbu nisbat kattaroq buladi. Odatda soda pechi yoki bug‘ kalsinatori normal ishlashi uchun natriy gidrokarbonat yoki kalsinatsiyaga kelib tushayotgan aralashmaning keltirilgan namligi 6-8% dan oshmagan bo‘lishi zarur. Shundan kelib chiqqan holda soda returi miqdorini quyidagi formula bo‘yicha hisoblash mumkin:

$$R = \frac{G_{soda}}{G_{namlik}} = \frac{W_2}{W_1 - 1}$$

bu yerda: R – soda returi sarfi, kg/kg nam natriy gidrokarbonatga nisbatan; G_{soda} – sodadagi Na_2CO_3 miqdori, %; W_1 – kalsinatsiya jarayoniga kelib tushayotgan aralashmadagi namlik, amalda 7% deb qabul qilingan; W_2 – xom natriy gidrokarbonatning namligi, %.

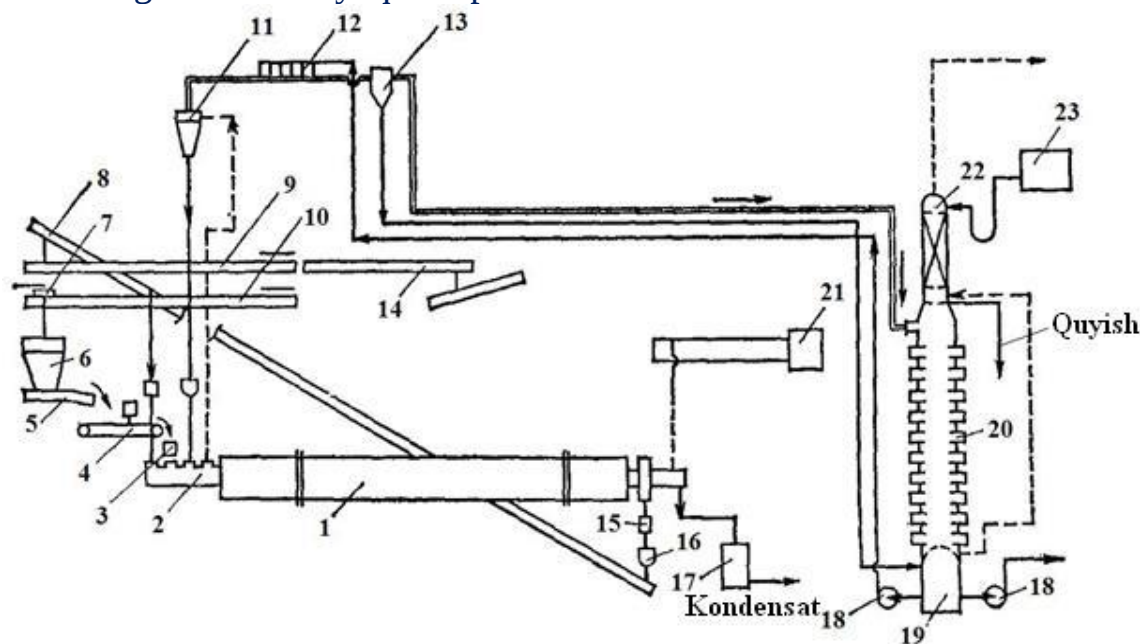
Ko‘p hollarda soda returi ishlatilmaydi. Barabanning ichida uning butun uzunligi bo‘yicha temir zanjir joylashtirilgan bo‘ladi, u baraban 5 ayl/min tezlikda aylanganda sodani aralashtiradi va yirik bo‘lakchalarni maydalaydi.

Kalsinatsiya jarayonlarini amalga oshirish uchun returli yoki retursiz soda o‘choqlari va bug‘ kalsinatorlari ishlatiladi. 15.8-rasmda natriy gidrokarbonatning kalsinatsiya jarayonida aylanma bug‘ kalsinatorlari qo‘llanilgan texnologik sxemasi keltirilgan.

Filtrda yuvilgan natriy gidrokarbonat umumiy lentali transportyordan (10) kovshli tashlagich (7) yordamida tebranma ta‘minlagich (5) bunker (6) ga uzatiladi. Undan tebranma ta‘minlagich va lentali transportyorlar (4) bilan yacheykali ta‘minlagich (3) orqali aralashtirgich (2) ga beriladi. Aralashtirgichga soda returi va siklon (11) da kalsinatsiya gazlaridan ajratilgan soda ham kelib tushadi.

Aralashtirgichda tayyorlangan soda-gidrokarbonat aralashmasi (tron) kalsinator (1) barabanining quvurlararo maydoniga yuboriladi. Baraban egilishi va aylanishi hisobiga kalsinatsiya qilinayotgan massa issiqlik uzatuvchi yuza bilan (qobirg‘ali quvurlar) kontakt hosil qiladi va qobirg‘ali quvurlar bo‘ylab mahsulot chiqishi tomoniga suriladi. Issiqlik asosan natriy gidrokarbonat namligini bug‘latish, parchalanish kimyoviy reaksiyalari va mahsulotning qizdirilishiga sarflanadi. Tronning qizdirilishi hisobiga kalsinatsiyalangan soda va kalsinatsiya gazlari ($\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) hosil bo‘ladi. Yacheykali ta‘minlagich (15) orqali kalsinatsiyalangan soda kalsinatordan chiqadi va transporterlar (8,9,16) tizimiga kelib tushadi. Ta‘minlagich orqali egilgan transportyor (8) dan aralashtirgichga soda beriladi. Sodaning qolgan qismi transportyorlar (9,14) orqali omborga yuboriladi. Aralashtirgich (2) orqali kalsinatordan kalsinatsiya gazlari chiqarib yuboriladi. Aralashtirgichda kompressor yordamida vakuum hosil qilinadi. Kompressordan oldin

gazlar siklonlar (11) da quruq hamda kalsinatsiya gazi kollektorlari (12) va yuvitgich (22) da ho'l tozalanadi. Yuvgichdan oldin kalsinatsiya gazlari sovutgich (20) da sovutiladi. Kalsinatsiya gazlari sovutgichida suv bug'larining kondensatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan kuchsiz suyuqlik kalsinatsiya gazlari kollektoriga beriladi. Ushbu suyuqlik gaz bilan to'qnashishi natijasida qisman ammiak va soda changini o'ziga yutib qoladi. Shundan keyin suyuqlik chiqindi yig'gich (19) ga kelib tushadi. Sovutgich (20) da quvurlar orasida gaz yuqoridan pastga tomon harakatlanadi, quvurlarning ichida esa sovutuvchi suv qarama-qarshi oqimda yuradi. Sovutgich quvurlarida kristallanmasligi va gazning soda changidan yaxshi yuvilishi uchun quvurlar orasiga kuchsiz suyuqlik sepiladi.



15.8-rasm. Kalsinatsiya bo'limining prinsipial sxemasi.

1-bug' kalsinatori; 2-aralashtirgich; 3,15-yacheykali ta'mirlagich; 4,10-lentali transportyor; 5-tebranuvchi ta'mirlagich; 6 –bunker; 7-kovshli tashlagich; 8,9,14,16-transportyor; 11-siklon; 12-kalsinatsiya gazi kollektori; 13-separator; 17-kondensat yig'gich; 18-markazdan qochma nasos; 19-kuchsiz eritma yig'gichi; 20-kalsinatsiya gazi sovutgichi; 21-reduksiyali sovutgich qurilmasi (RSQ); 22-kalsinatsiya gazini yuvgich; 23-yuvilgan eritma sig'imi.

Yuvitgichda gazga suv sepilishi hisobiga u qo'shimcha sovutiladi hamda soda va ammiakdan to'liq yuviladi.

Kalsinatorni qizdirish uchun yuqori bosimli suv bug'i beriladi. Kalsinatorga berishdan oldin suv bug'i reduksion sovutgich qurilmadan (RSQ) o'tadi hamda bu yerda uning harorati 270°C va bosimi 3 MPa gacha pasaytiriladi. Kalsinatsiyalanayotgan materialga issiqlik uzatilib, kalsinator quvurlari ichida suv bug'i kondensatsiyalanadi. Kalsinatordan kondensat keyinchalik past bosimli bug'ga aylanishi uchun yig'gich (17) ga beriladi.

Soda returi ishlatiladigan pechlar sxemalar ko‘rib chiqilgan texnologik sxemaga o‘xshash bo‘ladi. Retursiz soda pechlari qo‘llanilganda nam natriy gidrokarbonat o‘choq barabaniga maxsus tashlagich orqali beriladi. Uning soda bilan aralashishi o‘choqning ichida o‘tadi va shuning uchun texnologik sxemadan aralashtirgich chiqarib tashlanadi va sodaning tashilishi soddalashadi.

Yuqorida ko‘rsatilganidek, vakkum-filtrdan keyin natriy gidrokarbonat tarkibidagi namlik miqdori 16-18% ni tashkil qiladi. Kalsinatsiyaga sarflanadigan 40% issiqlik ushbu namlikni bug‘latishga sarflanadi va shuning uchun natriy gidrokarbonatning namligini kamaytirish kalsinatsiyadagi energiya sarflanishini kamaytirishning samarali yo‘li deb xisoblanadi.

Sentrifugada namlikni ajratgan holda natriy gidrokarbonatning namligini sezilarli miqdorda (4-8% gacha) kamaytirish mumkin. Sentrifugalar yordamida natriy gidrokarbonatning namligini kamaytirilishini bir necha variantlari ma‘lumdir. Filtrda natriy gidrokarbonatni yuvish yoki yuvishsiz filtr-sentrifuga jihozlarning qo‘llanilishi eng rivojlangan usul hisoblanadi. Bu usullar Yaponiya va Germaniya soda zavodlarida qo‘llanilmoqda. Filtrli suyuqlik bilan mayda kristall natriy gidrokarbonatning yo‘qolishi yuqori bo‘lgani uchun sentrifuga kam qo‘llaniladi.

Na_2CO_3 va qo‘shimchalarning sodadagi miqdori boshlang‘ich natriy gidrokarbonatning tarkibi va jarayon harorati bilan bog‘liq bo‘ladi. Jarayon harorati chiqayotgan soda harorati bilan bog‘liq bo‘ladi.

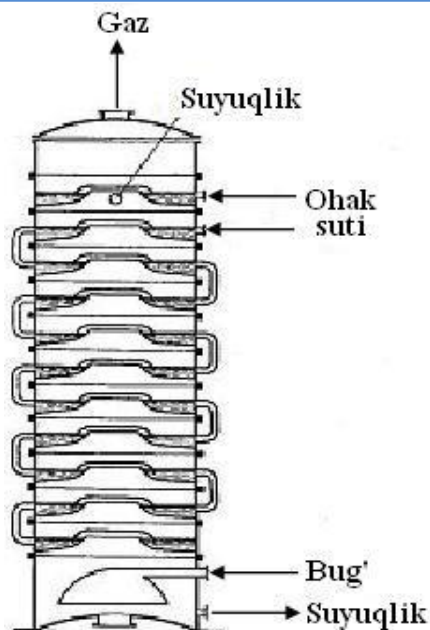
Jihozlarda materialni qizdirish vaqti va jarayonni o‘tkazish sharoitlari soda pechlaridagi harorat rejimi belgilanadi.

Barabanning to‘ldirish koeffitsienti 0,3 bo‘lgan holda returli soda pechida material bir soatgacha va bug‘ kalsinatorida 20-25 min davomida bo‘ladi. Nam natriy gidrokarbonat soda bilan aralashishi natijasida aglomeratlar hosil bo‘lishiga olib keladi va retursiz soda o‘choqlarida kalsinatsiya harorat oshib ketadi. Bunday hollarda yirik donachalarning barcha massasi bo‘yicha kalsinatsiya jarayonini yakunlash uchun harorat oshirilishi zarurdir.

Natriy gidrokarbonat parchalanishida hosil bo‘lgan tarkibida 85-95% CO_2 tutgan gaz pechdan chiqadi va uni soda changidan tozalangandan so‘ng 2-2,5 atm bosim ostida karbonizatsiya kolonnasiga uzatiladi.

Soda pechining unumdorligi uning o‘lchamiga, qizdirilish usuliga va hokazolarga bog‘liq bo‘lib, sutkasiga 100-220 t ni tashkil etadi.

Distillyatsiya yoki regeneratsiya. Eritmadan ammiakni distillyatsiyasi yoki regeneratsiyasi distillyatsiya bo‘limidagi balandligi 45 m bo‘lgan distillyatsiya minoralarida (minora tarkibiga distiller, issiqlik almashtirgich va gaz sovutgichi kiradi) amalga oshiriladi (15.9-rasm).



15.9-rasm. Distillyatsiya minorasi (distiller) sxemasi

NaHCO_3 kristallaridan ajratilgan filtrat regeneratsiyaga keladi.

Ammoniy xloridni parchalash uchun uni oldindan ohak so'ndirish jihozida tayyorlangan ohak suti bilan qayta ishlanadi. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

NH_4Cl ni parchalash asosan balandligi 15 m va diametri 2,8-3,0 m bo'lgan distillerda o'tkaziladi. T'sirlashmagan osh tuzi, kalsiy xlorid va boshqa tuzlar bo'lgan qoldiq eritma suv bilan suyultiriladi, shundan so'ng quyqumli havzaga chiqindi sifatida tashlanadi, tarkibida NH_3 va CO_2 tutgan gaz esa absorbsiyaga yuboriladi.

Kalsinirlangan soda olishning prinsipial sxemasi

Konsentratsiyasi 305-310 g/l bo'lgan osh tuzi eritmasi (namakob) yig'gich 1 dan o'z-o'zicha absorber 2 ga oqib tushadi, absorberda ammiak bilan (85 g/l NH_3) hamda qisman karbonizatsiya 3 va distillyatsiya 6 minoralariga, shuningdek vakuum-filtrga keladigan chiqindi gazlaridan tutib qolingan karbonat angidrid bilan to'yintiriladi (15.10-rasm). NH_3 va CO_2 absorbsiyasi birin-ketin joylashgan bir necha absorberlarda o'tkaziladi, bunda absorbsiyaning har bir bosqichidan so'ng namakob sovutiladi. Sovutilgan va ammiak bilan to'yintirilgan namakob karbonizatsiya minorasining yuqori qismiga beriladi. Minoraning o'rta qismiga kompressor 8 bilan ohaktosh kuydirish pechi 10 da hosil qilingan va yuvgich 9 da tozalangan gaz (35-40% CO_2) , quyi qismiga esa ohaktosh kuydirish (35-40% CO_2) va soda (85-95% CO_2) pechlari 7 dan olingan gazlar aralashmasi (60-80% CO_2) kiritiladi.

Kalsinirlangan soda ishlab chiqarishni rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlari

Soda ishlab chiqarishni rivojlantirish quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha amalga oshirilishi mumkin:

1. Soda zavodlarini azot birikmalari ishlab chiqarish korxonasi bilan uyg‘unlashtirish. Bu esa azot birikmalari korxonasida g‘osil bo‘ladigan konsentrlangan karbonat angidrididan foydalanishni ta‘minlaydi. Konsentrlangan karbonat angidrid ishlatish shu maqsadda kerakki, natriy xloridning bikarbonatga

konversiyasi $\frac{[CO_2]}{[NH_3]}$ nisbatga bog‘liq bo‘ladi. Demak, gazdagi CO₂ miqdori ortishi bilan natriy bikarbonat unumi ham oshadi.

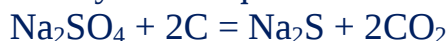
2. Soda olish uchun yanada iqtisodiy tejamkor bo‘lgan yangi sxemalarini yaratish orqali xomashyo, energiya, yoqilg‘i xarajatlarini kamaytirish hamda ishlab chiqarishni chiqindisiz ishlashiga erishish:

– tabiiy natriy sulfat – mirabalitdan soda olish, bunda natriy gidrokarbonat bilan bir qatorda o‘g‘it sifatida ishlatiladigan ammoniy sulfat ham ishlab chiqariladi.

Bu usul mohiyatini quyidagi umumiy tenglama ifodalaydi:



– mirabalit Na₂SO₄ ni ko‘mir bilan qaytarish va so‘ngra hosil bo‘lgan natriy sulfidlarini qo‘shaloq karbonizatsiyalash orqali soda olish:



Natijada soda va vodorod sulfid olinadi, vodorod sulfidni oksidlab elementar oltingugurtga aylantiriladi;

– distiller suyuqligidan ammiakni regeneratsiyalash amalga oshirilmaydi, soda va ammoniy xlorid olinadi, ammoniy xlorid esa azotli o‘g‘it sifatida foydalaniladi;

– natriy xlorid o‘rniga silvinit KCl·NaCl ishlatish soda va azot-kaliyli murakkab o‘g‘it (KCl + NH₄Cl) olishni ta‘minlaydi;

– karbonat angidrid manbai sifatida dolomit CaCO₃·MgCO₃ ishlatish distiller suyuqligini qayta ishlashda undan ammiak, bishofit MgCl₂·6H₂O (magniy olish uchun xomashyo) va CaCO₃ (sement olish uchun xomashyo) olishni ta‘minlaydi.

3. Ishlab chiqarishni avtomatik boshqarilishini tashkil etish, natijada soda olish jarayonini muqobil rejimini ta‘minlash orqali natriy gidrokarbonat unumi oshiriladi va kalsinirlangan soda tannarxi pasaytiriladi.

Natriy gidrokarbonat. Natriy gidrokarbonat soda yoki natriy gidrokarbonat eritmalarini bug‘ bilan parchalash orqali olinadi:



Olingan soda eritmasi karbonizatsiyalanadi:



Natriy gidrokarbonat choʻkmasi filtrlanadi, quritiladi, maydalanadi, qoplanadi va quruq joyda saqlanadi. Unda 98,5% dan kam boʻlmagan NaHCO_3 , 1-1,2% dan koʻp boʻlmagan Na_2CO_3 , 0,05% dan koʻp boʻlmagan NaCl va 1,0% dan koʻp boʻlmagan H_2O boʻladi. Mahsulot tarkibida mishyak, ammoniy tuzlari va ogʻir metallar boʻlmasligi kerak.

Nazorat uchun savollar

1. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullarini ayting.
2. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish xomashyolarini ayting.
3. Ohaktoshni kuydirish shaxtali pechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Ohaktoshni kuydirish jarayonini tushuntiring.
5. Ohak suti tayyorlash texnologiyasini tushuntiring.
6. Namakobni tozalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
7. Namakobni tozalash texnologiyasini tushuntiring.
8. Absorbsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Karbonizatsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
10. Karbonizatsiya minorasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Kalsinatsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
13. Kalsinatsiya jarayoni texnologiyasini tushuntiring.
14. Distillyatsiya minorasi tuzilishi va regeneratsiya jarayonini tushuntiring.
15. Kalsinirlangan soda olish texnologiyasini tushuntiring.
16. Natriy gidrokarbonat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.

II. AMALIY VA LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI MATERIALLARI

1. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-AMALIY MASHG'ULOT HAR XIL KONSENTRATSIYADAGI SULFAT KISLOTA ERITMASINI TAYYORLASH HISOBLARI

1-misol. 80 g suvda 20 g sulfat kislota erigan. Eritmaning molekulyar foiz konsentratsiyasini hisoblang.

Yechish: Masalaning shartiga muvofiq

$$a) N = \frac{20}{98,08} = 0,204 \text{ mol}$$

bunda 98,08 sulfat kislotaning molekulyar massasi;

$$b) N = \frac{80}{18,02} = 4,43 \text{ моль}; \quad 18,02 \text{ suvning molekulyar massasi};$$

$$v) C_m = \frac{0,204}{4,43 + 0,204} \cdot 100 = \frac{0,204}{4,634} = 4,4 \text{ mol \% H}_2\text{SO}_4$$

$$g) 100 - 4,4 = 95,6 \text{ mol \% H}_2\text{O}$$

2-misol. Idishdagi 98% li sulfat kislota eritmasi ($\rho = 1,84 \text{ g/ml}$) ochiq havoda qoldirilganda, uning massasi 980g dan 1001,8g ga ortdi. Hosil bo'lgan eritmadagi ($\rho = 1,814 \text{ g/ml}$) kislotaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish.

$$1) \begin{array}{rcl} 100\text{g} & \text{-----} & 98\text{g} \\ 980\text{g} & \text{-----} & x\text{g} \end{array} \quad x = 960,4\text{g}$$

$$2) \quad 1001,8 - 980 = 21,8\text{g} \quad (\text{SO}_3)$$



$$80\text{g} \text{ ----- } 98\text{g}$$

$$21,8\text{g} \text{ ----- } x\text{g} \quad x = 26,7\text{g}$$

$$4) \quad 960,4 - 26,7 = 933,7\text{g} (\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$5) \quad \omega\% = \frac{933,7}{1001,8} \cdot 100\% = 93\%$$

$$6) \quad C_M = \frac{\rho \cdot 10 \cdot \omega\%}{M} = \frac{1,814 \cdot 10 \cdot 93}{98} = 17,46M$$

3-misol. 500 ml 0,2 M eritma tayyorlash uchun zichligi 1,84 g/sm³ bo'lgan 96 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak. Bunday eritma qanday tayyorlanadi?

a) formula (4) dan:

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,2 \cdot 98 \cdot 500}{1000} = 9,8 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

b) formula (3) ga asosan:

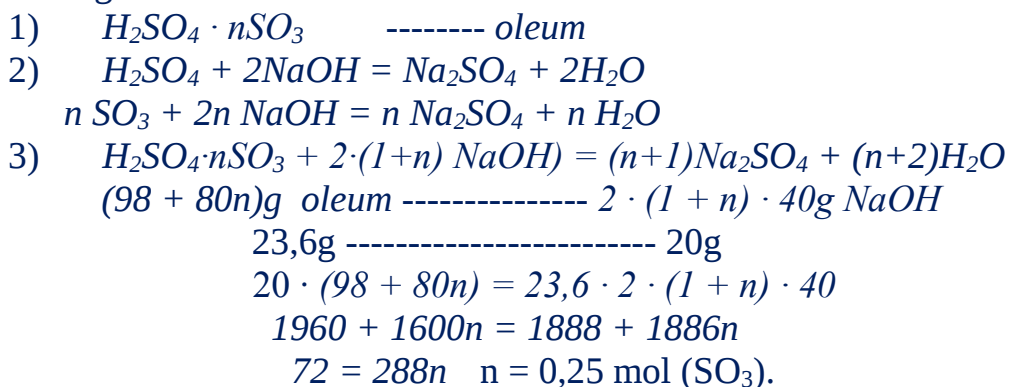
$$C_{\%} = \frac{100 \cdot m}{d \cdot V} ;$$

Bundan:

$$V = \frac{100 \cdot m}{d \cdot C_{\%}} = \frac{100 \cdot 9,8}{1,84 \cdot 96} = 5,55 \text{ ml.}$$

4-misol. 20g oyuvchi natriy eritmasi 23,6 g oleumni neytrallashtirishda sarf bo'ldi. Oleumdagi sulfat angidridning har bir molekulasi uchun nechta sulfat kislota molekulasini to'g'ri kelishini hisoblang.

Yechish.



4) Demak, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 0,25 \text{ mol SO}_3$ ekan.

5-misol. Ishqorning 40 ml eritmasini neytrallash uchun sulfat kislotaning 0,5n eritmasidan 24 ml ketadi. Ishqor eritmasining normalligini hisoblab toping.

Yechish: Formula (7) ga asoslanib yechamiz:

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

Bundan:

$$V_{\text{ishqor}} = \frac{N_2 \cdot V_2}{N_1} = \frac{0,5 \cdot 24}{40} = 0,3 \text{ n}$$

6-misol. Zichligi 1,12 g/ml ga teng bo'lgan 17% li sulfat kislota eritmasining normalligini hisoblang.

Yechish: Sxemadan foydalanib yechamiz

a) 1 litr eritmaning massasini zichligiga asosanib hisoblaymiz:

$$m = V \cdot d = 1000 \cdot 1,12 = 1120 \text{ g}$$

b) 1 litr eritmadagi erigan kislotaning miqdorini topamiz:

$$\frac{100}{1120} = \frac{17}{x}$$

$$1120 \cdot 17 = 19040$$

$$X = \frac{1120 \cdot 17}{100} = 190,4 \text{ g}$$

v) H_2SO_4 ning g/ekv ini hisoblaymiz: $98 / 2 = 49$ g

d) erigan kislotaning gramm bilan ifodalangan massasini g/ekv ga aylantirib hisoblaymiz.

$$H_2SO_{4 \text{ g/ekv}} = \frac{190,4}{49} = 3,88 \text{ n}$$

Demak, kislotaning normalligi 3,88 ga teng.

7-misol. Zichligi 1,032 g/ml bo'lgan 5% li sulfat kislota eritmasining molyalligini hisoblab toping.

Yechish: Sxemaga asosan yechamiz:

a) 1 litr eritmaning massasini topamiz: $1000 \cdot 1,032 = 1032 \text{ g}$

b) 1 litr eritmadagi erigan H_2SO_4 ning miqdorini hisoblaymiz:

$$\frac{100}{1032} = \frac{5}{x}; \quad X = \frac{1032 \cdot 5}{100} = 51,6 \text{ g}$$

v) 1000 g erituvchida erigan H_2SO_4 ning miqdorini hisoblaymiz:

95 g suvda 5 g H_2SO_4 erigan bo'sa,

1000 g suvda x g erigan bo'ladi.

Bundan:

$$X = \frac{1000 \cdot 5}{95} = 52,63 \text{ g}$$

g) 52,63 g H_2SO_4 necha g/mol bo'lishini hisoblaymiz:

$$g / \text{mоль} H_2SO_4 = \frac{52,63}{98} = 0,54 \text{ molyal}$$

Demak, eritma 0,54 molyalli ekan.

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-misol. 60 g suvda 40 g sulfat kislota erigan. Eritmaning molekulyar foiz konsentratsiyasini hisoblang.

2-misol. Idishdagi 95% li sulfat kislota eritmasi ($\rho = 1,81 \text{ g/ml}$) ochiq havoda qoldirilganda, uning massasi 950g dan 1000,2g ga ortdi. Hosil bo'lgan eritmadagi ($\rho = 1,818 \text{ g/ml}$) kislotaning molyar konsentratsiyasini aniqlang.

3-misol. 250 ml 0,1 M eritma tayyorlash uchun zichligi $1,81 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan 95 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak. Bunday eritma qanday tayyorlanadi?

4-misol. 40g oyuvchi natriy eritmasi 25 g oleumni neytrallashda sarf bo'ldi. Oleumdagi sulfat angidridning har bir molekulasi necha sulfat kislota molekulasiga teng bo'lganini hisoblang.

5-misol. Ishqorning 10 ml eritmasini neytrallash uchun sulfat kislota eritmasining 0,1n eritmasidan 25 ml ketadi. Ishqor eritmasining normalligini hisoblab toping.

6-misol. Zichligi $1,15 \text{ g/ml}$ ga teng bo'lgan 12% li sulfat kislota eritmasining normalligini hisoblang.

7-misol. Zichligi $1,1 \text{ g/ml}$ bo'lgan 10% li sulfat kislota eritmasining molyalligini hisoblab toping.

2-AMALIY MASHG'ULOT SULFAT KISLOTANING KONSENTRLANGAN ERITMALARINI SUYULTIRISHGA DOIR HISOBLAR

1-misol. 500 ml 2 n eritma tayyorlash uchun zichligi $1,72 \text{ g/ml}$ bo'lgan 80 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak?

Yechish: (1) va (5) formulalarga asoslanamiz:

$$a) C_n = \frac{m}{\vartheta \cdot V} \cdot 1000; \text{ bundan: } m = \frac{C_n \cdot \vartheta \cdot V}{1000} = \frac{2 \cdot 49 \cdot 500}{1000} = 49 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

$$b) C_{\%} = \frac{m}{d \cdot V} \cdot 100; \text{ bundan } V = \frac{100 \cdot m}{C_{\%} \cdot d} = \frac{49 \cdot 100}{8 \cdot 1,7} = 35,6 \text{ ml}$$

2-misol. Zichligi $1,6 \text{ g/ml}$ bo'lgan sulfat kislota eritmasini tayyorlash uchun sulfat kislota eritmasining zichligi $1,4 \text{ g/ml}$ va $1,84 \text{ g/ml}$ bo'lgan eritmalarini qanday nisbatda aralashtirish kerak?

Yechish: Aralashtirish qoidasiga ko'ra diagonal usuli bilan hisoblaymiz:

$$\begin{array}{ccc}
 1,84 & & 1,6 - 1,4 = 0,2 \\
 & \swarrow \quad \searrow & \\
 & 1,6 & \\
 & \nwarrow \quad \nearrow & \\
 1,4 & & 1,84 - 1,6 = 0,24
 \end{array}$$

Kasrdan qutulish uchun 0,2 va 0,24 sonlarni 100 ga ko'paytiramiz. Demak zichligi $1,6 \text{ g/ml}$ ga teng bo'lgan H_2SO_4 eritmani tayyorlash uchun zichligi $1,84 \text{ g/ml}$ bo'lgan kislota 20 hajm zichligi $1,4 \text{ g/ml}$ bo'lgan kislota 24 hajm olib aralashtirish kerak.

3-misol. 0,7 M li 400 ml sulfat kislota eritmasi berilgan. Kislota konsentratsiyasini 1 M ga yetkazish uchun eritmadan 5,956 A tokni necha soat davomida o'tkazish kerak?

1) Bu elektrolizda suv elektrolizga uchraydi va sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7 M dan 1 M ga oshadi.

$$2) \quad n = C_M \cdot V = 0,7 \cdot 0,4 = 0,28 \text{ mol} \quad (H_2SO_4)$$

$$3) \quad V = \frac{n}{C_M} = \frac{0,28}{1} = 0,28 \text{ l} = 280 \text{ ml}$$

$$4) \quad V(H_2O) = 400 \text{ ml} - 280 \text{ ml} = 120 \text{ ml} = 120 \text{ g}$$

$$5) \quad m = \frac{J \cdot e \cdot t}{26,8} \quad e(H_2O) = 9$$

$$t = \frac{m \cdot 26,8}{e \cdot J} = \frac{120 \cdot 26,8}{9 \cdot 5,956} = 60 \text{ soat.}$$

4-misol. Konsentratsiyasi 2,5 molyar bo'lgan sulfat kislota eritmasining 15 ml miqdoridan foydalanib necha ml 0,5 molyarli eritma tayyorlash mumkin?

Yechish. $C_{M_1} = 2,5 \text{ M}$ $\frac{C_{M_1}}{C_{M_2}} = \frac{V_2}{V_1}$

$$V_1 = 15 \text{ ml}$$

$$C_{M_2} = 0,5 \text{ M} \quad V_2 = \frac{C_{M_1} \cdot V_1}{C_{M_2}} = \frac{2,5 \cdot 15}{0,5} = 75 \text{ ml}$$

$$V_2 - ?$$

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-misol. 250 ml 0,5 n eritma tayyorlash uchun zichligi 1,02 g/ml bo'lgan 70 % li sulfat kislota eritmasidan qancha olish kerak?

2-misol. Zichligi 1,5 g/ml bo'lgan sulfat kislota eritmasini tayyorlash uchun sulfat kislotaning zichligi 1,1 g/ml va 1,6 g/ml bo'lgan eritmalarini qanday nisbatda aralashtirish kerak?

3-misol. 0,5 M li 500 ml sulfat kislota eritmasi berilgan. Kislota konsentratsiyasini 2 M ga yetkazish uchun eritmadan 5,5 A tokni necha soat davomida o'tkazish kerak?

4-misol. Konsentratsiyasi 2,5 molyar bo'lgan sulfat kislota eritmasining 25 ml miqdoridan foydalanib necha ml 1,5 molyarli eritma tayyorlash mumkin?

3-AMALIY MASHG'ULOT SULFAT KISLOTA QURILMASINING DASTLABKI TEXNOLOGIK HISOBLARI

Masalaning sharti:

Dastlabki texnologik hisoblar asosan sulfat kislota qurilmasining unumdorligini va oltingugurt bo'yicha sarflanish koeffitsiyentini aniqlash uchun bajariladi.

Quyidagi dastlabki ma'lumotlar asosida «Qisqa tasvir» tizimi bo'yicha ishlaydigan sulfat kislota qurilmasining dastlabki texnologik hisoblari bajarilsin:

Berilgan:

Sulfat kislota sexi sulfat kislota monogidрати bo'yicha quvvati:

$$m_1 = 500\,000\text{ t } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4 / \text{yil.}$$

Sex mahsuloti – kuporos moyi.

Kuporos moyini H_2SO_4 bo'yicha konsentratsiyasi $S_{K.M} = 93\% \text{ H}_2\text{SO}_4$.

Qurilmaning asosiy apparatlaridan biri-kontakt aparati bo'yicha rejalik ta'mirlash grafigi ma'lumotlari:

a) Qurilmani kapital ta'mirlashlar orasidagi vaqti: $T_k^o = 8640$ soat.

b) Qurilmani joriy ta'mirlashlar orasidagi vaqti: $T_j^o = 720$ soat.

v) Qurilmani har bir kapital ta'mirlash davridagi to'xtash vaqti: $T_k^t = 300$ soat.

g) Qurilmani har bir joriy ta'mirlash davridagi to'xtash vaqti: $T_j^t = 24$ soat.

Sulfat kislota ishlab chiqarish xomashyosi – tabiiy oltingugurt, 2-nav, qattiq holda, gazli.

Xomashyoni ishlab chiqarishdagi yo'qolishi $h_1 = 3\%$.

Sulfat kislotani molekulyar massasi, $M = 98$ u.b. ga teng (shartli ravishda).

Oltingugurtning atom massasi $A_S = 32$ u.b. ga teng (shartli ravishda).

Masalaning yechimi:

1. Qurilmani yil davomida bajariladigan kapital ta'mirlashlar sonini aniqlaymiz:

$$n_k = T_{YIL} : T_k^o = 8760 : 8760 = 1 \text{ marta}$$

2. Qurilmani yil davomida kapital ta'mirlashlar vaqtini aniqlaymiz:

$$T_k = n_k \cdot T_k^t = 1 \cdot 300 \text{ soat} = 300 \text{ soat.}$$

3. Qurilmani yil davomida bajariladigan joriy ta'mirlashlar uchun sonini aniqlaymiz:

$$n_j = T_{yil} : T_j^o - n_k = 8760 : 720 - 1 = 11 \text{ marta.}$$

4. Qurilmani yil davomida joriy ta'mirlashlar uchun sarflangan vaqtini aniqlaymiz:

$$T_j = n_j \cdot T_j^t = 11 \cdot 24 = 264 \text{ soat.}$$

5. Qurilmani bir yil davomida samarali (effektiv) ishlash vaqtini aniqlaymiz:

$$T_{ef} = T_{yil} - T_k - T_j = 8760 - 300 - 264 = 8196 \text{ soat.}$$

6. Sulfat kislota qurilmasini 100% li sulfat kislota bo'yicha unumdorligini (ya'ni soatbay mahsulot chiqarishini).

7. DAST 127-76 bo'yicha 2-nav oltingugurtdagi S ni miqdorini aniqlaymiz:

$$S_s = 98,5 \%.$$

Hisoblaymiz:

$$m_2 = m_1, \text{ t/yil} : T_{\text{ef,soat}} = 500000 : 8136 = 61 \text{ t } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4 / \text{soat.}$$

8. Xomashyodagi aralashma miqdorini hisoblaymiz:

$$n_2 = 100 - S_S = 100 - 98,5 = 1,5 \% \text{ ar.}$$

1. 100% H₂SO₄ bo'yicha oltingugurtning soatbay sarfini kg/ soatlarda aniqlaymiz:

$$m_3 = \frac{m_1 \text{ t/y} \cdot A_S \cdot 1000 \text{ kg}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot (1 - h_1\% / 100\%) \cdot (1 - h_2\% / 100\%)} = \frac{61 \cdot 32 \cdot 1000 \text{ kg}}{98 (1 - 3/100)(1 - 1,5/100)} =$$

$$= 20008,3 \text{ kg S}_{\text{ifl.}} / \text{soat.}$$

10. 1t 100% H₂SO₄ ishlab chiqarish bo'yicha iflos oltingugurtning sarflanish koeffitsiyentini hisoblaymiz:

$$m_4 = \frac{m_3 \text{ kg/soat}}{m_4 \text{ t/y}} = \frac{20\,008,3 \text{ kg/soat}}{61} = 328,0049 \text{ kg S}_{\text{ifl}} / \text{tonna } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4.$$

11. Nazariy jihatdan 1t 100% H₂SO₄ uchun sarflanish koeffitsiyenti 328 kg 100% S / t 100% ni H₂SO₄ tashkil etadi.

12. Sulfat kislota ishlab chiqarish sexining kuporos moyi bo'yicha quvvatini aniqlaymiz:

$$m_5 = \frac{m_1 \text{ t/y} \cdot 100\%}{C_{\text{H}_2\text{SO}_4} \%} = \frac{500000 \cdot 100}{93} = 537634,4 \text{ t kup.moyi / yil.}$$

13. Sulfat kislota sexining kuporos moyi bo'yicha unumdorligini kg/soatda hisoblaymiz:

$$m_6 = \frac{m_5 \text{ t/yil} \cdot 1000}{T_{\text{ef,soat}}} = \frac{537634,4 \cdot 1000}{8196} = 65597,169 \text{ t kup.moyi / soat.}$$

14. Kuporos moyi uchun kerak oltingugurtning soatbay sarfini hisoblaymiz:

$$m_7 = \frac{m_6 \cdot 32 \cdot S_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{98 \cdot (1 - h_1\% / 100\%) (1 - h_2\% / 100\%) \cdot 100\%} =$$

$$\frac{65\,597,169 \cdot 32 \cdot 93}{98 \cdot (1 - 3/100)(1 - 1,5/100) \cdot 100} = 20\,010,073 \text{ kg iflos S / soat.}$$

15. 1t 93% li kuporos moyi ishlab chiqarish uchun iflos oltingugurtning sarflanish koeffitsiyentini hisoblaymiz:

$$m_8 = \frac{m_7 \cdot 1000 \text{ kg}}{m_6} = 305 \text{ kg iflos S / t } 93\% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

4-AMALIY MASHG'ULOT SULFAT KISLOTA SAQLAGICHLARI HISOBLARI

Masalaning sharti:

Diametri $D=13\text{m}$, balandligi $H=5\text{m}$ bo'lgan silindrik shaklidagi kislota saqlagichda konsentratsiyasi $C=97\%$ sulfat kislota saqlanmoqda. Kislota saqlagichda to'ldirish koeffitsiyenti $h=0,65$ bo'lsa, bu saqlagich ichidagi sulfat kislotaning hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

Berilgan:

$D=13\text{m}$

$H=5\text{m}$

$h=0,65$

$C=97\% \text{H}_2\text{SO}_4$

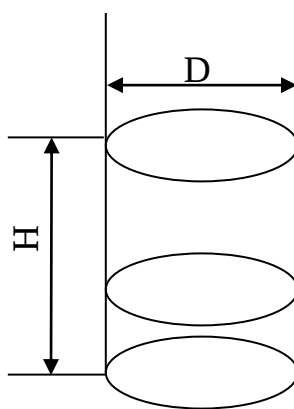
$97\% \text{H}_2\text{SO}_4$ zichligi $\rho=1,8364 \text{ t/m}^3$ (ma'lumotnomadan olinadi)

$V = \text{H}_2\text{SO}_4$ -?

$M = \text{H}_2\text{SO}_4$ -?

Masalaning yechimi:

1. Kislota saqlagichning umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'lishi mumkin:



2. Kislota saqlagichni umumiy hajmini aniqlaymiz:

$$V_1 = \frac{\pi D^2 \cdot H}{4} = \frac{3,14169 \cdot 13^2 \cdot 5}{4} = 663,32 \text{ m}^3$$

3. Kislota saqlagichda saqlanayotgan sulfat kislota hajmini topamiz:

$$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = V_1 \cdot h = 663,32 \text{ m}^3 \cdot 0,65 = 431,16 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$$

4. Kislota saqlagichida saqlanayotgan 97% sulfat kislotalarining og'irlik miqdorini hisoblaymiz:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = V_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot \rho_{97\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = 431,16 \text{ m}^3 \cdot 1,8364 \text{ t/m}^3 = 791,79 \text{ t H}_2\text{SO}_4$$

5. Hozirgi vaqtda sulfat kislota omborxonalarida ishlatilayotgan kislota saqlagichlarining har birining hajmi 3000 m^3 va undan ortiqroq ham bo'lishi mumkin va unda o'rtacha 5500 tonna atrofida kuporos moyi (93:94% H_2SO_4) saqlanadi. Amaliyotda kislota saqlagichlarni qisqartirib «banka» lar deyiladi va hozirgi zamon sulfat kislota omborxonalari 3 va undan ortiq «banka» lardan iborat bo'lib, ularda 15000 tonnadan ortiq yuqori konsentratsiyali sulfat kislota saqlanadi.

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-masala. Diametri $D=15\text{m}$, balandligi $H=6\text{m}$ bo'lgan silindrik shaklidagi kislota saqlagichda konsentratsiyasi $C=95\%$ sulfat kislota saqlanmoqda. Kislota saqlagichda to'ldirish koeffitsiyenti $h=0,55$ bo'lsa, bu saqlagich ichidagi sulfat kislotalarining hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

2-masala. Diametri $D=18\text{m}$, balandligi $H=7\text{m}$ bo'lgan silindrik shaklidagi kislota saqlagichda konsentratsiyasi $C=92\%$ sulfat kislota saqlanmoqda. Kislota saqlagichda to'ldirish koeffitsiyenti $h=0,45$ bo'lsa, bu saqlagich ichidagi sulfat kislotalarining hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

3-masala. Diametri $D=12\text{m}$, balandligi $H=8\text{m}$ bo'lgan silindrik shaklidagi kislota saqlagichda konsentratsiyasi $C=90\%$ sulfat kislota saqlanmoqda. Kislota saqlagichda to'ldirish koeffitsiyenti $h=0,40$ bo'lsa, bu saqlagich ichidagi sulfat kislotalarining hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

5-AMALIY MASHG‘ULOT
SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRARISH XOMASHYOLARI SARFI
HISOBLARI

Masalaning sharti:

Agarda oltingugurtni ishlab chiqarishdagi yo‘qotilish $\eta=1,5\%$ tashkil etsa, soatiga tarkibida $C=94\%$ sulfat kislotasi bo‘lgan H_2SO_4 eritmasidan $m=110$ tonna ishlab chiqarish uchun kuniga necha tonna 2-navli oltingugurt sarflanadi.

Berilgan:

1. $C=92\% H_2SO_4$
 2. $m=110$ t/soat
 3. $\eta=1,5\%$
 4. $S_s=99,5\% S$ (III- nav uchun ma’lumotnomadan olinadi)
- $m_4=?$
 $\gamma\ 94\% H_2SO_4=1,8312\ t/m^3, C_s^{II}=99\cdot\%S$

Masalaning yechimi:

1. 1 kunda necha tonna 94% li sulfat kislotasi ishlab chiqariladi?

$$m_1 = m\ t/soat \cdot \tau\ soat = 110 \cdot 24 = 2640\ t\ 94\% H_2SO_4/kun$$

2. Kuniga m_1 t 94% H_2SO_4 dan necha t 100% H_2SO_4 ishlab chiqarish mumkin?

$$m_2 = \frac{m_1\ t / \kappa_{yH} \cdot 94\%}{100\%} = 2481,6\ t\ 100\% H_2SO_4 / \kappa_{yH}$$

3. Agarda ishlatilayotgan oltingugurt tarkibida $S_s=99,5\% S$ bor bo‘lsa, kuniga qancha oltingugurt kerak?

$$m_3 \frac{m_2\ t / \kappa_{yH} \cdot C_s\ \%}{100} = \frac{2481,6 \cdot 99\%}{100\%} = 2456,8\ t\ 2\text{-nav}\ S\ kerak.$$

4. Xomashyo ishlab chiqarishdagi yo‘qotilishni e’tiborga olib, uni sarfini aniqlaymiz:

$$m_4 = m_3\ t \left(1 + \frac{\eta\ \%}{100} \right) = 2456,8\ t \left(1 + \frac{1,5}{100} \right) = 2493,6\ t / \kappa_{yH}\ 2\ navli\ S$$

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-masala. Agarda oltingugurti ishlab chiqarishdagi yo'qotilish $\eta=1,2\%$ tashkil etsa, soatiga tarkibida $C=90\%$ sulfat kislotasi bo'lgan H_2SO_4 eritmasidan $m=100$ tonna ishlab chiqarish uchun kuniga necha tonna 2-navli oltingugurt sarflanadi.

2-masala. Agarda oltingugurti ishlab chiqarishdagi yo'qotilish $\eta=1,1\%$ tashkil etsa, soatiga tarkibida $C=92\%$ sulfat kislotasi bo'lgan H_2SO_4 eritmasidan $m=120$ tonna ishlab chiqarish uchun kuniga necha tonna 2-navli oltingugurt sarflanadi.

3-masala. Agarda oltingugurti ishlab chiqarishdagi yo'qotilish $\eta=1,3\%$ tashkil etsa, soatiga tarkibida $C=96\%$ sulfat kislotasi bo'lgan H_2SO_4 eritmasidan $m=140$ tonna ishlab chiqarish uchun kuniga necha tonna 2-navli oltingugurt sarflanadi.

6-AMALIY MASHG'ULOT XOMASHYOLARNI KUYDIRISH JIHOZ VA BO'LINMALAR HISOBI

Flotatsiyalangan kolchedanni yoqishda hosil bo'luvchi temir zangi chiqishi miqdori hisoblari

Masalaning sharti:

Tarkibida 51% oltingugurt bo'lgan temir kolchedanidan 20 t/soat yoqilsa, kuniga necha tonna Fe_2O_3 ko'rinishidagi temir zangi hosil bo'ladi, agarda temir zangidagi oltingugurt miqdori 0,4% tashkil etsa va temir kolchedanining yo'qolish koeffitsiyenti 2% ni tashkil qilsa.

Berilgan:

$m=14$ t/soat

$Ps(a)=51\%$ S(flat)

$Ps(3)=0,4\%$

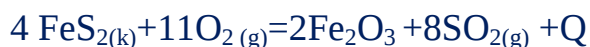
$FeS_2 = 2\%$ yo'qotish

$\tau=24$ soat =kun

$m_{(3)}Fe_2O_3=?$

Masalaning yechimi:

1. Avvalam bor temir kolchedanini Fe_2O_3 shaklida zang hosil qilish reaksiyasini yozamiz:



2. Temir zangi chiqishini aniqlaymiz.

$$X^{Fe_2O_3} = \frac{160 - Ps(a)}{160 - Ps(3)} = \frac{160 - 51}{160 - 0,4} = \frac{109}{159,6} = 0,69 \text{ t } Fe_2O_3 / FeS$$

3. Amaliyotda yoqilayotgan temir kolchedani miqdorini hisoblaymiz:

$$m_1 = m_{FeS_2 \text{ T} / coam} \left(1 - \frac{\eta\%}{100} \right) = 20\% \cdot \left(1 - \frac{2}{100\%} \right) = 19,6 \text{ t/soat}$$

4. Hosil bo'lgan Fe_2O_3 miqorini aniqlaymiz:

$$m_2 = m_1 \text{ T/coam} \cdot x^{Fe_2O_3 \text{ T/T}} = 19,6 \cdot 0,68 = 13,33 \text{ t } Fe_2O_3 / \text{soat}$$

5. Bir kunda hosil bo'layotgan temir zangi miqdorini hisoblaymiz:

$$m_3 = m_2 \text{ t/soat } \tau \text{ soat} = 13,3324 \cdot 24 = 319,87 \text{ t } Fe_2O_3 / \text{kun}$$

Temir kolchedanini issiqligi hisoblari

Masalaning sharti:

Kuniga 450 t temir kolchedani yonganda soatiga ajralib chiqadigan yonish reaksiyasi issiqligi hisoblansin. Agarda kolchedan tarkibida oltingugurt miqdori 52% ni va temir zangi Fe_3O_4 shaklida hosil bo'lib, temir zangi tarkibida 2,5% oltingugurt bo'lib, temir kolchedanini ishlab chiqirishdagi yo'qolishi 1,9% ni tashkil etsa.

Berilgan:

1. $m=450 \text{ t/kun}$
2. $Ps(a)=50\% \text{ S (amal) } 52$
3. $Ps(3)=2,5\% \text{ S}$
4. $\eta=1,9$
5. $zang= Fe_3O_4$
6. $\tau=24 \text{ soat/kun}$

Masalaning yechimi:

1. Avvalam bor temir kolchedanini yonish reaksiyani yozamiz:



2. Temir zangini chiqishini hisoblaymiz:

$$X^{Fe_3O_4} = \frac{148 - Ps(a)}{148 - Ps(3)} = \frac{148 - 52\%}{148 - 2,5} = \frac{96}{145,5} = 0,66 \text{ kg } Fe_3O_4 / \text{kg } FeS_2$$

3. Temir kolchedanini yonish foyizini hisoblaymiz:

$$P_s(yo) = P_s(a) - xP_s(3) = 52\% - 0,662,5\% = 50,35 \%$$

4. 1 kg FeS_2 yonganda chiqqan issiqlikni hisoblaymiz:

$$Q^{Fe_3O_4} = 30,2P_s(yo) = \text{kkal/kg } FeS_2 = 30,250,35 = 1520,6 \text{ kkal/kg}$$

5. Soatiga necha tonna temir kolchedani yonganini aniqlaymiz

$$m^1 = \frac{m}{24} = \frac{450T}{24} = \frac{450000}{24} = 18750 \text{ kg } FeS_2 / \text{soat}$$

6. Temir kolchedanini amaliyotda yo'qolishini e'tiborga olib, uni sarfini hisoblaymiz:

$$m_2 = m_1(1 - (\eta\%/100\%)) = 18750(1 - (1,9/100)) = 18393,8 \text{ kg } FeS_2 / \text{soat}$$

7. Soatiga necha kilokalloriya issiqlik ajralib chiqadi?

$$Q = Q^{Fe_3O_4} m_2 = 18393,8 \cdot 1520,6 = 27969536 \text{ kkal/soat}$$

8. Xalqaro SI sistemasi bo'yicha hosil bo'layotgan issiqlik miqdorini aniqlaymiz:

$$Q_1 = 4,19 \cdot Q = 4,19 \cdot 27969536 = 117192350 \text{ kJ/soat}$$

Sulfat kislota ishlab chiqarish uchun kerak bo'lgan o'choq gazi sarfi hisoblari

Masalaning sharti:

Tarkibida 9% oltingugurt dioksidi gazi bo'lgan o'choq gazidan soatiga necha m^3 ishlab chiqarish kerak, agarda sexning sulfat kislota bo'yicha quvvati 1560 t/kuniga bo'lsa va H_2SO_4 konsentratsiyasi 93% H_2SO_4 bo'lsa, o'choq gazini yo'qolishi 0,5% bo'lsa.

Berilgan:

1. $P_{(SO_2)} = 9\% SO_2$

2. $m = 1560 \text{ t/kun}$

3. $C_{H_2SO_4} = 93\% H_2SO_4$

4. $\eta = 0,5\%$

5. $\tau_{24} = \text{soat/kun}$

$V_{u.g}^{III} = ?$

Masalaning yechimi:

1. 1 tonna 100% li H_2SO_4 ishlab chiqarish uchun kerak bo'lgan o'choq gazini hajmini aniqlaymiz;

$$V_{(y\epsilon)} = \frac{22860}{P_{(SO_2)}} = \frac{22860}{9\%} = 2540 \frac{M^3 (y\epsilon)}{T 100\% H_2SO_4}$$

2. Agar o'choq gazining yo'qolishi 0,5% bo'lsa 1 tonna 100% li H_2SO_4 ishlab chiqarish uchun necha m^3 o'choq gazi sarflanadi?

$$V^I_{(u.g)} = V(o'g)(1+\eta\%/100\%) = 2540 \cdot (1+0,5/100) = \frac{2552,73M^3}{100\%} (o'g) \quad H_2SO_4$$

3. 1t 93% H_2SO_4 ishlab chiqarish uchun necha m^3 o'choq gazi kerak bo'ladi?

$$V^{II} (ug) = V^I(ug)93\% / 100\% = 2552,793\%/100\% = \frac{2374M^3}{T 100\%} (o'g) \quad H_2SO_4$$

4. Soatiga necha tonna H_2SO_4 ishlab chiqiladi?

$$m^I = \frac{m}{24} = \frac{1560T / \kappa yH}{24} = 65 T / coam$$

5. Soatiga necha m^3 o'choq gazi kerak?

$$V^{III}(o'.g) = V^{II}(o'.g)m^I = 237465 = 154310 \frac{M^3 (y\epsilon)}{coat}$$

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-masala. Tarkibida 55% oltingurgut bo'lgan temir kolchedanidan 25 t/soat yoqilsa, kuniga necha tonna Fe_2O_3 ko'rinishidagi temir zangi hosil bo'ladi, agarda temir zangidagi oltingurgut miqdori 0,2% tashkil etsa va temir kolchedanining yo'qolish koeffitsiyenti 3% ni tashkil qilsa.

2-masala. Kuniga 350 t temir kolchedani yonganda soatiga ajralib chiqadigan yonish reaksiyasi issiqligi hisoblansin. Agarda kolchedan tarkibida oltingugurt miqdori 50% ni va temir zangi Fe_3O_4 shaklida hosil bo'lib, temir zangi tarkibida 1,5% oltingurgut bo'lib, temir kolchedanini ishlab chiqirishdagi yo'qolishi 1,4% ni tashkil etsa.

3-masala. Tarkibida 9% oltingurugut dioksidi gazi bo'lgan o'choq gazidan soatiga necha m^3 ishlab chiqarish kerak, agarda sexning sulfat kislota bo'yicha quvvati 1400 t/kuniga bo'lsa va H_2SO_4 konsentratsiyasi 95% H_2SO_4 bo'lsa, o'choq gazini yo'qolishi 0,8% bo'lsa.

7-AMALIY MASHG'ULOT

SULFIT ANGIDRIDNI SULFAT ANGIDRIDGA OKSIDLASH JARAYONI
HISOBLARI

Masalaning sharti:

Oltingugurt ikki oksidini oltingugurt uch oksidiga oksidlash jarayoni muvozanat doimiysi va muvozanat sharoitidagi oksidlash darajasi hisoblab topilsin, agarda kontakt apparatiga kirayotgan o'choq gazining tarkibida oltingugurt dioksidi 10% (x), kislorod 10,5(x), azot 79,5% (x) ni tashkil etib, harorat 460°C, bosim 1 atm ga teng bo'lsa.

Berilgan:

1. $R = 1 \text{ atm}$
 2. $t = 460^\circ \text{C}$,
 3. $P_{\text{SO}_2} = 10\% (x) = a$
 4. $P_{\text{O}_2} = (o'g) = 10,5\% (x) = b$
 5. $P_{\text{N}_2} = 79,5\% (x)$
- $K_{m.d} - ? \quad X_{m.sh.o.d} - ?$

Masalaning yechimi:

1. SO_2 ni SO_3 ga oksidlash muvozanat doimiysini hisoblaymiz:

$$\lg kp = \frac{A^1}{T} - B^1 = \frac{4905,5}{460 + 273} - 6,1734 = 0,518896$$

bu yerda: $A^1 - V^1$ lar – doimiy son bo'lib, ular ma'lumotnomadan topiladi.

T- harorat, Kelvin gradusi, $T = t + 273 = K$

Olingan natijani antilogarifmlab, $K_{m.d} = 3,000$

2. SO_2 ni SO_3 ga muvozanat sharoitidagi oksidlash muvozanat darajasini hisoblaymiz.

$$X_{mshod} = \frac{K_{m.d}}{K_{m.d} + \sqrt{(100 - 0,5aX_{m.u.o.d})/(e - 0,5aX_{m.u.o.d})}} \quad (1)$$

bu yerda: $K_{m.d}$ – muvozanat doimiysi,

a, v, r lar – doimiy sonlar bo'lib, masala shartidan topiladi.

Bu tenglamani tanlash usuli bilan yechiladi:

$X_{mshod}^{(b)} = 0,6879$ ni qo'yib, (1) tenglamani yechamiz:

$$3 \cdot X_{mshod}^{(x)} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,6879 / (10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,6879)}} = 0,4478$$

Erishilgan natija shuni ko'rsatadiki: $X^{(x)}_{mshod} \neq X^{(b)}_{mshod}$ ya'ni, muvozanat sharoitida oksidlanish darajasi (m.sh.o.d) ning berilgan va hisoblangan qiymatlari bir-biriga teng emas.

Endi $X^{(b)}_{mshod} = 0,4478$ uchun (1) tenglamani yechamiz:

$$4. X^{(x)}_{mshod} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4478 / (10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4478)}} = 0,4658$$

Erishilgan natija shuni ko'rsatadiki: $X^{(x)}_{mshod} \neq X^{(b)}_{mshod}$ ya'ni, muvozanat sharoitida oksidlanish darajasi (m.sh.o.d)ning berilgan va hisoblangan qiymatlari bir-biriga teng emas.

Endi $X^{(b)}_{mshod} = 0,4658$ uchun (1) tenglamani yechamiz:

$$5. X^{(x)}_{mshod} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4658 / (10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4658)}} = 0,4645$$

(b) Xm.sh.o.d	0,6879	0,4479	0,4658
(x) Xm.sh.o.d	0,4479	0,4658	0,4645

Oltinugurt ikki oksidini oltinugurt uch oksidiga oksidlash jarayoni muvozanat doimiysi va tezligini aniqlash hisoblari

Masalaning sharti:

Vannadiy katalizatori sirtida SO_2 ni SO_3 ga oksidlash jarayoni tezligi va muvozanat doimiysi hisoblansin, agarda katalizatorni aktivlanish energiyasi $Ye = 22400$ kkal/mol, amaliy oksidlanish darajasi $x = 0,55$ b.u bo'lsa, harorat $t = 510^0C$ bo'lsa, SO_2 ni u.g tarkibidagi miqdori $R_{SO_2} = 10\%$ (x), $R_{O_2} = 11\%$ (x) u.g bosimi $R-1$ atm, universal gaz doimiysi $R = 1,98$ kkal /mol grad, katalizator doimiy soni $K_0 = 9,0 \cdot 10^6$ bo'lsa, natural logarifm asosi $ye = 2,72$; $A^1 = 4905,5$; $V^1 = 6,1734$ ga teng bo'lsa, tezlik doimiysi aniqlansin.

Berilgan:

1. $R_{SO_2} = 11\%$ (x) =a
2. $R_{O_2} = 11\%$ (x) =v
3. $Ye = 22400$ kkal /mol
4. $t = 510^0C$

5. $K_0 = 9,0 \cdot 10^6$
6. $R = 1,98 \text{ kkal/mol}$
7. $ye = 2,72$
8. $A^1 = 4905,5$
9. $V^1 = 6,1734$
10. $X = 0,55$

Masalaning yechimi:

1. Muvozanat doimiysini quyidagi tenglama orqali hisoblaymiz.

$$\lg Km.d = \frac{A^1}{T} - B^1 = \frac{490,5}{273 + 510} = 4,6455 = 1,6$$

$\lg Km.d = 1,6$ ni antilogorfm lab

$$Km.d = 40$$

2. Arrenius tenglamasidan foydalanib tezlik doimiysini hisoblaymiz.

$$Kt.d \ K_0 \cdot e^{-E/RT} = 9 \cdot 10^6 \cdot 2,72^{22400/1,98 \cdot 783} = 4,9$$

3. SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligini Boreskov tenglamasidan foydalanib aniqlaymiz:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{Km.d}{a} * \frac{X_{muod} - X^{0,8}}{X} * \frac{ax}{2} \frac{273}{T}$$

bu yerda:

$$a = R_{(SO_2)} \quad v = R_{(O_2)}$$

$X^{(x)}_{mshod}$ – muvozanat sharoitidagi oksidlanish darajasi. Uni miqdorini yuqoridagi masaladan o‘rniga qo‘yish usuli bilan quyidagi tenglama orqali yechamiz.

$$X^{(x)}_{mshod} = \frac{Km.d}{Km.d + \sqrt{100 - 0,5aX_{muod} / P(8 - 0,5a\chi_{muod})}}$$

$$X^{(b)}_{mshod} = \frac{40}{40 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8971 / (11 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8971)}} X$$

$$X \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,8971 / 2,2 - 0,8971}} = 0,9126$$

$X^{(b)}_{mshod} = 0,91126$ deb qabul qilamiz va:

$$X^{(x)}_{mshod} = \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,9126 / 2,2 - 0,9126}} = 0,9122$$

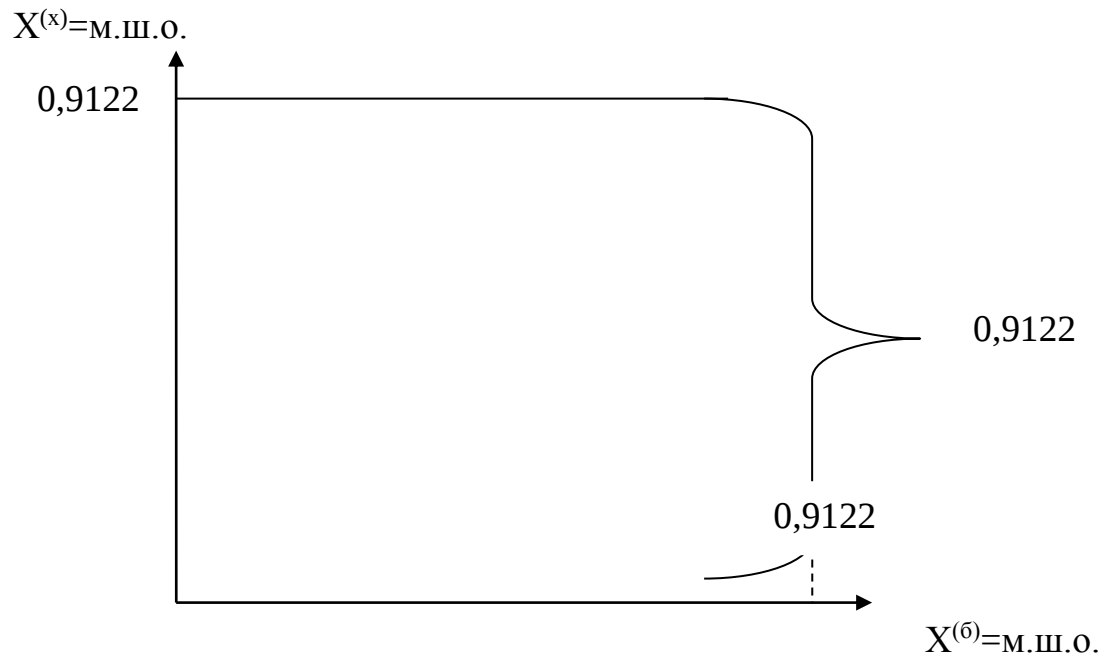
$X^{(b)}_{mshod} = 0,9122$ deb qabul qilamiz va:

$$X^{(x)}_{mshod} = \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,9122 / 2,2 - 0,9122}} = 0,9122$$

4. Olingan natijalar asosida quyidagi jadvalni tuzamiz:

$X^{(b)}_{mshod}$	0,8917	0,9126	0,9122
$X^{(x)}_{mshod}$	0,9126	0,9122	0,9122

5. Bu jadval asosida $X^{(x)}_{mshod} = f(X^{(b)}_{mshod})$ grafigini tuzamiz:

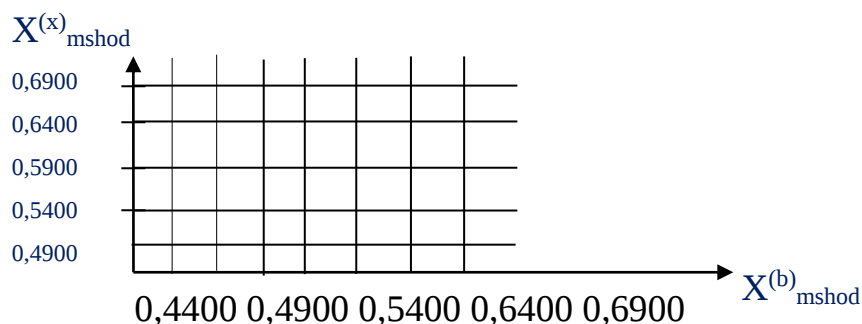


6. Bu grafikni abtsissa va ordinata tomonlarini AS chizig'ida sirkul bilan o'lchash natijasida $X^{(x)}_{mshod} = X^{(b)}_{mshod} = 0,9122$ ekanini topamiz. demak, $X_{mshod} = 0,9122$.

7. Yuqoridagi sonlarni Boreskov tenglamasiga qo'yib, SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligini hisoblaymiz:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{4.9}{10} * \frac{0.9122 - 0.55^{0.8}}{11} - \frac{(10 * 0.55)}{2} * \frac{273}{783} = 0.7425$$

Yuqoridagi jadval natijalari asosida $X^{(x)}_{mshod} = f(X^{(b)}_{mshod})$ funksiyasini arifmetik shkalalarda tuzamiz.



$X^{(x)}_{mshod} = f(X^{(b)}_{mshod})$ funksiyasi diagrammasi.

7. A, V va S nuqtalarni birlashtirib AV to'g'ri chiziqni hosil qilamiz.

8. Bu AS to'g'ri chizig'ida orinata va obstsissa tomonlarini tsirkulda o'lchab, shunday yagona bir D nuqtani topamizki, u yerda $X^{(x)}_{mshod} = X^{(b)}_{mshod}$ teng bo'ladi. Demak, yuqoridagi berilgan sharoitlarda SO_2 ni SO_2 ga muvozanat sharoitidagi oksidlanish darajasi miqdori $= X^{(x)}_{mshod} = 0,4651$ ga teng ekan.

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

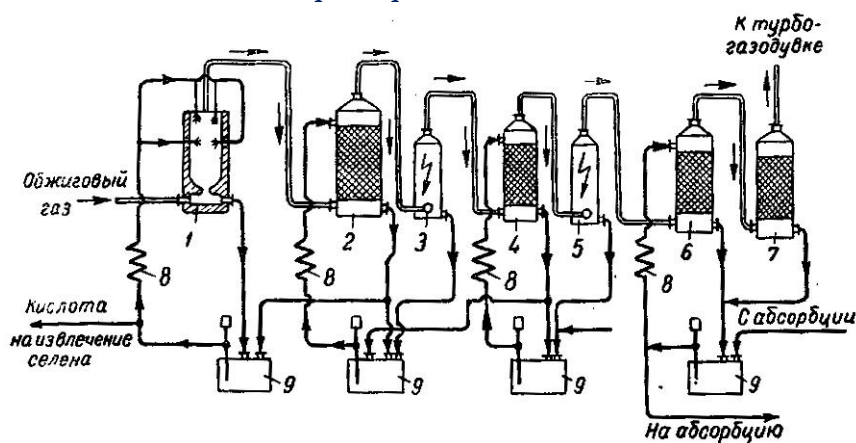
1-masala. Oltingugurt ikki oksidini oltingugurt uch oksidiga oksidlash jarayoni muvozanat doimiysi va muvozanat sharoitidagi oksidlash darajasi hisoblab topilsin, agarda kontakt apparatiga kirayotgan o'choq gazining tarkibida oltingugurt dioksidi 10% (x), kislorod 10,5(x), azot 70,5% (x) ni tashkil etib, harorat $450^{\circ}C$, bosim 1 atm ga teng bo'lsa.

2-masala. Vannadiy katalizatori sirtida SO_2 ni SO_3 ga oksidlash jarayoni tezligi va muvozanat doimiysi hisoblansin, agarda katalizatorni aktivlanish energiyasi $Y_e = 22500$ kkal/mol, amaliy oksidlanish darajasi $x = 0,50$ b.u bo'lsa, harorat $t = 520^{\circ}C$ bo'lsa, SO_2 ni u.g tarkibidagi miqdori $R_{SO_2} = 10\%$ (x), $R_{O_2} = 11\%$ (x) u.g bosimi $R = 1$ atm, universal gaz doimiysi $R = 1,88$ kkal /mol grad, katalizator doimiy soni $K_0 = 9,0 \cdot 10^6$ bo'lsa, natural logarifm asosi $ye = 2,72$; $A^1 = 4905,5$; $V^1 = 6,1734$ ga teng bo'lsa, tezlik doimiysi aniqlansin.

8-AMALIY MASHG‘ULOT

SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHNING KONTAKT USULIGA DOIR HISOBLAR

Pech gazini tozalash. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontakt usulida kolchedanni yoki pishirishdan hosil bo‘lgan minerali gaz zararli moddalardan sekin tozalanadi, bular-mishyakni birikmalari, selen, sulfat kislota tuman va chang qoldiqlaridan. Gazni dastlab mexanik moddalardan tozalanadi va elektrofiltrlanadi. Keyin esa bu gaz sovutiladi, yumshatiladi va ho‘l elektrofiltrdan o‘tkaziladi, bunda gaz mishyak-sulfat kislota tuman qoldiqlaridan tozalanadi.



Maydalab tozalash bo‘limi sxemasi

1 va 2-birinchi va ikkinchi yuvish minorasi; 3 va 5-nam elektrofiltrlar; 4-yumshatuvchi minora; 6-quritish minorasi; 7-sochma tutgich; 8-kislota sovutgich; 9-kislota yig‘gich.

Oxirgi xo‘l elektrofiltrdan gaz quritish hammomiga, undan keyin sachratadigan tortib oluvchidan o‘tib turbokom-pressorga uzatiladi.

Yoqiladigan gazning namlik tarkibi yoqilganda kolchedanning va havoning namligiga bog‘liq.

1000 kg kolchedandan yonuvchi gazga faqat namligi o‘tishi (1 kg ga 1000 kg quruq kolchedan to‘g‘ri keladi)

$$1000W_{H_2O}:100-W_{H_2O}$$

(W_{H_2O} -nam kolchedanda ho‘llik tarkibi %), ho‘l havodan esa quruq kolchedanning 1000 kg ho‘llik gazga (kg)

$$a_{N_2O}V_{voz}d:1000 \quad (5.1)$$

bu yerda, a_{N_2O} -1 m³ quruq havoning havodagi namlik tarkibi, g;

$V_{voz}d$ -yonishga uzatiladigan quruq havoning miqdori, m³.

Odatda, gaz yuvilgan bo‘limdan chiqqanda u o‘rta sug‘orish kislota chiqadigan gazning haroratidan suv hammomi bug‘iga to‘yingan bo‘ladi.

Gazdagi suvning miqdori 1 tonna hisoblaganda bog'lovchi kislotaning tayyor xomashyosini quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$W_{H_2O}=228,3a_{H_2O}:C_{SO_4} \cdot n \cdot 10 \quad (5.2)$$

bu yerda, 228,3-tayyor xomashyo kislotaning 1 tonnasidagi SO₂ ning miqdori, m³;

a_{H₂O}-1 m³ gazning suv bug'ini miqdori, g;

C_{SO₄}-quruq yonuvchi gazdagi SO₂ konsentratsiyasi, %;

n-tayyor xomashyo bog'lovchi kislotadagi ishlatiladigan SO₂ koefitsienti.

Yuviladigan kislota (N₂SO₄) miqdorini boshqa barcha xomashyolarga nisbati quyidagi formula orqali topiladi

$$G_n=100n \cdot C_{SO_2}:nC_{SO_2}+n^1C_{SO_3} \quad (5.3)$$

bu yerda, n va n¹ – xomashyo sistemasida SO₂ va SO₃ ishlatiladigan koefitsient (amaliyotda n¹=1).

C_{SO₂} va C_{SO₃} – yonuvchi gazdagi SO₂ va SO₃ ning miqdori, %

Masala 1. Gaz yuviladigan bo'limni 20°C haroratda tark etadi. Sug'orish kislotaning harorati 40°C. Gaz bilan olib ketuvchi 1 tonna xomashyoni suv bug'ini miqdorini aniqlash, agar uning SO₂ konsentratsiyasi gazda 10% va 95% gacha ishlatilsa.

Yechish. (5.2) formula orqali topamiz

$$228,3 \cdot 30,4 : 10 \cdot 0,95 \cdot 10 = 73 \text{ kg}$$

bu yerda 30,4-o'rta haroratda 30°C dagi gazning namlik miqdori, g.

Masala 2. Yuviladigan kislota (H₂SO₄) miqdorini aniqlash, bunda minora gazida 14% SO₂ va 0,5 % SO₃ hosil qiladi va SO₂ va SO₃ koefitsiyenti 0,95 va 1 ga teng.

Yechish. (5.3) formula orqali topamiz

$$G_n=100 \cdot 1 \cdot 0,5 : 0,95 \cdot 14 + 1 \cdot 0,5 = 3,62\%$$

Yuviladigan minoralarning tartibi issiqlik balansini ishlatilishi bilan hisoblanadi.

Minoralarning kattaliklarini berilgan adabiyotlar orqali topish mumkin, normal sharoitda gazning sarflanishidan topiladi. Ichki diametrini bilgan holda, sug'orilish zichligi jadvalda ko'rsatilgan ma'lumotlar bilan to'g'ri kelishini tekshirish kerak.

Sug'orilish quruq bashnyaga berilganda, bunda qo'shilgan kislota 0,5% dan oshmasligi kerak. Quruq bashnyaning uzunligi, gazning tezligi 0,8-1,2 m/s bo'ladi.

Absorbtsiya K koefitsienti gazning tezlik formulasi orqali topiladi

$$K=K_0W^{0,8}$$

bu yerda, K₀-sulfat kislotali suvning absorbtsiya bug'ini tezlik koefitsienti, kg/(m²·s·Pa);

W-Minoradagi gazning tezligi, m/s.

K₀ ni sulfat kislotaning har xil konsentratsiyada 50⁰C dagi ahamiyati:

S N ₂ SO ₄ , %	80	85	90	9	95	97	98
K ₀ ·10 ⁴	1,9	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3

Masala 3. Minorada 150 t/s kolchedanni yoqishyapti. 1 t kolchedandan 2549,7 m³ gaz olinadi, uning zichligi 1,42 kg/m³. Minoradan chiqayotgan gazning harorati 400⁰C. NIIOGAZ tsiklonining miqdorini aniqlash, elektrofiltir oldida gazni tozalash uchun qo'yish zarur.

Yechish. NIIOGAZ sikloninig hisob-kitob formulasi:

$$(V/F)^2 = \Delta P \cdot 2g : 1030\rho$$

bu yerda, V-gazning hajmi, m³/s;

F=πd²/4-tsiklonning maydoni, m²;

ρ-ishchi haroratdagi gazning zichligi, kg/m³

ΔP-gidravlik tsiklonnig qaytishi.

Ish sharoitida gazning hajmi:

$$(150:24 \cdot 3600) \cdot 2549,7 \cdot (273+400:273) = 10,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Amaliy ma'lumotlardan olinadi ΔP=430 Pa.

Gazning zichligi:

$$\rho = 1,42 \cdot (273:273+400) = 0,577 \text{ kg/m}^3$$

Siklonlarning umumiy qiymati:

$$10,9 : \sqrt{[(430 \cdot 2 \cdot 9,81) : 1030 \cdot 0,575]} = 2,9 \text{ m}^2$$

Siklon korpusining diametri konstruktiv ko'rinishlarida 800 mm dan kam bo'lmazligi kerak. Siklonning diametri 700 mm deb olamiz. Shunda parallel ishlaydigan siklonning soni:

$$2,9 : (0,785 \cdot 0,7^2) = 7,5 \text{ ta q.q 8ta}$$

Masala 4. Elektrofiltir sonini va uning tozalash turi 63 495 m³/s dagi Minora gazini tanlash. Gazning harorati 350⁰C. Elektrofiltirga gazning tezligi 0,5 m/s ga teng.

Yechish. Gazning hajmi ish usullarida:

$$63 \ 495 \cdot (273+350:273) = 144 \ 896 \text{ m}^3/\text{s}$$

Elektrofiltirni umumiy kesimi: 144 896:(3600·0,5)=81 m².

Maxsus jadval yordamida (30, s. 259), OG-3-20 4-elnktrofiltirni umumiy kesimi 4·20=80 m² bo'lganini tanlaymiz.

Masala 5. Sulfat kislotani kontakt usulida ishlab chiqarishni birinchi yuvilish bashnyasining material balansi.

B o s h l a n g ' i c h m a ' l u m o t l a r

Yuvish bo'limiga kirib kelayotgan gazning tarkibi va miqdori (bug'latilmagan holda):

%(um.)	m ² /c
SO ₂13	15 470
SO ₃0,3	357
O ₂3,4	4 050
N ₂83,1	99 000
H ₂ O -	7 250

Minorani harorati 50°C bo'lgan 60% li H₂SO₄ bilan namlanadi. Minoradan chiqayotgan gazning harorati 115°C bo'ladi.

Yechish. Hisoblash uchun shartli ravishda quyidagi qiymatlarni qabul qilamiz:

Minorada sulfat angidrid to'liq yutilib, 60% li sulfat kislota hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan kislota ning teng yarmi tomchi holida ikkinchi minoraga o'tib ketadi va birinchi yuvish minorasining tsikliga 30% li kislota holida qaytadi. Gaz bilan birgalikda minoradan olib ketayotgan namlik miqdorini namlantiruvchi kislota ning o'rta haroratidan va chiqayotgan gazdan topamiz, ya'ni (115+50):2=82,5°C.

Shu haroratdagi 60% li H₂SO₄ ustida N₂O ning bug' bosimi 11 452,2 Pa (85,9 mm sim.us). Shunga muvofiq birinchi yuvilish minorasidan gaz bilan ketadigan namlik miqdori

$$(118\,877 \cdot 11\,452,2) : (101\,323,2 - 11\,452,2) = 12\,175 \text{ kg/s}$$

bu yerda 118 877=15 470+357+4050+99 000- m³ quruq gaz.

Birinchi minoraning namlanish tsiklidan quyidagi miqdorda 60% li H₂SO₄ chiqarib yuboriladi:

$$((357 \cdot 80) : 22,4 \cdot 98) : (80 \cdot 0,6) = 2600 \text{ kg/s}$$

Uning tarkibidagi suv: 2600-(357·80):22,4=1330 kg, bu yerda 80 va 98 SO₃ va H₂SO₄ ning molekulyar massasi.

2-yuvilish minorasiga tomchilar bilan birgalikda 60% li H₂SO₄ ham kelib tushadi: 2600·0,5=1300 kg, uning tarkibida quyidagicha, kg

$$\text{SO}_3 \quad (1300 \cdot 0,6) : 80 : 98 = 636$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 1300 - 636 = 664$$

Bu kislota 2-yuvish minorasida parchalanib 30% li holga keltiriladi va 1-yuvilish minorasining namlash sikliga qaytariladi.

Qaytarilayotgan barcha miqdor, kg:

$$\text{SO}_3 \quad 636$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad (1300 \cdot 0,6) : 0,3 - 636 = 1960$$

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Birinchi yuvilish minorasining suv bo'yicha balansi:

Suvning kiritimi	kg	Suvning chiqimi	kg
Gaz bilan.....	5 800	Gaz bilan 2-yuvilish minorasiga.....	12 175
2-yuvilish minorasidan 30% li H ₂ SO ₄ ko'rinishida.....	1 960	tomchilar bilan 60% li H ₂ SO ₄ ko'rinishida.....	664
1-yuvilish minorasiga suv qo'shiladi (kirim va chiqim orasidagi farqga asosan).....	6 409	mahsulot sifatidagi 60% li H ₂ SO ₄ tarkibida chiqib ketadigan.....	1 330
Jami	14 169	Jami	14 169

Masala 6. Pech gazini yuvishning birinchi bosqichini issiqlik balansi tuzilsin va yuvish minorasining o'lchamlari aniqlansin.

Dastlabki ma'lumotlar: zavodning ishlab chiqarish quvvati 100 000 t/yil monogidrat; 1 t monogidratga kolchedan sarfi 0,878 t. 1t kolchedandan tarkibida 9,6% SO₂ va 74 kg suv bug'i bo'lgan 2916 m³ pech gazi olinadi.

Kirib kelayotgan gazning harorati 300°C, chiqib ketayotganiniki 115°C. Yuvilish apparati 76% li H₂SO₄ bilan ta'minlanadi; kirib kelayotgan kislota harorati 50°C. Rejali remont ishlari yil davomida o'tkaziladi, kapital remont esa yiliga bir marta zavodni 10 kunga to'xtatib amalga oshiriladi.

Yechish.

Issiqlikning kirishi

Quruq gaz bilan kirayotgan issiqlik:

Kolchedan sarfi quyidagicha $(100\,000 \cdot 0,878) : ((365 - 10) \cdot 24) = 10,32$ t/s

Quruq pech gazining miqdori bug'latilmaganda quyidagicha bo'ladi $10,32 \cdot 2916 = 30\,100$ m³/s

Quruq gaz entalpiyasi $Q_1 = 30\,100 \cdot 1,38 \cdot 300 = 12\,458\,500$ kDj/s

(1,38-pech gazini issiqlik sig'imi, kDj/(m³·K)).

Suv bug'i bo'lgan gaz tarkibida kirib kelayotgan issiqlik miqdori:

Gaz tarkibida bo'lgan suv bug'i miqdori quyidagicha-

$$74 \cdot 10,32 = 763 \text{ kg/s}$$

U holda $Q_2 = 763 \cdot 2710 = 2\,067\,800$ kDj/s

[2710-300°S dagi suv bug'ining entalpiyasi, kDj/kg]

Kislota bilan kiritilayotgan issiqlik miqdori: $Q_3 = L \cdot 96,8$ kDj/s

(L-kislota miqdori, kg/s; 96,8-76% li H₂SO₄ ning 50°S dagi entalpiyasi, kDj/kg)

Issiqlik kiritilishining umumiy miqdori: $Q_{\text{kir}} = 12\,458\,500 + 2\,067\,800 + 96,8 \cdot L$ kDj.

Issiqlik sarfi

Quruq gaz bilan olib ketilayotgan issiqlik miqdori:

$$Q_1' = 30100 \cdot 1,38 \cdot 115 = 4\,775\,800 \text{ kDj/m}^3$$

Gazdagi suv bug'ining miqdorini topish uchun kiritilayotgan kislotaning va chiqarilayotgan gaz haroratlari o'rtacha haroratida 76% li H_2SO_4 ning ustidagi suv bug'ining bosimini bilish kerak, u quyidagicha aniqlanadi: $(50+115):2=82,5^\circ\text{C}$.

Bunday hollarda kislota ustida faqat suv bug'i bo'lishini hisobga olsak, u holda kislota ustidagi bug'ning to'la bosimi ko'rsatgichlaridan foydalansak bo'ladi. Bu holda u 1866,2 Pa (14 mm.sim.ust.) ga teng. Shuning uchun gaz bilan olib ketilayotgan suv bug'ining miqdori quyidagigina teng:

$$(30100 \cdot 1866,2 \cdot 18) : ((101323,2 - 1866,2) \cdot 22,4) = 453,8 \text{ kg}$$

Bug' bilan olib ketilayotgan jami issiqlik miqdori

$$Q_2' = 453,8 \cdot 2708,8 = 1\,229\,300 \text{ kDj}$$

bu yerda 2708,8-suv bug'ining $92,5^\circ\text{C}$ dagi entalpiyasi, kDj/kg.

Issiqlik yo'qotilishi Q_3' ni umumiy issiqlik kirimiga nisbatan 5% ga teng.

Yuvgich idishdan oqib chiqayotgan kislota bilan olib ketilayotgan issiqlikning miqdori. Amaliy ma'lumotlarga nisbatan uning harorati 88°C ga teng. L ning o'zgarishini, ya'ni oqib chiqayotgan kislotaning kirib kelayotganga nisbatini, u kichik bo'lgani uchun issiqlik hisobini tuzayotganimizda hisobga olmasa ham bo'ladi. SHuning uchun $Q_4' = 175,1 \text{ L}$ deb hisoblaymiz. Bu yerda 175,1-76% li H_2SO_4 ning 88°C dagi entalpiyasi, kDj/kg.

Umumiy issiqlik sarfi:

$$Q_{\text{carf}} = 4\,775\,800 + 1\,229\,300 + Q_3' + 175,1 \text{ L kDj/kg}$$

Kirimga nisbatan 5% deb hisoblab issiqlikning kirimini chiqishini tenglashtirib quyidagini olamiz:

$$0,95(12\,458\,500 + 2\,067\,800 + 96,8\text{L}) = 4\,775\,800 + 1\,229\,300 + 175,1\text{L}$$

Bundan quyidagini topamiz

$$L = 93\,800 \text{ kg/s yoki } 93\,800 : 1680 = 55,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

bu yerda 1680 kg/m³-sulfat kislota zichligi.

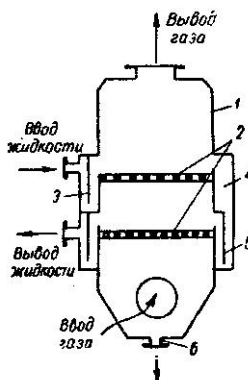
Miqdori 30 100 m³/s bo'lgan pech gazini tozalash uchun 1-yuvilish minorasining o'lchamlarini quyidagilardan kelib chiqib, ya'ni gazning normal sharoitlarida minoraning to'liq hajmiga to'g'ri keladigan to'yintiriladigan qismini 1000 m³/s ga 2-4 m³ deb hisoblab tanlaymiz. Minora quyidagicha hajmga ega bo'lishi kerak: $30\,100 : 1000 \cdot 4 = 120 \text{ m}^3$

Minoradagi gazning tezligini 1m/sek deb qabul qilib, uning kesimini topamiz, ya'ni balandligi va diametrini:

$$S = 30\,100 (3600 \cdot 1) = 8,4 \text{ m}^2; \varnothing = 3,3 \text{ m};$$

$$h = 120 : 8,4 = 14 \text{ m}$$

Masala 7. Keltirilayotgan misoldan kelib chiqib ko‘pikli rejimda ishlaydigan yuvilish apparatining ko‘ndalang kesim yuzasi, apparatdagi polkalar soni va uning balandligi aniqlansin.



Ikki qutbli ko‘piklatgich apparatining sxemasi.

1-korpus; 2-panjara; 3-qabul qilish karobkasi; 4-oqava quvur; 5-gidravlik berkitgich; 6-shtutser.

Yechish. Ko‘pik apparatining ko‘ndalang kesimi yuzasini hisoblash uchun ishchi sharoitda unga kirib kelayotgan gazning hajmini aniqlaymiz (gazning namlik hajmini hisobga olmaymiz):

$$V_r = 30 \cdot 100 \cdot (273 + 300) : 273 = 63\,200 \text{ m}^3/\text{s}$$

Butun apparatning ko‘ndalang kesimi uchun tezlikni $W = 2,5 \text{ m/sek}$ deb olamiz. SHunda apparatning kesimi quyidagicha bo‘ladi:

$$S = V_r / W \cdot 3600 = 63\,200 : 2,5 \cdot 3600 = 7,1 \text{ m}^2$$

Apparat kesimi kvadrat holida bo‘lganda uning uzunligi quyidagiga teng: $\sqrt{7,1} = 2,65 \text{ m}$. Bu holda apparat panjarasidagi suyuqlikni oqim intensivligi quyidagiga teng

$$i = 55,8 : 2,65 = 21,1 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$$

bu miqdor uning normal holda ishlashini ta’minlaydi.

Ko‘pik apparatidagi polkalar sonini hisoblaymiz. Bitta polkadagi issiqlik uzatishning FIK tajriba ma’lumotlariga asosan 0,8 ga teng. SHunga muvofiq apparatning birinchi polkasida issiqlik almashinish jarayoni 80% gacha yetadi, ikkinchi polkada FIK xuddi shunday 0,8 yoki issiqlik almashinish jarayoni 16% ga teng $[(100 - 80) \% \cdot 0,8 = 16 \%]$ va keyingi uchinchi polkada 3,2 ga teng $[(100 - 80 - 16) \% \cdot 0,8 = 3,2 \%]$.

Shunday qilib, jarayon uchun uchta polkadan foydalanilganda apparatning umumiy FIK quyidagiga teng: $0,8 + 0,16 + 0,032 = 0,992$, bu yetarli qiymatdir.

Polkalar oralig‘ini 1 m deb, panjara osti va panjara ustini 1,5 m deb hisoblab, apparatning umumiy balandligini topamiz:

$$h = 1,5 + 1 + 1 + 1,5 = 5 \text{ m}$$

Masala 8. Birinchi yuvilish kislotasi tarkibidagi SO_2 ning yo‘qotilishi aniqlansin, agar u miqdori 7 t/s konsentratsiyasi 70% va harorati 100°C bo‘lgan omborga yuborilayotgan H_2SO_4 ko‘rinishida bo‘lsa. Gaz tarkibidagi SO_2 ning miqdori 15% (umum).

Yechish. Darslik ma’lumotlariga ko‘ra bu sharoitlarda SO_2 ni H_2SO_4 ga yutilishi ($R_{\text{SO}_2}=101\,323,2\text{ Pa}$) 100 gr kislotada 0,48 ga teng.

Shunga muvofiq umumiy yo‘qotilishlar quyidagiga teng:

$$(0,48 \cdot 10 \cdot 7 \cdot 15) : 100 = 5,04\text{ kg}$$

Masala 9. Birinchi yuvilish kislotasini sovutish uchun zarur bo‘ladigan tomchilatgichli sovutgich hisoblansin. Kislotani boshlang‘ich harorati 90°C , yakunlanish harorati 60°C ga teng. Konsentratsiyasi 60% bo‘lgan sovutilayotgan H_2SO_4 ning miqdori soatiga 100 t ni tashkil qiladi, uning issiqlik sig‘imi $2,28\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ga teng. Suvni boshlang‘ich harorati 25°C , yakunlanish harorati 40°C .

Sovutgichlar uchun grafitoplastdan ishlangan ATM-1 quvurlardan foydalaniladi.

Yechish. Sovutgichning issiqlik yuklamasi:

$$Q = 100\,000 \cdot 2,28(90-60) = 6\,825\,000\text{ kDj/s.}$$

Sovutgichning ishlashidagi o‘rtacha haroratlar farqi quyidagicha:

$$90 \rightarrow 60 \quad t_{o,p} = (40+40) : 2 = 40^\circ\text{C}$$

$$50 \leftarrow 20$$

Sovutgich quvurlaridagi harakatlanayotgan kislota tezligini 0,6 m/sek deb qabul qilamiz. Quvurlarning kerakli kesim yuzasi quyidagicha

$$S = G : (3600 \rho W) = 100\,000 : (3600 \cdot 1498 \cdot 0,6) = 0,031\text{ m}^2$$

bu yerda 1498-60% li H_2SO_4 ning zichligi, kg/m^3 .

Diametri 90X114 mm bo‘lgan grafitoplast trubalarni tanlab olamiz. Bitti trubaning kesim yuzasi quyidagicha–

$$f = 0,785d^2 = 0,785 \cdot 0,09^2 = 0,0064\text{ m}^2$$

parallel sektsiyalar soni–

$$m = S/f = 0,031 : 0,0064 = 4,85, m=5$$

Agar $m=5$ bo‘lsa, u holda $S=0,032\text{ m}^2$, ya’ni sovutgich quvurlaridagi kislota tezligi amalda o‘zgarmaydi.

Sovutgichning yuzasi: $F = Q/K \Delta t_{o,p}$.

Grafitoplast materiallar uchun issiqlik uzatish koeffitsientini 600-800 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ atrofida qabul qilamiz.

Hisoblash uchun $K=700$ deb qabul qilib, quyidagini olamiz:

$$F = 6\,825\,000 : (700 \cdot 40) = 245\text{ m}^2$$

Har bir sektsiyadagi quvurlar uzunligi (yuzani ichki diametr bo‘yicha olamiz):

$$L = F/\pi d_{\text{vn}} m = 245 : (3,14 \cdot 0,09 \cdot 5) = 173\text{ m}$$

Agar seksiya gorizontal bo'yicha 2 qatordan iborat bo'lsa va sovutgich uzunligi 6 m bo'lsa, u holda sektsiyaning vertikal qatorlari quyidagiga teng bo'ladi:
 $173:(2 \cdot 6) = 14,4 \text{ q.q } 15$

Sovutgichni ta'minlash uchun kerak bo'ladigan suvning sarfi:

$$6 \cdot 825 \cdot 000 : ((40 - 20) \cdot 4,19 \cdot 1000) = 82 \text{ m}^3/\text{s}$$

Masala 10. Quritish bo'limi uchun 1000 kg kolchedanga moddiy balans tuzilsin.

Dastlabki ma'lumotlar. Quruq gaz tarkibi va uning 1000 kg kolchedanga to'g'ri keladigan miqdori:

	% (um)	m ³	kg
SO ₂	9,6	277	791
O ₂	7,9	228	324
N ₂	82,5	2377	2970
Umumiy	100	2879	4085

Gazdagi suv bug'lari 138 m³ yoki 111 kg.

Gaz 7,5% gacha SO₂ bo'lgan havo bilan parchalanadi, ya'ni eng optimal ta'sirlashish konsentratsiyasigacha. Suv bug'lari 94% li H₂SO₄ tomonidan yutiladi va kislota 93,5% gacha parchalanadi. Quritish bo'limidan chiqarib yuborilayotgan gaz tarkibida 0,2 g/m³ N₂O bo'ladi.

Yechish. Havo bilan parchalangan quruq gazning hajmi:

$$(277 \cdot 100) : 7,5 = 3700 \text{ m}^3.$$

Gazga qo'shish lozim bo'lgan quruq havo miqdori: $3700 - 2879 = 821 \text{ m}^3$.

Havoning nisbiy namligini 50% va uning haroratini 23°C ga teng deb qabul qilamiz. Bu haroratga to'yingan bug' bosimi 2786,4 Pa (20,9 mm.sim.ust.) mos keladi.

Havo bilan olib chiqib ketilayotgan namlik miqdori:

$$(821 \cdot 2786,4 \cdot 0,5) : (101323,2 - 2786,4 \cdot 0,5) = 11,5 \text{ m}^3$$

Havo tarkibi:

	m ³	kg
O ₂	$821 \cdot 0,21 = 172$	246
N ₂	$821 \cdot 0,79 = 649$	811
H ₂ O.	–	11,5 9,2

Gaz va havo bilan olib chiqib ketilayotgan namlik miqdori: $111 + 9,2 = 120,2 \text{ kg}$.

Quritish bo'limidan chiqib ketayotgan gazdagi namlik miqdori:

$$(3700 \cdot 0,2) : 1000 = 0,7 \text{ kg}.$$

Kislota ga yutilayotgan namlik miqdori: $120,2 - 0,7 = 119,5 \text{ kg}$.

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Gazni quritish uchun kerak bo'ladigan kislota miqdori x ni kiritilayotgan va chiqarilayotgan kislotaldagi monogidrat balansini tenglamasidan topamiz:

$$x \cdot 0,94 = (x + 119,5) \cdot 0,935; \quad x = 24\,000 \text{ kg}$$

Zichlik 1800 kg:m^3 bo'lgandagi kislota hajmi: $24\,000:1800 = 13,3 \text{ m}^3$

Amaliy ma'lumotlardan kelib chiqib $0,3\%$ (umum) SO_2 sulfat kislotalda eriy borib, undan ajralib ham chiqadi. Kislotalda erigan SO_2 ning miqdori:

$$277 \cdot 0,003 = 0,83 \approx 1 \text{ m}^3 \text{ yoki } 791 \cdot 0,003 \approx 2 \text{ kg}$$

Quritish bo'limidan chiqarib yuborilayotgan gaz tarkibi quyidagicha:

	kg	m^3
SO_2	$277 - 1 = 276$	789
N_2	$2374 + 649 = 3021$	3781
O_2	$228 + 172 = 400$	570
H_2O	—	0,7

Quritish bo'limiga chiqarilayotgan kislota miqdori: $24000 + 119,5 + 2 = 24121,5$ kg

Bu kislotaldagi H_2SO_4 konsentratsiyasi: $(24\,000 \cdot 0,94):24\,121,5 = 93,5\%$

Quyida yig'ma moddiy balans keltirilgan:

Kirim	kg	m^3
Gaz		
SO_2	791	277
N_2	2970	2377
O_2	324	228
H_2O	111	138
Havo		
N_2	811	649
O_2	246	172
H_2O	9	11
Sulfat kislota		
(94%)	24000	—

Umumiy 29 262

Chiqim	kg	m^3
Gaz		
SO_2	789	276
N_2	3781	3021
O_2	570	400
H_2O	1	—
Sulfat kislota		
(93,5%)	24122	—

Umumiy 29 263

9-AMALIY MASHG‘ULOT
SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHNING NITROZA USULIGA DOIR
HISOBLAR

Minorali tizimning sovutgichlar bilan birgalikdagi issiqlik balansi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$Q_k + Q_r + Q_{\text{suyult.}} + Q_{\text{kond.}} = Q_{\text{ch}} + Q_s + Q_y$$

bu yerda: Q_k va Q_{ch} – kiradigan va chiqadigan gazning entalpiyasi; Q_r – H_2SO_4 olish reaksiyasining issiqligi; $Q_{\text{suyult.}}$ – mahsulot kislotasining belgilangan konsentratsiyasigacha H_2SO_4 ni suyultirish issiqligi; $Q_{\text{kond.}}$ – gaz bilan kiradigan gazning kondensatsiya issiqligi; Q_s – sovitgich suv bilan chiqib ketadigan issiqlik; Q_y – tashqi muhit bo‘yicha tizimda yo‘qotiladigan issiqlik.

Jadvalda tarkibida 7 va 9,5% SO_2 tutgan kuyundi gazini 1 t H_2SO_4 ga qayta ishlashdagi issiqlik balansi keltirilgan. Kiradigan gazning harorati 350°C , namligi esa 5% ga teng. Tizimdan chiqadigan gaz harorati 35°C da, mahsulot kislotasining konsentratsiyasi 76% H_2SO_4 deb olingan.

1 t H_2SO_4 olish tizimining issiqlik balansi
(kuyundi gazi tarkibida 7 va 9,5% SO_2 bo‘ladi)

Issiqlik kirimi	Miqdori, Mj		Issiqlik chiqimi	Miqdori, Mj	
	7,0% SO_2	9,5% SO_2		7,0% SO_2	9,5% SO_2
Kuyundi gazi bilan	1550	1150	Gaz bilan chiqib ketadigan	120	90
H_2SO_4 olish issiqligi	2300	2300	Sovitgich suv bilan chiqib ketadigan	3880	3510
Suv bug‘ining kondensatsiya issiqligi	150	150			
Hammasi:	4000	3600	Hammasi:	4000	3600

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, 1 t H_2SO_4 olishda sovitgichlarda suv bilan qariyb 4000 Mj (1 mln kkal) issiqlik chiqarib olinishi kerak. Issiqlik uzatish tenglamasiga muvofiq, sovitishga beriladigan kislota harorati qanchalik yuqori bo‘lsa, sovitgichlardagi kerakli darajadagi issiqlik almashinish yuzasi shunchalik bo‘ladi. Bu shuni bildiradiki, mahsulot minorasidan chiqadigan kislotadan barcha issiqlikni ajratib olinsa va uni to‘la sovutish agentiga uzatilsa sovitish tizimi samarador bo‘ladi. Agar absorbsiya minorasi «o‘zini-o‘ziga» suyuqlik taqsimlasa va unga sovitgichlar o‘rnatilgan bo‘lsa, talab etiladigan sovitish yuzasi birmuncha kattalashadi.

Topshiriq. Birinchi minoraning issiqlik balansini hisoblang.

Boshlang'ich ma'lumotlar:

Minorali tizim unumdorligi A, t/soat H ₂ SO ₄	10
Gazning harorati, °C:	
minoragi kirishda t _n	350
minoradan chiqishda t _k	100
Minoraga taqsimlanadigan kislota miqdori, m ³ /soat	45
Taqsimlanuvchi kislota konsentratsiyasi, % H ₂ SO ₄	75 (61,2% SO ₃)
Kislota harorati, °C:	
minoraga taqsimlanadigan t _n	50
minoradan chiqadigan t _n	130
Minorada oksidlanadigan SO ₂ ulushi, z	0,2
Minoraga kiradigan gazdagi oltingugurtdan foydalanish darajasi, η	0,94

10-AMALIY MASHG'ULOT

SULFAT KISLOTANI KONSENTRLASH ISSIQLIGI HISOBLARI

Sulfat kislota konsentrlashda ikkita asosiy jarayon sodir bo'ladi: issiqlikning kislotaga uzatilishi va suvning bug'lanishi. Issiqlikning sarflanishi quyidagi bandlardan iborat bo'ladi:

Q_1 – kislota boshlang'ich haroratdan konsentrlash haroratigacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik;

Q_2 – suyultirilgan sulfat kislotadan suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan degidratatsiya issiqligi (differensial suyultirish issiqligiga teng qiymatli);

Q_3 – yo'qotiladigan suv bug'lanishiga sarflanadigan issiqlik (bug' hosil bo'lish issiqligi);

Q_4 – atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik.

Sulfat kislota eritmasi bug'latilganda suvning bug'lanishi bilan bir paytda H₂SO₄ ning yo'qotilishiga olib keladigan uning bug'lanishi ham sodir bo'ladi. Eritmada H₂SO₄ miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, bug'lanadigan sulfat kislota miqdori ham shunchalik ko'p bo'ladi. Zamonaviy konsentrlash qurilmalarida bu miqdor nisbatan katta emas. Shuning uchun umumiy issiqlik balansida sulfat kislotaning bug'lanish issiqligi odatda hisobga olinmaydi.

Sulfat kislota eritmasini qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdorini quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$Q = G(H_2 - H_1)$$

bu yerda: G – qizdiriladigan kislota miqdori, kg; H_1 va H_2 – 1 kg kislota 0°C dan boshlang'ich harorati t_1 gacha va konsentrlash harorati t_2 gacha qizdirish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori, kkal/kg.

Kislotadan suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan issiqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q_2 = 272 \left[\frac{100 - a}{150 - a} - \frac{100 - b}{150 - b} \right]$$

bu yerda: Q_2 – suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan issiqlik (1 kg H_2SO_4 hisobida), kj (yoki kkal); a – kislota boshlang'ich konsentratsiyasi, % H_2SO_4 ; b – kislota oxirgi konsentratsiyasi, % H_2SO_4 .

Q_2 nisbatan aniqroq bug'latish sodir bo'ladigan haroratni hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$Q_2 = \left[\frac{412M_2 + 76}{M_2 + 0,35} + \frac{(0,585M_2 + 0,164)(t-15)}{M_2 + 0,235} \right] - \left[\frac{412M_1 + 76}{M_1 + 0,35} + \frac{(0,585M_1 + 0,164)(t-15)}{M_1 + 0,235} \right]$$

bu yerda: M_1 – boshlang'ich kislota suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati; M_2 – oxirgi (konsentrlangan) kislota suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati.

Suvning bug'lanish issiqligi (1 kg bug'langan H_2O) quyidagi formula bilan hisoblanishi mumkin:

$$Q_3 = 83,9 \sqrt[3]{365 - t} \text{ kkal}$$

bu yerda: t – bug'latish harorati, °C.

Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik Q_4 konsentrlash qurilmasining tuzilishiga, uning ishlash rejimiga, unumdorligiga va boshqalarga bog'liqdir.

Suyultirilgan sulfat kislota yo'qotilishi kerak bo'lgan suv miqdori (kg da) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$G = 100B \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

bu yerda: B – olinadigan konsentrlangan kislota miqdori, kg.

11-AMALIY MASHG‘ULOT

MINERAL O‘G‘ITLARNING AHAMIYATI, GURUHLANISHI VA DAST TALABI BO‘YICHA OZUQA ELEMENTLARIGA DOIR HISOBLAR

Ishdan maqsad: mineral o‘g‘itlar sanoati xomashyolari, ularning zahiralari va foydalanish istiqbollari amaliy jihatdan o‘rgatish. Shuningdek fan yuzasidan amaliy tasavvurini shakllantirishdan iborat.

Insonlar qadim zamonlardan oq ayrim tabiatda keng tarqalgan tuzlardan o‘z ehtiyojlari uchun foydalanishni bilishgan. Keyinchalik tabiatdagi tabiiy tuz va minerallarni qayta ishlash natijasida olinadigan tuzlarni ishlatish muntazam yo‘lga qo‘yila boshlandi. Bunday qayta ishlash usullari dastlab juda ham sodda bo‘lgan bo‘lsa, sekin-asta texnika madaniyatining o‘sishi bilan rivojlana bordi. Turli maqsadlar uchun ishlatiladigan tuzlar assortimenti muntazam kengayib bordi va ayniqsa sanoat rivojlangan davrda yanada ortdi. Hozirgi paytda bu assortimentga yuzdan ortiq nomdagi mahsulotlar kiradi va ko‘payishi davom etmoqda.

Barcha noorganik moddalar ham xalq xo‘jaligida bir xil ahamiyatga ega emas. Ulardan ayrimlari anchagina cheklangan miqdorda ishlatilsa, qolganlarining dunyo bo‘yicha qazib olinishi va ishlab chiqarilishi yiliga millionlab va xattoki o‘n millionlab tonnani tashkil etadi.

Mamlakatimiz xalq xo‘jaligini mineral xomashyoga bo‘lgan talabini amalda to‘la ta‘minlanishga imkoniyati bo‘lgan qudratli xomashyo bazasiga egadir. O‘zbekiston hududida tabiiy gaz, neft, ko‘mir, oltingugurt, rangli metallar rudali va boshqa xomashyolar bo‘lganligi uchun mamlakatimizda yirik kimyo sanoatlari mavjud. Prezidentimiz I.A.Karimovning «O‘zbekiston XXI asr bo‘sag‘asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari asarida ko‘rsatib o‘tilganidek: «O‘zbekiston o‘z yerosti boyliklari bilan haqli suratda faxrlanadi – bu yerda mashhur Mendeleyev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan ... Bir qator foydali qazilmalar, chunonchi, oltin, uran, mis, tabiiy gaz, volfram, kaliy tuzlari, fosforitlar, kaolinlar bo‘yicha O‘zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatdan MDHdagina emas, balki butun dunyoda ham yetakchi o‘rinni egallaydi ... Ishlab chiqarish va sotsial infrastruktura, malakali kadrlar, tog‘-kon mutaxassislari tayyorlaydigan oliy va o‘rta maxsus o‘quv yurtlari tizimi mavjud. Ushbu kitobda respublikadagi barcha mineral-xomashyo zaxiralarini baholashga imkon yo‘q ...».

Hozirgi paytda Respublikamizdagi «Maksam-Chirchiq» AJ da ammiakli selitra, karbamid, KAS, ammiak, nitrat kislota, kaliy sulfat va boshqalar, «Farg‘onaazot» AJ da ammiakli selitra, karbamid, KAS, NPK, ammiak, nitrat kislota, va boshqalar, «Ammofos-Maxam» AJ da ammosfos, superfos va boshqalar, «Samarqandkimyo» AJ da nitrofos va boshqalar, «Indorama Kokand Fertilizers and Chemicals» AJda

ammoniydashgan oddiy superfosfat, Navoiy «Elektrokimyosanoat» AJ da oddiy superfosfat, «Dehqonobod kaliyli o'g'itlar zavodi» korxonasida kaliy xlorid mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda.

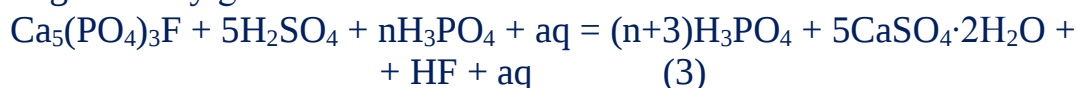
12-AMALIY MASHG'ULOT MINERAL O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH MODDIY BALANSI

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining hisoblari

Jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



Tenglamalar yig'indisi:



Agar fosforit tarkibida komponentlar miqdori, massa % hisobida:

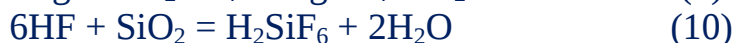
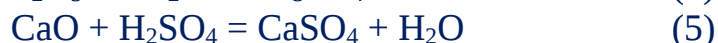
$\text{P}_2\text{O}_5 = 25,0$; $\text{CaO} = 33,3$; $\text{MgO} = 1,6$; $\text{CaF}_2 = 6,0$ ($\text{F} = 3,0$); $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,0$; $\text{K}_2\text{O} = 0,6$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,8$; $\text{SiO}_{2(\text{er.})} = 2,0$; $\text{CO}_2 = 8,7$; erimaydigan qoldiq = $19,2$; $\text{H}_2\text{O} = 1,0$ bo'lsa hamda ishlab chiqarishda parchalanish koeffitsienti = $0,98$; yuvilish koeffitsienti = $0,98$; P_2O_5 ni H_3PO_4 ga o'tishi $0,98 \times 0,98 = 0,96$; gaz fazaga ftorning o'tishi 20% ni; $\text{S}:\text{Q} = 3:1$ (suyuq va qattiq fazalar nisbati); qurilma quvvati 5000 kg/soat; H_3PO_4 dagi $\text{P}_2\text{O}_5 = 21\%$; sulfat kislota (92% li) boshlang'ich fosforitga (undagi CaO va MgO hisobiga) nisbatan stexiometriya bo'yicha 100% ni tashkil etishini e'tiborga olgan holda balans tenglamasini tuzamiz.

Ekstraktorga beriladigan fosforit:

$$m_f = \frac{5000}{0,25 \cdot 0,96} = 20833 \text{ kg/soat}$$

Komponentlar: $\text{P}_2\text{O}_5 = 5208$ kg/s; $\text{CaO} = 6937$ kg/s; $\text{CaF}_2 = 1250$ kg/s; $\text{MgO} = 334$ kg/s; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 167$ kg/s; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 208$ kg/s; $\text{K}_2\text{O} = 125$ kg/s; $\text{Na}_2\text{O} = 167$ kg/s; $\text{SiO}_2 = 416$ kg/s; $\text{CO}_2 = 1813$ kg/s; erimaydigan qoldiq = 4000 kg/s; $\text{H}_2\text{O} = 208$ kg/s.

Bosqichlar bo'yicha balans tenglamalari:





(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 miqdori:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^1 = \frac{5208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 7068 \text{ kg/s}$$

suv sarfi:
$$m_{\text{H}_2\text{O}}^1 = \frac{7068 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 1950 \text{ kg/s}$$

bunda, 142, 98 va 18 – P_2O_5 , H_3PO_4 va suvning molekulyar massalari; 0,98 – fosforitning parchalanish koeffitsienti.

(5) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^1 = \frac{6937 \cdot 0,98 \cdot 98}{56} = 11892 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan CaSO_4 miqdori:

$$m_{\text{CaSO}_4}^1 = \frac{11892 \cdot 136}{98} = 16500 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^2 = \frac{11892 \cdot 18}{98} = 2184 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 56 va 136 – H_2SO_4 , CaO va CaSO_4 molekular massalari.

(8) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^2 = \frac{1250 \cdot 0,98 \cdot 98}{78} = 1538 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan CaSO_4 miqdori:

$$m_{\text{CaSO}_4}^2 = \frac{1538 \cdot 136}{98} = 2132 \text{ kg/s (CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O hisoblansa 2696 kg/s).}$$

Hosil bo'lgan HF miqdori:

$$m_{\text{HF}} = \frac{1538 \cdot 2 \cdot 20}{98} = 628 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 78; 136 va 20 – H_2SO_4 , CaF_2 , CaSO_4 , HF larning molekular massalari.

(9) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^3 = \frac{334 \cdot 98}{40} = 818 \text{ kg/s. Bunda } m_{\text{MgSO}_4}^1 = 1002 \text{ kg/s hosil bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^3 = \frac{818 \cdot 18}{98} = 150 \text{ kg/s}$$

bulardagi 40; 98 va 18 – MgO , H_2SO_4 va H_2O larning molekular massalari.

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha talab qilinadigan sulfat kislotaning umumiy miqdori:

$$M_{H_2SO_4} = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s}$$

bunda $CaSO_4$ ning umumiy miqdori:

$$M_{CaSO_4} = 18632 \text{ kg/s yoki } 23564 \text{ kg/s } CaSO_4 \cdot 2H_2O \text{ (suv miqdori esa } 4932 \text{ kg/s)}$$

(6) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^2 = \frac{208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 250 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $FePO_4$ miqdori:

$$m_{FePO_4} = \frac{250 \cdot 2 \cdot 151}{2 \cdot 98} = 375 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^4 = \frac{250 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 70 \text{ kg/s}$$

bulardagi 160; 98; 151 va 18 – Fe_2O_3 , H_3PO_4 , $FePO_4$ va H_2O larning molekular massalari.

(7) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^3 = \frac{167 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{102} = 255 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $AlPO_4$ miqdori:

$$m_{AlPO_4} = \frac{255 \cdot 2 \cdot 122}{2 \cdot 98} = 317 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^5 = \frac{255 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 90 \text{ kg/s}$$

bulardagi 102; 98; 122 va 18 – Al_2O_3 , H_3PO_4 , $AlPO_4$ va H_2O larning molekular massalari.

(10) va (11) tenglamalar bo'yicha ishlab chiqarish amaliyotida 20% ftor gaz fazasiga o'tadi. Uning 15% qismi SiF_4 va 5% qismi esa HF holatida bo'ladi. Eritmada esa 80% H_2SiF_6 holatida qoladi.

Gaz fazaga o'tgan HF miqdori (SiF_4 tarzida):

$$m_{SiF_4}^1 = HF \cdot 0,15 = 628 \cdot 0,15 = 94 \text{ kg/s.}$$

HF holida esa:

$$m_{HF}^2 = 628 \cdot 0,05 = 30 \text{ kg/s.}$$

Gaz fazaga o'tgan ftorning umumiy miqdori:

$$M_{HF} = 94 + 30 = 124 \text{ kg/s.}$$

Suyuq fazadagi HF miqdori:

$$m_{HF}^3 = 628 - 124 = 504 \text{ kg/s.}$$

(10) tenglama bo'yicha ta'sirlashadigan HF: 504 kg/s.

SiO₂ sarfi esa:

$$m_{SiO_2}^1 = \frac{504 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 252 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan H₂SiF₆ miqdori:

$$m_{H_2SiF_6}^1 = \frac{252 \cdot 144}{60} = 605 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^6 = \frac{252 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 151 \text{ kg/s.}$$

(11) tenglama bo'yicha HF sarfi:

$$m_{HF}^1 = 94 \text{ kg/s.}$$

Eruvchan SiO₂ sarfi:

$$m_{SiO_2}^2 = \frac{94 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 70,5 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan SiF₄ miqdori:

$$m_{SiF_4} = \frac{70,5 \cdot 104}{60} = 122 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^7 = \frac{70,5 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 42 \text{ kg/s.}$$

(12) tenglama bo'yicha H₂SiF₆ sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^2 = \frac{167 \cdot 144}{62} = 390 \text{ kg/s.}$$

(13) tenglama bo'yicha H₂SiF₆ sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^3 = \frac{125 \cdot 144}{94} = 200 \text{ kg/s.}$$

bunda 62; 94 lar Na₂O va K₂O lar molekular massalari.

H₂SiF₆ ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SiF_6} = 390 + 200 = 590 \text{ kg/s}$$

eritmadagi miqdori esa:

$$m_{H_2SiF_6}^4 = 605 - 590 = 15 \text{ kg/s.}$$

ta'sirlashmagan SiO₂ miqdori: $m_{SiO_2}^3 = 416 - 322 = 94 \text{ kg/s.}$

Hosil bo'lgan Na_2SiF_6 miqdori: $m_{\text{Na}_2\text{SiF}_6} = \frac{167 \cdot 188}{62} = 506 \text{ kg/s.}$

Hosil bo'lgan K_2SiF_6 miqdori: $m_{\text{K}_2\text{SiF}_6} = \frac{125 \cdot 246}{94} = 326 \text{ kg/s.}$

(12) va (13) tenglama bo'yicha hosil bo'lgan suvning umumiy miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^8 = \frac{550 \cdot 18}{144} = 69 \text{ kg/s.}$$

(5)÷(13) tenglamalarda hosil bo'ladigan suvning umumiy miqdori:

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = m^2 + m^3 + m^4 + m^5 + m^6 + m^7 + m^8 = 2184 + 150 + 70 + 90 + 151 + 42 + 69 = 2756 \text{ kg/s.}$$

(6) va (7) tenglamalar bo'yicha bog'langan fosfat kislota miqdori:

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4} = m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^2 + m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s.}$$

Eritmadagi erkin fosfat kislota miqdori:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^9 = 7068 - 505 = 6563 \text{ kg/s.}$$

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha H_2SO_4 ning umumiy sarfi:

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{umum.}} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^1 + m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^2 + m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^3 = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s.}$$

Monogidrat yoki 92% li eritma hisobida esa: $\frac{14248}{0,92} = 15490 \text{ kg/s bo'ladi.}$

Bunda suv miqdori: $m_{\text{H}_2\text{O}}^9 = 15487 - 14248 = 1242 \text{ kg/s bo'ladi.}$

Ekstraktorda suyuq:qattiq sistema nisbatlarini harakatlantiruvchi bo'tqa hosil bo'lishi uchun ekstraktorga suv (sulfat kislota konsentratsiyasi 56% ga yetguncha)

qo'shiladi: $m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^4 = \frac{14248}{0,56} = 25443 \text{ kg/s.}$

bunda suv miqdori: $m_{\text{H}_2\text{O}}^{10} = 25443 - 14248 = 11195 \text{ kg/s bo'ladi.}$

Demak, suyultirish uchun beriladigan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^{11} = m_{\text{H}_2\text{O}}^{10} - m_{\text{H}_2\text{O}}^9 = 11195 - 1242 = 9953 \text{ kg/s.}$$

Sistemaga sulfat kislota bilan 11195 kg/s va fosforit bilan 208 kg/s suv kiradi, shuningdek, (5), (6), (7), (9), (10), (11), (12) va (13) tenglamalar natijasida 2756 kg/s suv hosil bo'ladi. Suvning umumiy miqdori: 14159 kg/s ni tashkil etadi.

(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 hosil bo'lishi uchun: 1950 kg/s suv sarflanadi. Ekstraksion bo'tqada qoladigan suv $14159 - 1950 = 12209 \text{ kg/s}$ qoladi. Bu miqdordan fosfogips bilan: 4932 kg/s suv chiqib ketadi. Eritmada: $12209 - 4932 = 7277 \text{ kg/s}$ suv qoladi.

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Eritmaga o'tmagan fosforit miqdori:

$$P_2O_5 = 5208 \cdot 0,02 = 104;$$

$$CaO = 6937 \cdot 0,02 = 138,7;$$

$$CaF_2 = 1250 \cdot 0,02 = 25;$$

$$Al_2O_3 = 167 \cdot 0,02 = 3,3;$$

$$Fe_2O_3 = 208 \cdot 0,02 = 4,1;$$

$$SiO_{2(er.)} = 416 - (252 + 70) = 94.$$

Jami: 366 kg/s ni tashkil etadi.

Fosforit bilan 3812 kg/s erimaydigan qoldiq ekstraktorga tushadi. Demak, bo'tqadagi erimaydigan qoldiq miqdori: $366 + 4000 = 4366$ kg/s bo'ladi.

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi
(Fosfogipsni yuvuvchi suv va sirkulatsiyalanuvchi bo'tqa e'tiborga olinmagan)

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s
Fosforit:		Ekstraksion bo'tqa:	
P_2O_5	5208	Fosfogips	23564
CaO	6937	Erimaydigan qoldiq	4000
CaF_2	1250	Qoldiq fosforit	366
MgO	334	Aluminiy va temir fosfatlari	692
Al_2O_3	167	Natriy va kaliy kremneftroidlari	832
Fe_2O_3	208	Magniy sulfat	1002
K_2O	125	H_2SiF_6	15
Na_2O	167	H_3PO_4	6563
$SiO_{2(er.)}$	416	H_2O	7277
CO_2	1813	Jami:	44311
Erimaydigan qoldiq	4020		
H_2O	208	Gaz fazasi:	
Jami:	20833	SiF_4	122
Sulfat kislota	14248	HF	30
Kislota bilan kiradigan suv	11195	CO_2	1813
Jami:	25443	Jami:	1965
Umumiy miqdori:	46276	Umumiy miqdori:	46276

Mahsulot – fosfat kislota hisobi

Eritmaga o'tadigan fosfat kislota: $5208 \cdot 0,98 = 5104$ kg/s.

Eritmaga o'tmagan fosfat kislota: $5208 - 5104 = 104$ kg/s.

Yuvilmay gips bilan chiqib ketadigan fosfat kislota:

$$5104 \cdot 0,02 = 102 \text{ kg/s}; P_2O_5 = 143 \text{ kg/s}$$

(6) va (7) tenglama bo'yicha bog'langan fosfat kislota:

$$m^2 + m^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s yoki } 360 \text{ kg/s } P_2O_5$$

Fosfat kislota sarfi: $m^2 + m^3 + m^4 = 141 + 505 = 646 \text{ kg/s}$ yoki

$$5208 - (104 + 102 + 360) = 4642 \text{ kg/s } P_2O_5$$

Mahsulot sifatidagi fosfat kislotasida:

$$m_{H_3PO_4}^M = 4642 \cdot 1,4 = 6499 \text{ kg/s}$$

21% li P_2O_5 hisobidagi kislota miqdori:

$$M_{H_3PO_4}^{21\%} = \frac{4642 \cdot 100}{21} = 22105 \text{ kg/s}$$

$$M_{H_2O} = 22105 - 6499 = 15606 \text{ kg/s}$$

P_2O_5 moddiy balansi

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s	%
Fosforit bilan	5208	Fosfat kislota mahsulotiga o'tadi	4642	89,13
Jami	5208	Fosfogips tarkibida yuvilmay qoladi	102	1,96
		Erimaydigan qoldiqda	104	2,0
		Metall fosfatlariga birikkan holatda	360	6,91
		Jami	5208	100,0

Ekstraktorning moddiy hisobi

Sistemadagi suyuq:qattiq nisbatni 3:1 ga yetkazish uchun ekstraktorga suyultiruvchi eritma beriladi. U fosfogipsni yuvgan suv va bir qism fosfat kislotasidan iborat bo'ladi. Suyultiruvchi eritmaning miqdori quyidagicha hisoblanadi.

Ekstraktordagi sistemada S:Q = 3:1, undagi qattiq fazada fosfogips, parchalanmagan fosforit, erimaydigan qoldiq va metall fosfatlarining deyarli yarmi bo'ladi. Qattiq faza miqdori:

$$23564 + 4000 + 366 + 692:2 = 28276 \approx 28280 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlashga beriladigan ekstraksion bo'tqa miqdori:

$$m_{e.b.} = 28280 \cdot 4 = 113120 \text{ kg/s}$$

Filtrlashga beriladigan bo'tqadagi suyuq fazaning miqdori esa:

$$m_{s.f.} = 113120 - 28280 = 84840 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlash jarayonida yuvilmagan fosfogips tarkibida qattiq fazaga teng miqdordagi suyuq faza qoladi (50%), uning miqdori:

$$m_{s.f.}^{f.g.} = \frac{28280 \cdot 50}{50} = 28280 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlashda bug'langan suv miqdori 130 kg/s (issiqlik balansi hisobida aniqlanadi) deb olinsa, filtrat miqdori:

$$m_f = 113120 - (28280 + 28280 + 130) = 56430 \text{ kg/s}$$

Undagi P_2O_5 miqdori (21% li kislota hisobidan):

$$m_{P_2O_5}^{21\%} = \frac{56430 \cdot 21}{100} = 11850 \text{ kg/s}$$

Fosfogipsda qolgan suyuq fazadagi P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{f.g.} = \frac{2828 \cdot 11850}{(56430 + 130)} = 5939 \text{ kg/s}$$

Filtrlashga berilayotgan suyuq fazadagi P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{s.f.} = 11850 + 5939 = 17789 \text{ kg/s}$$

Yuvuvchi eritma bilan ekstraktorga boradigan P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{yu.e.} = 5939 - 102 = 5837 \text{ kg/s,}$$

bunda, 102 kg/s – fosfogipsdagi yuvilmay qolgan P_2O_5 miqdori.

Aylanma eritma bilan ekstraktorga tushadigan P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{a.e.} = 17789 - 5837 - 5280 + 464 = 7136 \text{ kg/s,}$$

bunda, 464 – parchalanmagan fosforitdagi va metallarga bog‘langan P_2O_5 ; 5280 – fosforit bilan kiradigan P_2O_5 miqdori.

21% P_2O_5 li kislota hisobidan aylanuvchi fosfat kislota miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^{a.e.} = \frac{7136 \cdot 100}{21} = 34000 \text{ kg/s.}$$

Ekstraksiyaga kiradigan yuvuvchi eritma miqdori:

$$\begin{aligned} m_{yu.e.} &= (m_{e.b.} + m_{g.f.} + m_{b.suv.}) - (m_{f-t} + m_{H_2SO_4} + m_{H_3PO_4}^{a.e.}) = \\ &= (113120 + 1965 + 5500) - (20833 + 25443 - 34000) = 120585 - 80276 = 40309 \text{ kg/s,} \end{aligned}$$

bunda $m_{e.b.}$ – ekstraksion bo‘tqa miqdori; $m_{g.f.}$ – gaz fazasi miqdori; m_{f-t} – fosforit miqdori; $m_{H_2SO_4}$ – 56% li sulfat kislota miqdori; $m_{H_3PO_4}^{a.e.}$ – aylanuvchi fosfat kislota miqdori.

Yuvuvchi eritma konsentratsiyasi: $m_{\%P_2O_5}^{yu.e.} = \frac{5837 \cdot 100}{40309} = 14,5\% \text{ } P_2O_5$

Sirkulatsiya takroriyligi 1:8 bo‘lganda sirkulatsiyalanuvchi ekstraksion bo‘tqa miqdori: $m_{s.b.} = 113120 \cdot 8 = 904960 \text{ kg/s bo‘ladi.}$

Ekstraktorning moddiy balansi

Kirim	kg/s	Chiqim	kg/s
Fosforit	20833	Vakuum bug‘latgichga boradigan bo‘tqa	1023980
Sulfat kislota (56% li)	25443	Gaz fazasi	1965
Yuvuvchi eritma	40309	Jami	1025945
Aylanuvchi fosfat kislota	34000		
Sirkulatsiyadagi ekstraksion bo‘tqa	904960		
Jami	1025945		

Vakuum bug‘latgich va filtrlash jarayonlarining moddiy hisoblari

Vakuum bug‘latgichning moddiy hisobi

Vakuum bug‘latgichning issiqlik hisobida (so‘nggi sahifada) ekstraksion bo‘tqani 75,6°C dan 70°C gacha pasaytirish uchun 5530 kg suvni bug‘latish kerak bo‘ladi. Vakuum bug‘latgichga 1023980 kg/s bo‘tqa boradi. Vakuum bug‘latgichdan chiqadigan bo‘tqa miqdori:

$$m_b = 1023980 - 5530 = 1018450 \text{ kg/s}$$

Bir qism bo‘tqa filtrga va qolgan qismi ekstraktorga qaytadi.

Sirkulyatsiyalanuvchi bo‘tqa miqdori (ekstraktor moddiy hisobida) 904960 kg/s edi.

Filtrga yuboriladigan bo‘tqa miqdori:

$$m_b^f = 1018450 - 904960 = 113490 \text{ kg/s}$$

Vakuum bug‘latgich moddiy balansi

Kirim	kg/s	Chiqim	kg/s
Ekstraktorga beriladigan bo‘tqa	1023980	Filtrlashga beriladigan bo‘tqa	113490
Jami	1023980	Sirkulatsiya bo‘tqasi	904960
		Bug‘langan suv	5530
		Jami	1023980

Filtrlash jarayonining moddiy hisobi

Berilgan:

Filtrlashga tushadigan ekstraksion bo‘tqa, kg/s 113490

Filtrlash jarayoni Karusel vakuum filtrining to‘rtta bo‘limida (zonasida) bajariladi va uch takroriy, qarama-qarshi oqim sxemasida fosfogips yuviladi.

Filtrdan chiqayotgan fosfogips namligi, %	40
Fosfgipsdan P ₂ O ₅ ning yuvilish koeffitsienti	0,98
Mahsulot (21% li) fosfat kislotasi miqdori, kg/s	22105
Sirkulatsiyaga qaytuvchi 21% li fosfat kislotasi miqdori, kg/s	34000
Siklga qaytadigan (14,5% P ₂ O ₅ bo‘lgan) yuvuvchi suv miqdori, kg/s	40309

Filtrlashda bug‘lanadigan suv miqdori (1-zonada 130 kg/s, 2–3–4–zonalarda amalda o‘rta hisobda 100 kg/s suv bug‘lanadi. Issiqlik hisobida hisoblanadi), kg/s 430

Nam fosfogips miqdori, kg/s:
qattiq fazasi 28765

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

undagi suyuq faza:	$\frac{28765 \cdot 40}{60}$	19176
jami fosfogips		47798
Fosfogipsdagi P_2O_5 miqdori, kg/s:		
qattiq fazada		364
suyuq fazada		102
jami		496

* Hisoblashda barcha metall fosfatlari fosfogipsda erimagan holatda deb olingan.

Amalda esa uning bir qismi mahsulot – fosfat kislotasida erigan holatda bo‘ladi.

Suyuq fazadagi suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{f.g.} = 19176 - 143 = 19033 \text{ kg/s bo‘ladi.}$$

Fosfogips tarkibi

Komponentlar	kg/s	%
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	23564	49,30
Metall fosfatlari	692	1,45
Erimaydigan qoldiq	4000	8,41
H_3PO_4	143	0,30
Suv	19023	39,80
Qoldiq fosforit	366	0,74
Jami	47798	100,0

Fosfogipsdagi P_2O_5 ning % miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{f.g.} = \frac{496 \cdot 100}{47798} = 1,038\%$$

1000 kg 21% li fosfat kislotasiga nisbatan nam holatdagi fosfogips miqdori:

$$m^{f.g.} = \frac{47798 \cdot 1000}{22105} = 2117 \text{ kg}$$

Fosfogipsni yuvish uchun beriladigan suv miqdori quyidagi moddiy hisob bo‘yicha hisoblanadi (kg/s):

Fosforit	20833
Sulfat kislota (56% li)	25443
Jami:	46276
Sistemadan chiqib ketadi (kg/s):	
nam fosfogips	47798
mahsulot fosfat kislotasi	22105
gaz faza	1965
vakuum bug‘latgichda bug‘lanadigan suv	5530
filtrlashda bug‘lanadigan suv	430
Jami:	77828

Fosfogipsni yuvishga beriladigan suv miqdori: $m_{H_2O}^{yu} = 77828 - 46276 = 31552 \text{ kg/s}$

13-AMALIY MASHG‘ULOT
MINERAL O‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQRISH ISSIQLIK BALANSI

Ekstraktorning issiqlik hisobi

1. Ekstraktorga kiruvchi sulfat kislota (56% li) miqdori, kg/s	25443
2. Sulfat kislota harorati, °C	60
3. Fosforit miqdori, kg/s	20833
4. Fosforit harorati, °C	20
5. Aylanuvchi fosfat kislota miqdori, kg/s	34000
6. Aylanuvchi fosfat kislota harorati, °C	65
7. Yuvuvchi eritma miqdori, kg/s	39309
8. Yuvuvchi eritma harorati, °C	60
9. Sirkulatsiyadagi ekstraksiya bo‘tqa miqdori, kg/s	904960
10. Bo‘tqa harorati, °C	70
11. Gaz fazasi miqdori, kg/s	1965
12. Gaz fazasi harorati, °C	70

Kiradigan issiqlik:

1) Sulfat kislota bilan:

$$Q_1 = 25443 \cdot 132,2 = 3364000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 132,2 – sulfat kislota entalpiyasi, kJ/kg.

2) Fosforit bilan:

$$Q_2 = 20833 \cdot 1,045 \cdot 20 = 435000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 1,045 – fosforitning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad

3) Aylanma fosfat kislota bilan:

$$Q_3 = 34000 \cdot 2,750 \cdot 65 = 6078000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 2,750 – fosfat kislota issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad

4) Yuvuvchi eritma bilan:

$$Q_4 = 40309 \cdot 3,440 \cdot 60 = 8320000 \text{ kJ/s}$$

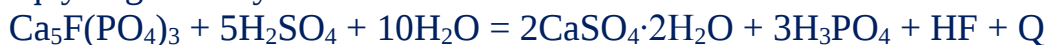
bundagi 3,440 – yuvuvchi eritmaning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad

5) Sirkulatsiyalanuvchi ekstraksiya bo‘tqa bilan:

$$Q_5 = 904960 \cdot 2,481 \cdot 70 = 156464000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 2,481 – bo‘tqaning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad

6) Fosforit (ftorapatit) parchalanganda kalsiy sulfat digidrat kristallanganda quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi:



Komponentlar va mahsulot hosil bo‘lish issiqligi (kJ/mol):

$\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 = 6825$; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 1999,6$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 794,1$; $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1258,6$;
 $\text{H}_2\text{O} = 286,2$; $\text{HF} = 267,8$.

Bundan: $6825 + 5 \cdot 794,1 + 10 \cdot 286,2 = 5 \cdot 1999,6 + 3 \cdot 1258,6 + 267,8 + Q$;

$Q = 384,1 \text{ kJ/mol}$ kelib chiqadi.

Fosforitning 1 kg miqdori parchalanganda:

$$\frac{384,1 \cdot 1000}{504} = 762,1 \text{ kJ/kg}$$

yoki $Q_6 = 20833 \cdot 762,1 = 15877000 \text{ kJ/s}$ (reaksiya issiqligi) ajraladi.

7) Fosfat kislotasini 100% dan 21% gacha suyultirish issiqligi (kJ/mol):

21% li H_3PO_4 hosil bo'lish issiqligi	1281,1
100% li H_3PO_4 hosil bo'lish issiqligi	1258,6
Suyultirish issiqligi	1282,1 – 1258,6 q
	22,5

Suyultirishda ajraladigan issiqlik:

$$Q_7 = \frac{7068 \cdot 1000 \cdot 22,5}{98} = 1624000 \text{ kJ/s}$$

bunda: 7068 – hosil bo'lgan H_3PO_4 miqdori, 98 – molekular massasi.

Sistemaga kiradigan umumiy issiqlik miqdori:

$$Q_k = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 = 3364000 + 435000 + 6078000 + 8320000 + \\ + 156464000 + 15877000 + 1624000 = 192162000 \text{ kJ/s.}$$

Issiqlik sarfi:

1) Gaz fazasi bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$\text{SiF}_4 \text{ bilan: } 122 \cdot 70 \cdot 1,072 = 8155 \text{ kJ/s}$$

$$\text{HF bilan: } 30 \cdot 70 \cdot 0,915 = 1920 \text{ kJ/s}$$

$$\text{CO}_2 \text{ bilan: } 1813 \cdot 70 \cdot 0,856 = 108525 \text{ kJ/s}$$

$$Q_1^s = 8155 + 1920 + 108525 = 118600 \text{ kJ/s}$$

2) Atrof-muhitga issiqlik sarfi (taxminan):

$$Q_2^s = 150000 \text{ kJ/s}$$

3) Ekstraksion bo'tqa bilan ekstraktordan vakuum-bug'latgichga chiqib ketadigan issiqlik:

$$Q_3^b = Q_k - Q_1^s - Q_2^s = 192162000 - 118600 - 150000 = 191893400 \text{ kJ/s}$$

Ekstraktordagi bo'tqa harorati:

$$t = \frac{Q_3^s}{m \cdot c} = \frac{191893400}{1022980 \cdot 2,481} = 75,6^\circ \text{C}$$

Ekstraktorning issiqlik balansi

Kirish	kj/s	Sarf	kj/s
Sulfat kislota bilan	3364000	Ekstraksion boʻtqa bilan	191893000
Fosforit bilan	435000	Gaz fazasi bilan	118600
Aylanma kislota bilan	6078000	Atrof-muhitga yoʻqolishi	150000
Yuvuvchi eritma bilan	8320000	Jami	192162000
Sirkulatsiyalanuvchi boʻtqa bilan	156464000		
Reaksiya issiqligi	15877000		
Suyulish issiqligi	1624000		
Jami	192162000		

Vakuum bugʻlatgich issiqlik hisobi

Hisoblashdan maqsad boʻtqa haroratini pasaytirish uchun qancha suvni bugʻlatish kerakligini aniqlashdir.

Berilgan:

Vakuum bugʻlatgichga boradigan boʻtqa, kg/s	1023980
Boʻtqa harorati, °C	75,6
Bugʻlatgichdan qaytuvchi boʻtqa harorati, °C	70
Vakuum bugʻlatgichdagi bosim, n/m ²	0,240·10 ⁵

Kiruvchi issiqlik:

$$\text{Boʻtqa bilan: } Q_1^b = 191893400 \text{ kj/s}$$

Issiqlik sarfi:

1) Vakuum-bugʻlatgichdan chiqayotgan issiqlik:

$$Q_2^b = (1023980 - 5500) \cdot 2,481 = 177215500 \text{ kj/s}$$

2) Atrof-muhitga yoʻqotiladigan issiqlik:

$$Q_y = 200000 \text{ kj/s}$$

3) Bugʻlangan suv bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$Q_{H_2O}^{bug'} = Q_1^b - (Q_2^b + Q_y) = 191883400 - (177215500 + 200000) = 14477900 \text{ kj/s}$$

4) Bugʻlangan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{bug'} = \frac{14477900}{2617,6} = 5530 \text{ kj/s}$$

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

Vakuum buglatgich issiqlik balansi

Kirim	kj/s	Sarf	kj/s
Bo'tqa bilan	191893400	Chiqayotgan bo'tqada	177215500
Jami	191893400	Suv bug'i bilan	14477900
		Atrof-muhitga yo'qotish	200000
		Jami	191893400

14-AMALIY MASHG'ULOT

KALSINIRLANGAN SODA ISHLAB CHIQARISH XOMASHYOLARI SARFI HISOBLARI

Namakobni ammoniylashdagi birinchi absorber (AB-1) moddiy balansini tuzing.

Boshlang'ich ma'lumotlar:

- kelib tushadigan suyuqlik tarkibi (normal bo'linish – n.b. hisobida): Cl^- – 102,5; NH_3 – 19,2; CO_2 – 7,9; namakob zichligi 1197 kg/m^3 .

- AB-1 ga beriladigan suyuqlik miqdori: 1000 kg soda hisobiga $5,19 \text{ m}^3$. Bunday miqdordagi suyuqlik tarkibida 36,2 kg Na_2SO_4 va 4,7 kg qo'shimchalar bo'ladi.

- chiqadigan suyuqlik tarkibi (n.b. hisobida): Cl^- – 95,4; NH_3 – 61,2; CO_2 – 27,1; namakob zichligi 1179 kg/m^3 .

- AB-1 dan AB-2 ga keladigan gazlar aralashmasining miqdori va tarkibi (1000 kg sodaga nisbatan kg hisobida): 206,9 NH_3 ; 122,3 CO_2 ; 41,98 H_2O ; 10 havo.

Hisobni 1000 kg soda uchun amalga oshiriladi.

Izoh. Soda zavodlarida eritma konsentratsiyasi normal bo'linishda (qisqacha n.b.) ifodalanadi. Bir normal bo'linish 1 dm^3 dagi 1/20 g-ekv modda konsentratsiyasini ifodalaydi. Quydagi jadvalda ammiak usuli bo'yicha soda ishlab chiqarishda ishlatiladigan modda uchun g-ekv/20 qiymatlari keltirilgan:

Modda	Koeffitsiyent qiymati		Modda	Koeffitsiyent qiymati	
	g-ekv	g-ekv/20		g-ekv	g-ekv/20
NH_3	17,032	0,8516	CaCl_2	55,497	2,775
NaCl	58,454	2,923	NH_4OH	35,048	1,752
Na_2SO_4	71,03	3,551	CaCO_3	50,045	2,502
NH_4Cl	53,497	2,675	CO_2	22,005	1,100
Ca(OH)_2	37,048	1,852	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	66,073	3,304
NaHCO_3	84,015	4,201	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	48,045	2,402
MgCl_2	47,617	2,381	NH_4HCO_3	79,058	3,953
NaOH	40,005	2,0	MgCO_3	42,165	2,108

HISOBLASH:

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida AB-1 ga kiradigan suyuqlikning tuz tarkibini hisoblaymiz:

	kg/m ³	kg
NaCl	102,5·2,923=300	300·5,19=1557
(NH ₄) ₂ CO ₃	7,9·2,402=18,97	18,97·5,19=98,4
NH ₄ OH	(19,2-7,9)·1,752=19,8	19,8·5,19=102,8
Na ₂ SO ₄		36,2
Qo'shimchalar		4,7
Jami		1799,1

Suyuqlik bilan kiradigan suv miqdori:

$$5,19 \cdot 1197 - 1799, = 4413,32 \text{ kg}$$

(1197 – namakob zichligi, kg/m³).

AB-1 dan chiqadigan suyuqlik hajmi:

$$V_{AB-1} = V_{\text{kir}} \cdot \frac{[Cl_{\text{kir}}^-]}{[Cl_{AB-1}^-]} = 5,19 \cdot \frac{102,5}{95,4} = 5,58 \text{ m}^3$$

AB-1 dan suyuqlik bilan chiqadigan (NH₄)₂CO₃ miqdori:

$$27,1 \cdot 2,402 \cdot 5,58 = 363,7 \text{ kg}$$

bu yerda: (NH₄)₂CO₃ uchun 2,402 – n.b ni kg/m³ ga o'tkazish koeffitsiyenti.

AB-1 da hosil bo'ladigan (NH₄)₂CO₃ miqdori: 363,7 – 98,4 = 265,3 kg.

AB-1 dan suyuqlik bilan chiqadigan NH₄OH miqdori:

$$(61,2 - 27,1) \cdot 1,752 \cdot 5,58 = 333,7 \text{ kg}$$

(1,752 – NH₄OH uchun n.b. ni kg/m³ ga o'tkazish koeffitsiyenti).

AB-1 da hosil bo'ladigan NH₄OH miqdori: 333,7 – 102,3 = 230,9 kg.

265,3 kg (NH₄)₂CO₃ hosil bo'lishi uchun, kg hisobida kerak bo'ladi:

$$\text{NH}_3 \quad 265,3 \cdot \frac{34}{96} = 94,1$$

$$\text{CO}_2 \quad 265,3 \cdot \frac{44}{96} = 121,5$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 265,3 \cdot \frac{18}{96} = 49,7$$

Jami **265,3**

[96 – (NH₄)₂CO₃ molekulyar massasi; 34, 44, 18 – 1 kg (NH₄)₂CO₃ hosil bo'lishi uchun sarf bo'ladigan NH₃, CO₂, va H₂O lar miqdori (kg hisobida)]

230,9 kg NH₄OH hosil bo'lishi uchun, kg hisobida kerak bo'ladi:

$$\text{NH}_3 \quad 230,9 \cdot \frac{17}{35} = 111,9$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 230,9 \cdot \frac{18}{35} = 119$$

Jami **230,9**

(17, 18, 35 – NH₃, H₂O va NH₄OH lar molekulyar massasi).

(NH₄)₂CO₃ va NH₄OH lar hosi bo'lishiga hammasi bo'lib kg hisobida sarflanadi:

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

$$\text{NH}_3 \quad 94,1 + 111,9 = 206$$

$$\text{CO}_2 \quad 121,5$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 49,7 + 119 = 168,7$$

AB-1 dan chiqadigan suyuqlik tarkibi, kg hisobida:

NaCl	1557
Na ₂ SO ₄	36,2
Qo‘shimchalar	4,7
(NH ₄) ₂ CO ₃	363,7
NH ₄ OH	333,7
Jami	2295,3

AB-1 dan chiqadigan suyuqlikdagi suv miqdori:

$$1179 \cdot 5,58 - 2295,3 = 4286,39 \text{ kg}$$

Gaz bilan chiqib ketadigan suv miqdorini hisoblaymiz. Suv AB-1 ga boshlang‘ich eritma (4413,32 kg) va gaz (41,98 kg) bilan kiradi. Suvning bir qismi (4286,39 kg) AB-2 eritma bilan kiradi va uning bir qismi (168,7 kg) (NH₄)₂CO₃ va NH₄OH hosil bo‘lishiga sarflanadi. Qolgan qismi esa AB-1 dan chiqadigan gaz bilan chiqib ketadi. Uning miqdori:

$$(4413,32 + 41,98) - (4286,39 + 168,7) = 0,21 \text{ kg}$$

AB-1 dagi gazlar aralashmasi moddiy balansini tuzamiz (1000 kg sodaga kg hisobida):

	Kirim	Reaksiyaga sarf	Gaz bilan chiqadi
NH ₃	206,9	206,0	0,9
CO ₂	122,3	121,5	0,8
H ₂ O	41,98	168,7	0,21
Havo	10	-	10

Quyida AB-1 absorberining moddiy balansi keltirilgan (1000 kg sodaga kg hisobida):

Kirim	kg	Chiqim	kg
MGYu-2 va AGYu dan chiqadigan suyuqlik:		AB-2 ga suyuqlik:	
NaCl	1557	NaCl	1557
(NH ₄) ₂ CO ₃	98,4	(NH ₄) ₂ CO ₃	363,7
NH ₄ OH	102,8	NH ₄ OH	333,7
Na ₂ SO ₄	36,2	Na ₂ SO ₄	36,2
H ₂ O	4413,32	H ₂ O	4286,39
Qo‘shimchalar	4,7	Qo‘shimchalar	4,7
Jami	6212,42	Jami	6581,69

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

AB-2 dan chiqadigan gaz:		AGYu ga kiradigan gaz:	
CO ₂	122,3	CO ₂	0,8
NH ₃	206,9	NH ₃	0,9
Havo	10	Havo	10
H ₂ O	41,98	H ₂ O	0,21
Jami	381,18	Jami	11,91
Hammasi	6593,6	Hammasi	6593,6

Izoh. MGYu – minorallardagi gazlarni yuvgich; AGYu – absorbsiya gazlarini yuvgich.

15-AMALIY MASHG‘ULOT KALSINIRLANGAN SODA ISHLAB CHIQRISH MODDIY BALANSI

Namakobni ammoniylashdagi ikkinchi absorber (AB-2) moddiy balansini tuzing.

Boshlang‘ich ma’lumotlar:

- AB-1 dan chiqadigan suyuqlik hajmi 5,58 m³.
- AB-2 dan chiqadigan suyuqlik tarkibi (n.b. hisobida): NH₃ – 98,3; Cl⁻ – 88; CO₂ – 39,8; namakob zichligi 1168 kg/m³.
- AB-2 ga kiradigan gaz tarkibi (1 t sodaga kg hisobida): NH₃ – 422,1; CO₂ – 220,8; H₂O – 212,98; havo – 10.

Hisobni 1000 kg soda uchun amalga oshiriladi. AB-2 ga keladigan suyuqlik tarkibi quyidagicha bo‘ladi:

NaCl	1557
(NH ₄) ₂ CO ₃	363,7
NH ₄ OH	333,7
Na ₂ SO ₄	36,2
H ₂ O	4286,39
Qo‘shimchalar	4,7
Jami	6581,69

HISOBLASH:

AB-2 dan chiqadigan suyuqlik hajmi:

$$V_{AB-2} = V_{AB-1} \frac{[Cl_{AB-1}^-]}{[Cl_{AB-2}^-]} = 5,58 \frac{95,4}{88} = 6,05 \text{ m}^3$$

AB-2 dan suyuqlik bilan chiqadigan (NH₄)₂CO₃ miqdori:

$$39,8 \cdot 2,402 \cdot 6,05 = 578,4 \text{ kg.}$$

(2,402 – (NH₄)₂CO₃ uchun n.b. ni kg/m³ ga o‘tkazish koeffitsiyenti).

AB-2 da hosil bo‘ladigan (NH₄)₂CO₃ miqdori: 578,4 – 363,7 = 214,7 kg.

AB-2 dan suyuqlik bilan chiqadigan NH₄OH miqdori:

$$(98,3 - 39,8) \cdot 1,752 \cdot 6,05 = 620,0 \text{ kg}$$

(1,752 – NH_4OH uchun n.b. ni kg/m^3 ga o'tkazish koeffitsiyenti).

AB-2 da hosil bo'ladigan NH_4OH miqdori: $620,0 - 333,7 = 286,3 \text{ kg}$.

214,7 kg $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ hosil bo'lishi uchun, kg hisobida kerak bo'ladi:

$$\text{NH}_3 \quad 214,7 \frac{34}{96} = 76,1$$

$$\text{CO}_2 \quad 214,7 \frac{44}{96} = 98,5$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 214,7 \frac{18}{96} = 40,1$$

Jami **214,7**

[96 – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ molekulyar massasi; 34, 44, 18 – 1 kg $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ hosil bo'lishi uchun sarf bo'ladigan NH_3 , CO_2 , va H_2O lar miqdori (kg hisobida)]

286,3 kg NH_4OH hosil bo'lishi uchun, kg hisobida kerak bo'ladi:

$$\text{NH}_3 \quad 286,3 \frac{17}{35} = 139,1$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 286,3 \frac{18}{35} = 147,2$$

Jami **286,3**

(17, 18, 35 – NH_3 , H_2O va NH_4OH lar molekulyar massasi).

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ va NH_4OH lar hosi bo'lishiga hammasi bo'lib kg hisobida sarflanadi:

$$\text{NH}_3 \quad 76,1 + 139,1 = 215,2$$

$$\text{CO}_2 \quad 98,5$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 40,1 + 147,2 = 187,3$$

AB-2 dan chiqadigan suyuqlik tarkibi, kg hisobida:

NaCl 1557

Na_2SO_4 36,2

Qo'shimchalar 4,7

.....

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 578,4

NH_4OH 620,0

Jami **2796,3**

Suv miqdori, kg hisobida:

- AB-2 dan chiqadigan suyuqlikda: $1168 \cdot 6,05 - 2796,3 = 4270,09 \text{ kg}$
- AB-1 dan gaz bilan chiqadigan: $4286,39 + 212,98 - 4270,09 - 187,3 = 41,98$

AB-2 dagi gazlar aralashmasi moddiy balansini tuzamiz (1000 kg sodaga kg hisobida):

NOORGANIK MODDALAR KIMYOVIY TEXNOLOGIYASI

	Kirim	Reaksiyaga sarf	Gaz bilan chiqadi
NH ₃	422,1	215,2	206,9
CO ₂	220,8	98,5	122,3
H ₂ O	212,98	187,3	41,98
Havo	10	-	10

Quyida AB-2 absorberining moddiy balansi keltirilgan (1000 kg sodaga kg hisobida):

Kirim	kg	Chiqim	kg
AB-1 dan chiqadigan suyuqlik:		AEY ga suyuqlik:	
NaCl	1557	NaCl	1557
(NH ₄) ₂ CO ₃	363,7	(NH ₄) ₂ CO ₃	578,4
NH ₄ OH	333,7	NH ₄ OH	620,0
Na ₂ SO ₄	36,2	Na ₂ SO ₄	36,2
H ₂ O	4286,39	H ₂ O	4270,09
Qo‘shimchalar	4,7	Qo‘shimchalar	4,7
Jami	6581,69	Jami	7066,39
DGS dan chiqadigan gaz:		AB-1 ga kiradigan gaz:	
CO ₂	220,8	CO ₂	122,3
NH ₃	422,1	NH ₃	206,9
Havo	10	Havo	10
H ₂ O	212,98	H ₂ O	41,98
Jami	865,88	Jami	381,18
Hammasi	7447,57	Hammasi	7447,57

Izoh. AEY – ammoniylangan eritma yig‘gichi; DGS – distilliyatsiya gazlari sovutgichi.

2. LABORATORIYA MASHG‘ULOTI MATERIALLARI

LABORATORIYA ISHI № 1

SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISH XOMASHYOLARINING TAHLILI. TEXNIK OLTINGUGURT NAMLIGINI ANIQLASH

Oltingugurtni aniqlash. Texnik oltingugurt tarkibida massa ulushi foizlarda ifodalangan oltingugurt miqdori kimyoviy analiz yo‘li bilan emas, balki hisoblash yo‘li bilan aniqlanadi. Buning uchun quruq moddaga nisbatan foizda hisoblangan aralashmalarning miqdori 100% dan ayriladi:

Suv miqdori, %, kul miqdori, %, erkin kislotaning miqdori %, organik birikmalarning miqdori%, mishyak miqdori,%, selen miqdori,%.

Texnik oltingugurt namligini aniqlash

Gigroskopik namlik miqdori belgilangan sharoitda texnik oltingugurt quritilgandan so‘ng, massaning kamayishi orqali aniqlanadi. Usul shartli hisoblanadi, analizni bajarishda belgilangan harorat quritish vaqti va byuksning o‘lchamidan qat’iy bir xilligi ushlab turiladi.

Ishning maqsadi: Gigroskopik namlik miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar: Diametri 45 mm li balandligi 30 mm bqlgan byuks
Quritish shkafi
Texnik va analitik tarozilar
Shisha silindr
Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi
Eksikator
Chinni tigel
Texnik oltingugurt

Ishning bajaralishi

10 g atrofidagi texnik oltingugurt quritilgan va tortilgan byuksga joylanadi, byuksning qopqog‘i berkitiladi va 0,0001 g aniqlikda tortiladi. Namuna byuksning qopqog‘i ochib qo‘yilgan xolatda 100°C xaroratdagi quritish shkafiga joylashtiriladi, massa o‘zgarmay qolguncha qizdiriladi, so‘ngra ostida kaltsiy xlorid yoki silikagel quritgichi bo‘lgan eksikatorida byuksning qopqog‘i yopib qo‘yilgan xolatda sovutiladi va sovigach esa tortiladi.

Hisoblash. Namlik miqdori massa ulush (%) xisobida quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g;
 m – boshlang‘ich tortib olingan texnik oltingugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 2
TEXNIK OLTINGUGURT TARKIBIDAGI OLTINGUGURT MIQDORINI
ANIQLASH

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Oltingugurt kolchedanni kuydirishda xosil bo'lgan kuyundi tarkibida 0,5-3% gacha oltingugurt bo'ladi. Oltingugurt kuyundida asosan temir sulfid yoki turli metallar sulfatlari xolida mavjud.

Oltingugurt umumiy miqdorini gravimetrik usulda aniqlash

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt xlorid kislota yoki kaliy xlorat yordamida eritmaga o'kaziladi. Eritmadan sulfat anioni SO_4^{2-} bariy xlorid $BaCl_2$ yordamida bariy sulfat $BaSO_4$ xolida cho'ktiriladi.

Ishning maqsadi: Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Kerakli asbob

va reaktivlar: Kuyundi
Xlorid kislota 1:1 nisbatdagi eritmasi
20 % li ammiak eritmasi
 $BaCl_2$ ning 1% li eritmasi
 $AgNO_3$ ning 1% li eritmasi
Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
Distillangan suv
Texnik va analitik tarozilar
Shisha silindr
Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi
Eksikator
Chinni tigeli
Quritish shkafi

Ishning bajarilishi

Taxminan 1 g kuyundi 0,0002 g aniqlikda tortib olinadi, uni 250-300 ml sig'imli stakanga to'la o'kaziladi, distillangan suv bilan namlanadi va unga 1 g kaliy xlorat kristallaridan qo'shiladi. 50 ml xlorid kislota quyiladi va stakandagi aralashmadagi eritmagan cho'kmani rangi qizildan ko'kimtir-yashil rangga o'tguncha qaynatiladi. Agar parchalash davomida eritmaning xajmi keskin kamayib ketsa, stakanga yana 20-25 ml suyultirilgan xlorid kislota qo'shiladi. So'ng stakanga 50 ml distillangan suv quyiladi va eritma qaynaguncha qizdiriladi. Stakan soat oynasi bilan berkitiladi va sekinlik bilan qizdiriladi. So'ngra suyuqlik qum xammomida

quriguncha bug‘latiladi va vaqti-vaqti bilan shisha tayoqcha bilan aralashtirib turgan xolda davom ettiriladi (shisha tayoqcha doimo stakan ichida turishi kerak). Agar parchalash davomida oltingugurt ajralib chiqish kuzatilsa, eritmaga bir necha kaliy xlorat $KClO_3$ kristallaridan qo‘shiladi. Sovitilgan stakanga 10 ml xlorid kislota eritmasidan quyib, eritmani quriguncha bug‘latiladi. Ushbu jarayon 2 marta takrorlanadi.

Eritma qaynatib bo‘lingandan so‘ng unga 50 ml distillangan suv bilan suyultiriladi va 5 ml xlorid kislota quyib qaynagunga qadar qizdiriladi.

Eritma 250 ml sig‘imli o‘lchov kolbasiga eritma filtrlanadi. Filtrdagi qoldiqni qaynoq distillangan suv bilan yuviladi. Eritmani xona xaroratigacha sovutiladi, uning o‘lchami kolba o‘lchoviga yetguncha suv bilan suyultiriladi, aralashtiriladi va quruq filtr (ko‘k lenta) orqali quruq kolbaga filtrlanadi. Eritmadagi sulfat ioni to‘la eritmaga o‘tganligini bariy xlorid $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshirib turiladi.

O‘lchovli pipetkada 50 ml filtrat tortib olinadi, uni 300 ml sig‘imli stakanga quyiladi va 60-70°C gacha qizdirilib, unga oz-ozdan ammiak eritmasi qo‘shiladi. So‘ngra yana 5 ml ammimak eritmasidan quyiladi. Stakandagi eritmani yuqoridagi temperaturada 10-15 minut davomida aralashtiriladi.

Shundan so‘ng eritma filtrlanadi, stakan qaynoq suv bilan yuviladi va bu yuvindi xam filtrdan o‘tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo‘lgan kulsizlantirilgan ko‘k lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi sulfat SO_4^{2-} ionlarini mavjudligini $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshiriladi. Filtrat (eritmaning xajmi) ning suv bilan yuvilganda 300 ml dan oshmasin.

Ko‘p xajmdagi eritma bug‘latilib, metil qizil indikatoridan qo‘shib, xlorid kislota bilan neytrallanadi va yana 3 ml xlorid kislota quyib, qaynagunga qadar qizdiriladi va tuxtovsiz aralashtirib turgan xolda 50 ml sig‘imli idishdagi qaynoq $BaCl_2$ eritmasi quyiladi. Eritmadagi bariy sulfat $BaSO_4$ cho‘kmasi tqxtovsiz aralashtirib turgan xolda 5 minut davomida qaynatiladi, so‘ngra 25-30 minutdan ko‘p bo‘lmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan so‘ng eritma filtrlanadi, cho‘kmani 60°C temperaturadagi distillangan suv bilan yuviladi va bu yuvindi xam filtrdan o‘tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bqlgan kulsizlantirilgan ko‘k lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi xlor ionlari Cl^- mavjudligini kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi bilan tekshiriladi.

Filtr cho‘kmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga o‘tkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C xaroratda filtr to‘la yonib ketguncha kuydiriladi, so‘ngra oq cho‘kma qolguncha 1000-1050°C xaroratda kuydirish davom ettiriladi. So‘ngra tigel cho‘kmasi bilan birgalikda eksikatora sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. Oltingugurt miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan o‘isoblanadi:

$$\varpi_s = \frac{m_1 \cdot 0,1374 \cdot 250}{m_2 \cdot 50} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – $BaSO_4$ chqkmasining massasi, g;
 m_2 – boshlang'ich kuyundining massasi, g;
0,1374 – 1 g $BaSO_4$ ga to'g'ri keladigan oltingugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 3 KOLCHEDAN NAMLIGINI ANIQLASH

Kolchedan tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Oltingugurt birikmalarining asosiy ko'rsatgichlaridan biri xomashyo tarkibidagi oltingugurt namligidir. Tabiiy kolchedan FeS_2 tarkibida 40-47% oltingugurt bo'ladi. Flotatsiyalangan kolchedan tarkibida 38-50% oltingugurtning namligi 3,8% gacha bo'ladi (DAST 444-75).

Kolchedan namligini aniqlash

Gigroskopik namlik miqdori belgilangan sharoitda kolchedanni quritilgandan so'ng, massaning kamayishi orqali aniqlanadi. Usul shartli xisoblanadi, analizni bajarishda belgilangan xarorat quritish vaqti va byuksning o'lchami qattiy bir xilligi ushlab turiladi.

Ishning maqsadi: Gigroskopik namlik miqdorini aniqlash

Kerakli asbob

va reaktivlar: Diametri 45 mm li balandligi 30 mm bo'lgan byuks
Quritish shkafi
Texnik va analitik tarozilar
Shisha silindr
Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
Eksikator
Chinni tigel
Kolchedan

Ishning bajarilishi

10 g atrofidagi kolchedan quritilgan va tortilgan byuksga joylanadi, byuksning qopqog'i berkitiladi va 0,0001 g aniqlikda tortiladi. Namuna byuksning qopqog'i ochib qo'yilgan xolatda 100°C xaroratdagi quritish shkafiga joylashtiriladi, massa o'zgarmay qolguncha qizdiriladi, so'ngra ostida kaltsiy xlorid yoki silikagel quritgichi

bo'lgan eksikatorda byuksning qopqog'i yopib qo'yilgan xolatda sovutiladi va sovigach esa tortiladi.

Hisoblash. Namlik miqdori massa ulush (%) xisobida quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

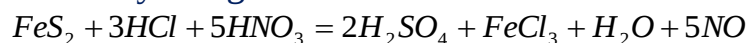
$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g;
 m – boshlang'ich tortib olingan kolchedan massasi, g.

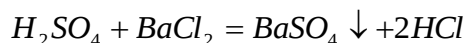
LABORATORIYA ISHI № 4 KOLCHEDAN TARKIBIDAGI OLTINGUGURT MIQDORINI ANIQLASH

Kolchedan tarkibidagi oltingugurt miqdorini gravimetrik usulda aniqlash

Kolchedan tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash uchun, kolchedan xlorid va nitrat kislota (zar suvi) aralashmasida eritma holatiga o'tkaziladi. Bu kimyoviy jarayon quyidagicha reaksiya tenglamasi bilan ifodalanadi:



Eritmadagi sulfat SO_4^{2-} -ionlarini bariy xlorid BaCl_2 yordamida cho'ktiriladi:



Hosil bo'lgan bariy sulfat cho'kmasi quritish shkafida 105-107°C haroratda doimiy og'irlikgacha quritiladi va tarozida tortiladi.

Ishning maqsadi: Kolchedan tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kolchedan
2. Zar suvi – 1 hajm xlorid kislota (sol.og'. 1,19) 3 hajm nitrat kislota (sol.og'. 1,4) bilan aralashmasi.
3. Ammiak eritmasi (sol.og'. 0,91)
4. BaCl_2 ning 1%-li eritmasi
5. AgNO_3 ning 1%-li eritmasi
6. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
7. Texnik va analitik tarozilar
8. Shisha silindr
9. Chinni kosacha va chinni stakan tayoqchasi bilan
10. Eksikator
11. Chinni tigelg
12. Quritish shkafi

Ishning bajaralishi

Kolchedanni parchalash jarayoni moʻrili shkafda oʻtkaziladi. Taxminan 0,5-0,6 g kolchedan 0,0002 g aniqlikda *analitik tarozida* tortib olinadi, uni 250-300 ml sigʻimli stakanga toʻla oʻtkaziladi, 5-10 ml distillangan suv bilan namlanadi va unga 15-20 ml zar suvi quyiladi. Stakan soat oynasi bilan berkitiladi va *eritma tarkibidagi* azot oksidi batamom tugaguncha sekinlik bilan qizdiriladi. Soʻngra suyuqlik qum hammomida quriguncha bugʻlatiladi va vaqti-vaqti bilan shisha tayoqcha bilan aralashtirib turgan holda davom ettiriladi (shisha tayoqcha doimo stakan ichida turishi kerak!). Agar parchalash davomida oltingugurt ajralib chiqish kuzatilsa, eritmaga bir necha kaliy xlorat $KClO_3$ kristallaridan qoʻshiladi. Sovitilgan stakanga 10 ml xlorid kislota eritmasidan quyib, eritmani quriguncha bugʻlatiladi. Ushbu jarayon 2 marta takrorlanadi.

Eritma qaynatib boʻlingandan soʻng uni 50 ml distillangan suv bilan suyultiriladi va 5 ml xlorid kislota quyib qaynagunga qadar qizdiriladi.

Eritma 250 ml sigʻimli oʻlchov kolbasiga eritma filtrlanadi. Filtrdagi qoldiqni qaynoq distillangan suv bilan yuviladi. Eritmani xona haroratigacha sovutiladi, uning hajmi kolba oʻlchoviga yetguncha suv bilan suyultiriladi, aralashtiriladi va quruq filtr (koʻk lenta) orqali quruq kolbaga filtrlanadi. Eritmadagi sulfat ioni toʻla eritmaga oʻtganligini bariy xlorid $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshirib turiladi.

Oʻlchovli pipetkada 50 ml filtrat tortib olinadi, uni 300 ml sigʻimli stakanga quyiladi va 60-70 °C gacha qizdirilib, unga oz-ozdan ammiak eritmasi yoʻqolmaydigan hid hosil boʻlgunga qadar qoʻshiladi. Soʻngra yana 5 ml ammimak eritmasidan quyiladi. Stakandagi eritmani yuqoridagi haroratda 10-15 minut davomida aralashtiriladi.

Shundan soʻng eritma filtrlanadi, stakan qaynoq suv bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan oʻtkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm boʻlgan kulsizlantirilgan koʻk lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi sulfat SO_4^{2-} ionlarini mavjudligini $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshiriladi. Filtrat (eritmaning hajmi) ning suv bilan yuvilganda 300 ml dan oshmasin.

Koʻp hajmdagi eritma bugʻlatilib, metil qizili indikatoridan qoʻshib, xlorid kislota bilan neytrallanadi va yana 3 ml xlorid kislota quyib, qaynagunga qadar qizdiriladi va tuxtovsiz aralashtirib turgan holda 100 ml sigʻimli idishdagi qaynoq $BaCl_2$ eritmasi quyiladi. Eritmadagi bariy sulfat $BaSO_4$ choʻkmasi toʻxtovsiz aralashtirib turgan holda 5 minut davomida qaynatiladi, soʻngra 25-30 minutdan koʻp boʻlmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan soʻng eritma filtrlanadi, choʻkmani 60°C haroratdagi distillangan suv bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan oʻtkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm boʻlgan kulsizlantirilgan koʻk lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi xlor ionlari Cl^- mavjudligini kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi bilan tekshiriladi.

Filtr choʻkmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga oʻtkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C haroratda filtr toʻla yonib ketguncha kuydiriladi, soʻngra oq choʻkma qolguncha 1000-1050°C haroratda kuydirish davom ettiriladi. Soʻngra tigel choʻkmasi bilan birgalikda eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. Olingugurt miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\varpi_s = \frac{m_1 \cdot 0,1374 \cdot 250}{m_2 \cdot 50} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – $BaSO_4$ choʻkmasining massasi, g;

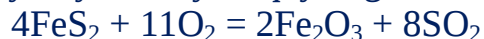
m_2 – boshlangʻich kolchedanning massasi, g;

0,1374 – 1 g $BaSO_4$ ga toʻgʻri keladigan olingugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 5 SULFAT KISLOTASINI OLISH

Ishning maqsadi: Olingugurt kolchedanini kuydirish orqali sulfat kislota olish. Harorat va ortiqcha havoni, sulfid rudalaridagi olingugurt miqdorini hamda zarrachalar oʻlchamining vaqt boʻyicha pech gazi tarkibidagi SO_2 konsentratsiyasini yoki pechning ishlab chiqarish quvvatini oʻzgarishini ifodalovchi kuydirish tezligiga taʼsirini oʻrganish.

Sulfat kislota olish tavsifi. H_2SO_4 ishlab chiqarishda SO_2 ni olish uchun sulfid rudalari kuydiriladi. Olingugurt kolchedanini (FeS_2) kuydirish qonuniyatlarini qolgan barcha sulfidlarni kuydirish uchun qoʻllasa boʻladi. Sulfid rudalarining umumiy kuydirish tezligi, boshqa yuqori haroratli jarayonlar kabi havo kislorodini diffuziyasi va SO_2 ning reaksiya zonadan olib chiqib ketish bilan belgilanadi. Kolchedanni kuydirishning umumiy kimyoviy reaksiyasi quyidagicha:



Massa uzatish koeffitsiyentini, pechdagi haroratni va intensiv yuqori gidrodinamik rejimni koʻtarish bilan amalga oshirish mumkin. H_2SO_4 olish uchun SO_2 ni SO_3 gacha oksidlash kerak. Sanoatda bu jarayon kontakt apparatda vanadiy katalizatori yordamida amalga oshiriladi:



Modellashtirilgan jihozda esa bu jarayon absorbsion kolonkada olib boriladi, bu kolonkaga 50 ml 9% li H_2O_2 eritmasi quyiladi. H_2O_2 beqaror modda boʻlib, u H_2O va kislorodga parchalanadi. Parchalanish vaqtida soniyaning yuzdan bir ulushida kislorod atomar holda boʻladi, bu atomar kislorod juda faol boʻlib SO_2 ni SO_3 ga qadar oksidlaydi:



SO_3 suv bilan reaksiyaga kirishib H_2SO_4 ni hosil qiladi:



Bu hosil bo'lgan kislota miqdorini 0,5n NaOH eritmasi bilan titrlab aniqlanadi.

Ishning bajaralishi

Kolchedan yoki sulfid rudasini kuydirish uchun elektr isitgich (1) bilan jihozlangan gorizontal holdagi quvurli pech (2) ishlatiladi. Pech tok manbaiga LATR (10) va ampermetr (9) orqali ulanadi. Laboratoriya avtotransformatori bilan elektrpechni isitish boshqariladi. Harorat termopara (4) bilan o'lchanadi va ko'rsatuvchi potensiometr (5) bilan nazorat qilinadi. Kolchedan yoki sulfid rudasini kuydirish uchun kerak bo'lgan havo pech va butun jihoz orqali suvli-oqim nasosi yordamida harakat qiladi. Oldindan xona haroratida hisoblangan gradirovka qilingan reometr (1) yordamida havoning hajmiy tezligi o'lchanadi. Elektrpechga o'rnatilgan kvars idishda kolchedan yoki sulfid rudasini yonish reaksiyasi amalga oshiriladi. Nay ikkala tomonidan rezina tiqin orqali zich qilib yopilgan bo'lib, birinchisi orqali termopara (4), ikkinchisi orqali esa kvars nay o'tkazilgan. Kvars nay ikki qavat bo'lib, kichik va katta diametrlidir. Kuydirish haroratiga yetgandan so'ng sulfid rudasi yoki kolchedan namunasi (1-2 g) farforli idishga (3) solinib, reaktorga (11) joylanadi. Havo katta diametrli kvars nay orqali va naylararo bo'shliq orqali reaksiya zonasiga keladi. Kichik diametrli kvars nay orqali suv-oqim nasosi yordamida SO_2 reaksiya zonasidan kuchsiz H_2O_2 eritmasi solingan absorberga (7) yuboriladi.

Hosil bo'lgan sulfat kislota miqdorini NaOH ning titrlashga ketgan miqdori bilan aniqlanadi.

$$\text{Gr.ekv } \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Gr.ekv } \text{NaOH} = P \cdot 0,005 \cdot F.$$

Kolchedandagi S ni aniqlash uchun 1 g kolchedan 550-600°C-da yarim soat davomida kuydiriladi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$S(\%) = (P \cdot 0,0005 \cdot F \cdot 16 \cdot 100) / a = 0,8 \cdot P \cdot F.$$

P – titrlashga sarflangan 0,5n NaOH eritmasining miqdori, ml;

F – 0,5n NaOH ning faktori, ya'ni 0,5 NaOH normalligini to'g'irlash koeffitsiyenti.

0,0005 – 1ml eritmadagi NaOH ekvivalentining gramm miqdori.

a – kolchedan yoki sulfid rudasi namunasining og'irligi, g;

16 – 1 g.ekv H_2SO_4 ga to'g'ri keluvchi S ning miqdori.

Har xil harorat yoki havoning hajmiy tezliklarida kolchedan yoki sulfid rudalarining kuyish tezligini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan jihozga 2 ta absorbsion kolonka ro'shiladi va ularga ma'lum miqdorda kraxmal bilan rangli holatga keltirilgan 0,1n J_2 eritmasi quyiladi, hamda 1-absorber bilan parallel ravishda o'lchanadi. Har bir absorber orqali ketma-ket ravishda, eritma rangsizlanguncha gaz o'tkaziladi. Har bir rangsizlanishga ketgan vaqt o'lchanadi. Har bir tajriba aniq belgilangan harorat va havoning hajmiy tezligida o'tkaziladi.

Eritmadagi J_2 bilan quyidagi reaksiya ketadi:



Tajriba natijalari asosida har xil haroratda yongan oltingugurt miqdorning vaqtga bogʻliqlik koʻrinishidagi kinetik egri chiziqlarini grafiklari chiziladi.

$$G = 0,0016 \cdot P \cdot F.$$

G – yongan oltingugurtning miqdor, g;

0,0016 – 1 ml 0,1n J_2 eritmasiga toʻgʻri keluvchi yongan oltingugurtning miqdor;

P – yod eritmasining miqdor, ml;

F – yod eritmasining faktori, yaʼni normal konsentratsiyasini toʻgʻirlash koeffitsiyenti.

LABORATORIYA ISHI № 6

SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHDAGI KUYUNDI VA KUYUNDI GAZI TARKIBINING TAHLILI

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Oltingugurt kolchedanni kuydirishda hosil boʻlgan kuyundi tarkibida 0,5-3% gacha oltingugurt boʻladi. Oltingugurt kuyundida asosan temir sulfid yoki turli metallar sulfatlari holida mavjud.

Oltingugurt umumiy miqdorini gravimetrik usulda aniqlash

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt xlorid kislota yoki kaliy xlorat yordamida eritmaga oʻtkaziladi. Eritmadan sulfat anioni SO_4^{2-} bariy xlorid $BaCl_2$ yordamida bariy sulfat $BaSO_4$ holida choʻktiriladi.

Ishning maqsadi: Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kuyundi
2. Xlorid kislotaning 1:1 nisbatdagi eritmasi
3. 20 % li ammiak eritmasi
4. $BaCl_2$ ning 1% li eritmasi
5. $AgNO_3$ ning 1% li eritmasi
6. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
7. Distillangan suv
8. Texnik va analitik tarozilar
9. Shisha silindr
10. Chinni kosacha va chinni stakan tayoqchasi bilan

11. Eksikator
12. Chinni tigel
13. Quritish shkafi

Ishning bajarilishi

Taxminan 1 g kuyundi 0,0002 g aniqlikda tortib olinadi, uni 250-300 ml sig'imli stakanga to'la o'tkaziladi, distillangan suv bilan namlanadi va unga 1 g kaliy xlorat kristallaridan qo'shiladi. 50 ml xlorid kislota quyiladi va stakandagi aralashmadagi erimagan cho'kmani rangi qizildan ko'kimtir-yashil rangga o'tguncha qaynatiladi. Agar parchalash davomida eritmaning hajmi keskin kamayib ketsa, stakanga yana 20-25 ml suyultirilgan xlorid kislota qo'shiladi. So'ng stakanga 50 ml distillangan suv quyiladi va eritma qaynaguncha qizdiriladi. Stakan soat oynasi bilan berkitiladi va sekinlik bilan qizdiriladi. So'ngra suyuqlik qum hammomida quriguncha bug'latiladi va vaqti-vaqti bilan shisha tayoqcha bilan aralashtirib turgan holda davom ettiriladi (shisha tayoqcha doimo stakan ichida turishi kerak!). Agar parchalash davomida oltingugurt ajralib chiqish kuzatilsa, eritmaga bir necha kaliy xlorat $KClO_3$ kristallaridan qo'shiladi. Sovitilgan stakanga 10 ml xlorid kislota eritmasidan quyib, eritmani quriguncha bug'latiladi. Ushbu jarayon 2 marta takrorlanadi.

Eritma qaynatib bo'lingandan so'ng uni 50 ml distillangan suv bilan suyultiriladi va 5 ml xlorid kislota quyib qaynagunga qadar qizdiriladi.

Eritma 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga eritma filtrlanadi. Filtrdagi qoldiqni qaynoq distillangan suv bilan yuviladi. Eritmani xona haroratigacha sovutiladi, uning hajmi kolba o'lchoviga yetguncha suv bilan suyultiriladi, aralashtiriladi va quruq filtr (ko'k lenta) orqali quruq kolbaga filtrlanadi. Eritmadagi sulfat ioni to'la eritmaga o'tganligini bariy xlorid $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshirib turiladi.

O'lchovli pipetkada 50 ml filtrat tortib olinadi, uni 300 ml sig'imli stakanga quyiladi va 60-70 °S gacha qizdirilib, unga oz-ozdan ammiak eritmasi yo'qolmaydigan hid hosil bo'lgunga qadar qo'shiladi. So'ngra yana 5 ml ammimak eritmasidan quyiladi. Stakandagi eritmani yuqoridagi temperaturada 10-15 minut davomida aralashtiriladi.

Shundan so'ng eritma filtrlanadi, stakan qaynoq suv bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan o'tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo'lgan kulsizlantirilgan ko'k lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi sulfat SO_4^{2-} ionlarini mavjudligini $BaCl_2$ eritmasi bilan tekshiriladi. Filtrat (eritmaning hajmi) ning suv bilan yuvilganda 300 ml dan oshmasin.

Ko'p hajmdagi eritma bug'latilib, metil qizili indikatoridan qo'shib, xlorid kislota bilan neytrallanadi va yana 3 ml xlorid kislota quyib, qaynagunga qadar qizdiriladi va to'xtovsiz aralashtirib turgan holda 50 ml sig'imli idishdagi qaynoq $BaCl_2$ eritmasi quyiladi. Eritmadagi bariy sulfat $BaSO_4$ cho'kmasi to'xtovsiz

aralashtirib turgan holda 5 minut davomida qaynatiladi, so'ngra 25-30 minutdan ko'p bo'lmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan so'ng eritma filtrlanadi, cho'kmani 60°C haroratdagi distillangan suv bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan o'tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo'lgan kulsizlantirilgan ko'k lentali filtr ishlatiladi. Filtratdagi xlor ionlari Cl^- mavjudligini kumush nitrat $AgNO_3$ eritmasi bilan tekshiriladi.

Filtr cho'kmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga o'tkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C haroratda filtr to'la yonib ketguncha kuydiriladi, so'ngra oq cho'kma qolguncha 1000-1050°C haroratda kuydirish davom ettiriladi. So'ngra tigel cho'kmasi bilan birgalikda eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. Oltinugurt miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\varpi_s = \frac{m_1 \cdot 0,1374 \cdot 250}{m_2 \cdot 50} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – $BaSO_4$ cho'kmasining massasi, g;

m_2 – boshlang'ich kuyundining massasi, g;

0,1374 – 1 g $BaSO_4$ ga to'g'ri keladigan oltinugurt massasi, g.

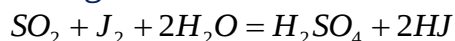
LABORATORIYA ISHI № 7 SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQARISHDA OLTINGUGURT DIOKSIDINI MIQDORINI ANIQLASH

Sulfat kislota ishlab chiqarishda oltinugurt dioksidini miqdorini aniqlash

Kuyindi pechlar gazining tarkibida oltinugurt dioksid (8-14 hajmiy ulushda %), kislorod (8-13 hajmiy ulushda, %), azot (oz miqdorda), oltinugurt (VI) oksidi parlari va suv bug'lari hamda ayrim boshqa birikmalar (selen, chang aralashmalari) bo'ladi. Undan tashqari forsunkali pechlarni ayrim joylarida harorat oshishi natijasida gazli aralashmasi tarkibidagi azot oksidlanishi natijasida azot oksidlari hosil bo'ladi.

Oltinugurt dioksidini yodometrik usulida aniqlash

Tarkibida oltinugurt dioksidi bo'lgan gazni yod eritmasidan o'tkazganda oltinugurt dioksidi sulfat kislotagacha oksidlanadi:



Olingan yodning miqdoriga va eritmada o'tkazilgan gazning miqdoriga ko'ra gaz tarkibidagi oltinugurt dioksidining miqdori aniqlanadi.

Reaktivlar: 0,1 n li yod eritmasi, 1% li kraxmal eritmasi.

Ishning bajarilishi

Oltingugurt dioksidini aniqlash uchun asbob yuttiriladigan idish, 3x3 aspirator 6 va o'lchov silindri 8 dan iborat.

Aspiratorning rezinali probkasiga haroratni o'lchash uchun termometr 4 va bosimni o'lchash uchun simobli manometr 5 o'rnatiladi. Aspirator rezinali trubka yordamida yuttiruvchi idish uchi bilan ulangan. Asbobga gaz trubka 1 orqali boradi.

Analizdan oldin trubkadan tekshiriladigan gaz (biroz vaqt ichida) o'tkaziladi. Buning uchun yuttiriladigan idish ajratiladi. Suv bilan to'ldirilgan aspirator bevosita kranga ulanadi. Kran 2 va qisqich 7 ochiladi. Aspiratordan taxminan 500 ml suv chiqarib yuboriladi va kran bilan qisqich berkiladi. Aspirator suv bilan to'ldiriladi. Yuttiruvchi idishning 3/2 hajmigacha distillangan suv, 2-3 ml kraxmal eritmasi va och havorang paydo bo'lguncha bir necha tomchi yod eritmasidan qo'shiladi.

So'ng pipetka yordamida 10 ml 0,1 n li yod eritmasi qo'shiladi. Yuttiruvchi idish va aspirator probka bilan mahkam berkitiladi va idish trubkaga ulanadi.

Asbobning germetikligini tekshirish uchun kran berkitilib, qisqich ochiladi. Agar aspiratordan suvning oqishi ma'lum vaqtdan keyin to'xtasa asbob germetik deb hisoblanadi.

Aspiratorning past qismiga o'lchovli silindr o'rnatiladi va kran shunday ochiladiki, yuttiruvchi idish (eritmasidan) 1 sekundda 2-3 pufakcha o'tish tezligida bo'lishi kerak. Eritmaning rangi ko'kdan och havorangga o'tguncha gaz o'tkaziladi. Bundan keyin kran berkitiladi. Aspiratordan suvni oqishi to'xtagandan keyin qisqich berkitiladi va aspiratordan oqib chiqqan suvning hajmi, gazning harorati, aspiratordagi bosimning pasayishi va barometrik bosim qayd qilinadi.

O'tkazilgan gazning hajmi aspiratordan oqqan suvning hajmi va idish 3 ga yuttirilgan oltingugurt dioksid hajmini yig'indisiga teng.

Hisoblash. Gaz tarkibidagi SO_2 ning hajmiy ulushi (% da) quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$\varphi_{O_2} = \frac{10 \cdot K \cdot 1,095 \cdot 100}{V_0 + 10 \cdot K \cdot 1,095} \%$$

bunda, V_0 - normal sharoitga keltirilgan aspiratordan oqqan suvning hajmi, ml;

10 - analiz uchun olingan 0,1 n yod eritmasining hajmi, ml;

K - yod eritmasini 0,1n ga keltiruvchi koeffitsient,

1,095 – 0,1 n 1 ml yod eritmasiga to'g'ri keladigan oltingugurt dioksid hajmi;

$$V_0 = \frac{V \cdot 273(P - P_1 - P_2)}{1 \cdot 10^5 (273 + t)}$$

V - aspiratordan oqqan (oqib tushgan) suvning hajmi, ml;

P - barometrik bosim;

P_1 - aspiratordagi bosimning pasayishi;

P_2 -tajriba haroratidagi suv bug‘ining bosimi;
 t -aspiratordagi gazning harorati, $^{\circ}\text{C}$.

LABORATORIYA ISHI № 9 TEXNIK SULFAT KISLOTA ANALIZI

Kontakt usulida olingan sulfat kislota tarkibidagi sulfat kislota monogidрати miqdorini aniqlash

Kontakt usulida olingan sulfat kislota tarkibidagi H_2SO_4 miqdori (% miqdorida) NaOH eritmasi bilan metil qizil indikator yordamida titrlashga asoslangan.

Ishning maqsadi: Kontakt usulida olingan sulfat kislota tarkibidagi sulfat kislota monogidрати miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 0,5 n natriy gidroksid (NaOH) eritmasi
2. metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
3. distillangan suv
4. o‘lchov kolbalari
5. byuks
6. pipetka 25 ml
7. byuretk
8. texnik va analitik tarozilar
9. Shisha silindr
10. chinni kosacha va chinni stakan tayoqchasi bilan

Ishning bajarilishi

250 ml sig‘imdagi o‘lchov kolbaga metil qizil yordamida taxminan 150 ml distillangan suv quyiladi. Byuksda 0,0002 g aniqlikda 5-7 g kislota tortiladi va xuddi shu kolbaga solinadi. Eritma 20°C sovitiladi va kolbadagi eritma hajmi suv qo‘shib 250 ml belgigacha yetkaziladi. Kolbadagi eritma yaxshilab aralashtiriladi. Kolbadagi tayyor bo‘lgan eritmada pipetka yordamida 25 ml eritma olinadi va sig‘imi 250 ml bo‘lgan konussimon kolbaga o‘tkaziladi. Konussimon kolbadagi eritma 0,5 n. NaOH eritmasi bilan metil qizil indikator ishtirokida eritma rangi qizil rangdan sariq rangga o‘tguncha titrlanadi.

Hisoblash. Sulfat kislota massa qismidagi % miqdori (ω) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\omega = \frac{VK \cdot 0,245 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot 25} \%$$

bu yerda: V - titrlashga sarflangan 0,5 n. NaOH eritmasini hajmi, ml;
 K - NaOH eritmasini normalligini aniq 0,5 n. keltirish uchun koeffitsiyenti;
 m - kislotani massasi, g;
0,0245 - 1 ml 0,5 n. NaOH eritmasiga teng bo'lgan H_2SO_4 miqdori, g.

LABORATORIYA ISHI № 10 OLEUM TARKIBIDAGI SULFAT ANGIDRID MIQDORINI ANIQLASH

Oleum, yoki «qaynoq» sulfat kislota deganda 100% sulfat kislota (tarkibidagi) oltingugurt uch oksidni eritmasi tushuniladi. Oleumni tarkibi erkin (100%- dan H_2SO_4 ortiq) erkin oltingugurt uch oksid miqdori yoki umumiy SO_3 ni umumiy foiz miqdori bilan harakterlanadi. Standartga muvofiq oleumda erkin SO_3 miqdori 19% dan kam bo'lmashligi lozim.

Oltingugurt uch oksidining umumiy miqdori asidimetrik yuqorida ko'rsatilgan (1-tajribadagi monogidrat miqdorini aniqlash) usul bo'yicha va erkin SO_3 ni oleumdagi miqdori jadval orqali topiladi

Ishning maqsadi: Oleum tarkibida erkin oltingugurt uch oksid miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 0,5 n natriy gidroksid (NaOH) eritmasi
2. metil qizili – indikator, 0,1% li spirtdagi eritmasi
3. distillangan suv
4. o'lchov kolbalari
5. pipetka 25 ml
6. byuretk
7. texnik va analitik tarozilar
8. shisha silindr
9. chinni kosacha va chinni stakan tayoqchasi bilan
10. spirt lampa
11. shisha banka

Ishning bajarilishi

2-3 ml sig'imli uchi kapillyar bo'lgan shisha ampula 0,0002 g aniqlikda tortiladi. Shisha ampulaning pastki qismini spirt lampa alangasida ozgina qizdiriladi va kapillyar tezda tahlil qilinayotgan kislota botiriladi. Shisha ampula sovitilayotganda unda vakuum hosil bo'ladi va tahlil etilayotgan kislota ampulaga

tortib olinadi. Analiz uchun olingan kislotaning massasi taxminan 1 g bo'lishi kerak. Namunani olgandan so'ng, kapillyarning uchi filtr qog'oz bilan artiladi, ampula kavsharlanadi va tortiladi.

400-500 ml sig'imli og'zi berkitiladigan shisha bankaga taxminan 150 ml distillangan suv quyiladi, bir necha shisha munchoq yoki bir necha shisha tayyoqcha bo'lakchalaridan solinadi va ichida kislota bo'lgan ampula bankaga botiriladi. Bankani og'zini zich qilib probka bilan berkitiladi va bankani qattiq silkitib ampula sindiriladi, toki hosil bo'lgan tuman to'liq suv bilan yutilguncha davom ettiriladi. Bankani og'zi ochilib, kapillyarning sinmagan bo'lakchalari shisha tayyoqcha yordamida sindiriladi. Probka sirtidagi, banka og'zidagi va shisha tayyoqchadagi qolgan eritma bankaning ichiga distillangan suv bilan yuvib tushiriladi. Eritmaga 2-3 tomchi metilqizil indikator tomiziladi va NaOH eritmasi bilan titrlanadi.

Hisoblash. Sulfat kislotadagi oltingugurt uch oksid massa % miqdori (ω) quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\omega_{SO_3} = \frac{VK \cdot 0,02 \cdot 100}{m} \%$$

bu yerda: V - titrlashga sarflangan 0,5 n. natriy gidroksid NaOH eritmasini hajmi, ml;

K - natriy gidroksid NaOH eritmasini normalligini aniq 0,5 n. keltirish uchun koeffitsiyenti;

m - kislota massasi, g;

0,02 - 1 ml 0,5 n. NaOH eritmasiga teng bo'lgan SO_3 miqdori, g.

Ushbu yo'l bilan hisoblangan oltingugurt uch oksidning umumiy miqdori (umumiy SO_3 miqdori) jadval orqali erkin oltingugurt uch oksid (erkin SO_3 miqdori) topiladi.

Oleumdagi erkin oltingugurt uch oksid miqdorini (massa %)(ω) quyidagi formula yordamida ham hisoblash mumkin:

$$\omega_{SO_3\text{эркин}} = 100 - \frac{(100 - \omega_{SO_3}) \cdot 98}{18} \%$$

bu yerda: 98 - 1 mol H_2SO_4 sulfat kislotani massasi; 18 - 1 mol H_2O ning massasi.

LABORATORIYA ISHI № 11 AZOTLI O‘G‘ITLAR TARKIBIDAGI UMUMIY AZOT MIQDORINI ANIQLASH

AMMIAKLI SELITRADAGI KOMPONENTLAR TAHLILI

Namlikni aniqlash

Ammoniy nitratdagi gigroskopik namlik miqdori uni ma’lum sharoitda quritilgandan so‘ng massaning kamayishi orqali aniqlanadi.

Ishning maqsadi: gigroskopik namlik miqdorini aniqlash.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Diametri 45 mm li balandligi 30 mm bo‘lgan byuks
2. Quritish shkafi
3. Texnik va analitik tarozilar
4. Shisha silindr
5. Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
6. Ammoniy nitrat tuzi
7. Eksikator
8. Chinni tigel

Ishning bajarilishi: 5 g atrofidagi ammoniy nitrat tuzidan oldindan quritilgan va tortilgan byuksga joylanadi, byuksning qopqog‘i berkitiladi va 0,0001 g aniqlikda tortiladi. Namuna byuksning qopqog‘i ochib qo‘yilgan holatda 100°C haroratdagi quritish shkafiga joylashtiriladi, 1 soat mobaynida massa o‘zgarmay qolguncha qizdiriladi, so‘ngra ostida kalsiy xlorid yoki silikagel quritgichi bo‘lgan eksikatorda byuksning qopqog‘i yopib qo‘yilgan holatda sovutiladi va sovigach esa tortiladi.

Hisoblash. Namlik miqdori massa ulush (%) hisobida quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda:

m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g;

m – boshlang‘ich tortib olingan ammoniy nitrat massasi, g.

Ammoniy nitratdagi umumiy azot miqdorini aniqlash

Ishning maqsadi: ammoniy nitrat tarkibidagi umumiy azot miqdorini titrlash usuli bilan aniqlash

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Ammoniy nitrat tuzi
2. 0,1n va 0,5n NaOH eritmasi
3. 0,1n NaOH eritmasi bilan fenolftalein buyicha neytrallangan 25% formalin eritmasi
4. Fenolftaleinning 0,1% spirtli eritmasi.
5. Titrlash uchun byuretk
6. Texnik va analitik tarozilar
7. Shisha silindr
8. 200-250 ml sigʻimli konussimon kolba
9. Filtr qogʻozi
10. Voronka
11. 100 ml hajmli oʻlchov kolbasi
12. Oʻlchov pipetkalari

Ishning bajarilishi: 1,5 g NH_4NO_3 ni 0,0002 g aniqlikda tortib olinadi. Konussimon kolbada 20-25 ml suv bilan eritiladi. Agar eritma tiniq boʻlmasa, filtrlanadi. Choʻkma bir necha marta suv bilan yuviladi va hosil boʻlgan eritma oldingi filtratga qoʻshiladi. Eritmaning hajmi 100 ml gacha yetkaziladi va 20-25 ml neytrallangan formalin eritmasi quyiladi hamda 0,5 n NaOH eritmasi bilan och pushti rangga kirguncha titrlanadi.

Hisoblash: Ammoniy nitrat tarkibidagi umumiy azot miqdorini quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\omega_{(N)} = \frac{V \cdot K \cdot 0.014}{m} \cdot 100\%$$

bu yerda:

V – titrlashga sarflangan 0,5n li NaOH eritmasining hajmi, ml;

K – 0,5 n li NaOH eritmasining tuzatish koeffitsienti;

m – NH_4NO_3 namunasining massasi, g;

0,014 – 0,5 n NaOH eritmasining 1 ml ga toʻgʻri keladigan ammomiy nitratga muvofiq keladigan azot miqdori, g.

LABORATORIYA ISHI № 12
FOSFORLI O'G'ITLAR TARKIBIDAGI FOSFOR MIQDORINI ANIQLASH

QO'SHALOQ SUPERFOSFATDAGI $P_2O_{5(umum)}$, $P_2O_{5(o'zl)}$, $P_2O_{5(s.e)}$
MIQDORINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: qo'shaloq superfosfat tarkibidagi $P_2O_{5(umum)}$, $P_2O_{5(o'zl)}$, $P_2O_{5(s.e)}$ miqdorini aniqlashni o'rganish

Qo'shaloq superfosfatdagi umumiy P_2O_5 miqdorini aniqlash

Qo'shaloq superfosfatdagi umumiy P_2O_5 miqdorini aniqlash uchun analizning gravimetrik tugallanadigan sitratli usuli yoki analizning fotokolorimetrik tugallanadigan sitratli usuli bo'yicha amalga oshiriladi.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Qo'shaloq superfosfat
2. 20 %li xlorid kislota eritmasi
3. 0,1n NaOH eritmasi
4. 2, 5, 10 va 25% li ammiak eritmalari
5. Peterman eritmasi
6. Ishqoriy magnezal aralashma eritmasi
7. Fenolftaleinning 1% li spirtidagi eritmasi.
8. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
9. Texnik va analitik tarozilar
10. Shisha silindr
11. Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
12. Eksikator
13. Chinni tigel
14. Quritish shkafi

Ammoniy sitratning 50% li eritmasini tayyorlash. 500 g limon kislotasi (k.t.) 600 ml 25% li ammiak eritmasida eritiladi. Hosil qilingan eritma metil qizili bo'yicha neytral bo'lishi kerak. Eritma suv bilan 1 l gacha suyultiriladi, aralashtiriladi va filtrlanadi.

Ishqoriy magnezial aralashmani tayyorlash. 70 g ammoniy xlorid (k.t.) va 55 g olti suvli magniy xlorid kristallogidрати (k.t.) 200-250 ml 10% li ammiak eritmasida eritiladi va suv bilan 1 l gacha suyultiriladi; eritma aralashtiriladi va bir sutka tinch qoldiriladi va shundan so'ng filtrlanadi.

Ishning bajarilishi. Qo'shaloq superfosfat mayda kukun holatigacha maydalanadi va undan 0,0002 g aniqlikda 2,5 g namuna olinadi. Namunani 250-300 ml sig'imli stakanga o'tkaziladi, xlorid kislotaning 20% li eritmasidan 50 ml quyiladi, stakan ustiga soat oynasi yopiladi va 30 minut qaynatiladi. Eritma sovitilgandan so'ng soat oynasining qabariq qismi stakanga yuviladi va stakandagi eritma 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga o'tkaziladi. O'lchov kolbasining belgisigacha suv bilan suyultiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Kolbadagi eritma quruq konussimon kolbaga ko'k lentali filtr qog'ozi orqali filtrlanadi. Filtratning birinchi porsiyasi tashlab yuboriladi, qolgan qismi kolbaga yig'iladi. Filtratda umumiy P_2O_5 va CaO larni aniqlashda foydalaniladi. O'lchovli pipetkada 25 ml filtrat ajratib olinadi, uni 200-250 ml sig'imli stakanga quyiladi, unga 10-15 ml 50% li ammoniy sitrat eritmasi yoki 25-40 ml Peterman eritmasi qo'shiladi va ammiak eritmasi bilan fenolftalein indikatorini bo'yicha neytrallanadi. Sekinlik bilan, chinni tayyoqcha bilan muntazam aralashtirib turilgan holda 30-35 ml ishqoriy magnezial aralashma qo'shiladi, so'ngra 20 ml 25% li ammiak eritmasi quyiladi va aralashtirishni 30 minutgacha davom ettiriladi yoki 4 soatdan kam yoki 18 soatdan ko'p bo'lmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan so'ng eritma filtrlanadi, stakan ammiakning 2,5% li eritmasi bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan o'tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo'lgan kulsizlantirilgan ko'k lentali filtr ishlatiladi. Filtrda qolgan cho'kma 2,5% li ammiak eritmasi bilan 3-4 marta yuviladi, bunda yuvish jarayoni yuvishga ketgan suvning umumiy hajmi 100-125 ml ga etguncha davom ettiriladi. Filtr cho'kmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga o'tkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C haroratda filtr to'la yonib ketguncha kuydiriladi, so'ngra oq cho'kma qolguncha 1000-1050°C haroratda kuydirish davom ettiriladi. So'ngra tigel cho'kmasi bilan birgalikda eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. P_2O_5 miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\varpi_{P_2O_5} = \frac{m_1 \cdot 0,638 \cdot 250}{m_2 \cdot 25} \cdot 100, \%$$

bu yerda:

m_1 – $Mg_2P_2O_7$ cho'kmasining massasi, g;

m_2 – boshlang'ich fosforitning massasi, g;

0,638 – 1 g $Mg_2P_2O_7$ ga to'g'ri keladigan P_2O_5 massasi, g.

Qo'shaloq superfosfatdagi o'zlashadigan P_2O_5 miqdorini aniqlash

Qo'shaloq superfosfatdagi o'zlashadigan P_2O_5 miqdorini aniqlash uchun analizning gravimetrik tugallanadigan sitratli usuli yoki analizning fotokolorimetrik tugallanadigan sitratli usuli bo'yicha amalga oshiriladi.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Qo'shaloq superfosfat
2. 20 %li xlorid kislota eritmasi
3. 0,1n NaOH eritmasi
4. 2, 5, 10 va 25% li ammiak eritmalari
5. Peterman eritmasi
6. Ishqoriy magnezal aralashma eritmasi
7. Fenolftaleinning 1% li spirtidagi eritmasi.
8. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
9. Texnik va analitik tarozilar
10. Shisha silindr
11. Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
12. Eksikator
13. Chinni tigel
14. Quritish shkafi

Ammoniy sitratning 50% li eritmasini tayyorlash. 500 g limon kislotasi (k.t.) 600 ml 25% li ammiak eritmasida eritiladi. Hosil qilingan eritma metil qizili bo'yicha neytral bo'lishi kerak. Eritma suv bilan 1 l gacha suyultiriladi, aralashtiriladi va filtrlanadi.

Ishqoriy magnezial aralashmani tayyorlash. 70 g ammoniy xlorid (k.t.) va 55 g olti suvli magniy xlorid kristallogidрати (k.t.) 200-250 ml 10% li ammiak eritmasida eritiladi va suv bilan 1 l gacha suyultiriladi; eritma aralashtiriladi va bir sutka tinch qoldiriladi va shundan so'ng filtrlanadi.

Ishning bajaralishi. 0,0002 g aniqlikda tortilgan 2,5 g atrofidagi superfosfat namunasi 6-10 sm diametrli chinni xovonchaga solinadi, yirik donachalari chinni dasta bilan ezg'ılanadi, 25 ml suv qo'shiladi va yana ezg'ılanadi. Suyuqlik tinguncha tinch qoldiriladi va cho'kmani loyqalatmagan holda suyuqlikni 11-13 mm diametrli filtr (oq lentali) o'rnatilgan voronkaga quyiladi. Filtratni oldindan 20-25 ml 10% li xlorid kislotasi quyilgan 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga yig'iladi. Chinni xovonchada qolgan cho'kmani yana 3 marta, har birida 20-25 ml suv ishlatilgan holda qayta ishlanadi va har birida xovonchadagi cho'kmani ezg'ılanadi. Shundan so'ng xovonchadagi cho'kma filtrga o'tkaziladi va uni suv bilan yuviladi. Cho'kmani suv bilan yuvish jarayoni yig'gich o'lchov kolbasidagi eritma hajmi 200-230 ml ga etguncha davom ettiriladi va o'lchov belgisigacha suv qo'yiladi(1-eritma).

Filtr cho'kmasi bilan birgalikda boshqa 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga solinadi, 100 ml Peterman eritmasi quyiladi, filtr tolalarga ajralguncha chayqatiladi va $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ xaroratga to'g'rilangan suvli termostatga joylashtiriladi. 15 minutdan so'ng kolba chayqatiladi va yana 15 minut termostatda saqlanadi. Shundan so'ng termostatdan olinib, xona xaroratigacha sovutiladi. Kolbadagi eritma kolba

o'lovigacha suyultiriladi, yaxshilab aralashtiriladi va filtratning birinchi qismini tashlab yuborgan holda quruq filtr orqali filtrlanadi (2-eritma).

Eritma 1 va 2 lardan teng hajmda olinadi va gravimetrik usul bilan P_2O_5 aniqlanadi.

O'lovli pipetkada 25 ml (1 va 2 eritmalaridan) filtrat ajratib olinadi, uni 200-250 ml sig'imli stakanga quyiladi, unga 10-15 ml 50% li ammoniy sitrat eritmasi yoki 25-40 ml Peterman eritmasi qo'shiladi va ammiak eritmasi bilan fenolftalein indikatorini bo'yicha neytrallanadi. Sekinlik bilan, chinni tayoqcha bilan muntazam aralashtirib turilgan holda 30-35 ml ishqoriy magnezial aralashma qo'shiladi, so'ngra 20 ml 25% li ammiak eritmasi quyiladi va aralashtirishni 30 minutgacha davom ettiriladi yoki 4 soatdan kam yoki 18 soatdan ko'p bo'lmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan so'ng eritma filtrlanadi, stakan ammiakning 2,5% li eritmasi bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan o'tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo'lgan kulsizlantirilgan ko'k lentali filtr ishlatiladi. Filtrda qolgan cho'kma 2,5% li ammiak eritmasi bilan 3-4 marta yuviladi, bunda yuvish jarayoni yuvishga ketgan suvning umumiy hajmi 100-125 ml ga etguncha davom ettiriladi. Filtr cho'kmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga o'tkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C haroratda filtr to'la yonib ketguncha kuydiriladi, so'ngra oq cho'kma qolguncha 1000-1050°C haroratda kuydirish davom ettiriladi. So'ngra tigel cho'kmasi bilan birgalikda eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. O'zlashadigan P_2O_5 miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\varpi_{P_2O_5} = \frac{m_1 \cdot 0,638 \cdot 250}{m_2 \cdot 25} \cdot 100, \%$$

bu yerda:

m_1 – $Mg_2P_2O_7$ cho'kmasining massasi, g;

m_2 – boshlang'ich fosforitning massasi, g;

0,638 – 1 g $Mg_2P_2O_7$ ga to'g'ri keladigan P_2O_5 massasi, g.

Qo'shaloq superfosfatdagi suvda eruvchan P_2O_5 miqdorini aniqlash

Qo'shaloq superfosfatdagi suvda eruvchan P_2O_5 miqdorini aniqlash uchun analizning gravimetrik tugallanadigan sitratli usuli yoki analizning fotokolorimetrik tugallanadigan sitratli usuli bo'yicha amalga oshiriladi.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Ammafos
2. 20 %li xlorid kislota eritmasi
3. 0,1n NaOH eritmasi
4. 2, 5, 10 va 25% li ammiak eritmaları

5. Peterman eritmasi
6. Ishqoriy magnezal aralashma eritmasi
7. Fenolftaleinning 1% li spirtidagi eritmasi.
8. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirtidagi eritmasi
9. Texnik va analitik tarozilar
10. Shisha silindr
11. Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
12. Eksikator
13. Chinni tigel
14. Quritish shkafi

Ammoniy sitratning 50% li eritmasini tayyorlash. 500 g limon kislotasi (k.t.) 600 ml 25% li ammiak eritmasida eritiladi. Hosil qilingan eritma metil qizili bo'yicha neytral bo'lishi kerak. Eritma suv bilan 1 l gacha suyultiriladi, aralashtiriladi va filtrlanadi.

Ishqoriy magnezial aralashmani tayyorlash. 70 g ammoniy xlorid (k.t.) va 55 g olti suvli magniy xlorid kristallogidрати (k.t.) 200-250 ml 10% li ammiak eritmasida eritiladi va suv bilan 1 l gacha suyultiriladi; eritma aralashtiriladi va bir sutka tinch qoldiriladi va shundan so'ng filtrlanadi.

Ishning bajaralishi. 0,0002 g aniqlikda tortilgan 1 g atrofidagi qo'shaloq superfosfat namunasi 6-10 sm diametrli chinni xovonchaga solinadi, yirik donachalari chinni dasta bilan ezg'ılanadi, 25 ml suv qo'shiladi va yana ezg'ılanadi. Suyuqlik tinguncha tinch qoldiriladi va cho'kmani loyqalatmagan holda suyuqlikni 11-13 mm diametrli filtr (oq lentali) o'rnatilgan voronkaga quyiladi. Filtratni oldindan 20-25 ml 10% li xlorid kislotasi quyilgan 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga yig'iladi. Chinni xovonchada qolgan cho'kmani yana 3 marta, har birida 20-25 ml suv ishlatilgan holda qayta ishlanadi va har birida xovonchadagi cho'kmani ezg'ılanadi. Shundan so'ng xovonchadagi cho'kma filtrga o'tkaziladi va uni suv bilan yuviladi. Cho'kmani suv bilan yuvish jarayoni yig'gich o'lchov kolbasidagi eritma hajmi 200-230 ml ga etguncha davom ettiriladi va o'lchov belgisigacha suv qo'yiladi.

O'lchovli pipetkada 50 ml filtrat ajratib olinadi, uni 200-250 ml sig'imli stakanga quyiladi, unga 10-15 ml 50% li ammoniy sitrat eritmasi yoki 25-40 ml Peterman eritmasi qo'shiladi va ammiak eritmasi bilan fenolftalein indikatorini bo'yicha neytrallanadi. Sekinlik bilan, chinni tayoqcha bilan muntazam aralashtirib turilgan holda 30-35 ml ishqoriy magnezial aralashma qo'shiladi, so'ngra 20 ml 25% li ammiak eritmasi quyiladi va aralashtirishni 30 minutgacha davom ettiriladi yoki 4 soatdan kam yoki 18 soatdan ko'p bo'lmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan so'ng eritma filtrlanadi, stakan ammiakning 2,5% li eritmasi bilan yuviladi va bu yuvindi ham filtrdan o'tkaziladi. Filtrlash jarayonida diametri 9-10 sm bo'lgan

kulsizlantirilgan ko‘k lentali filtr ishlatiladi. Filtrda qolgan cho‘kma 2,5% li ammiak eritmasi bilan 3-4 marta yuviladi, bunda yuvish jarayoni yuvishga ketgan suvning umumiy hajmi 100-125 ml ga etguncha davom ettiriladi. Filtr cho‘kmasi bilan birgalikda oldindan kuydirilgan va tortilgan tigelga o‘tkaziladi. Tigeldagi massa quritiladi, 700-800°C xaroratda filtr to‘la yonib ketguncha kuydiriladi, so‘ngra oq cho‘kma qolguncha 1000-1050°C xaroratda kuydirish davom ettiriladi. So‘ngra tigel cho‘kmasi bilan birgalikda eksikatora sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. P_2O_5 miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\omega_{P_2O_5} = \frac{m_1 \cdot 0,638 \cdot 250}{m_2 \cdot 50} \cdot 100, \%$$

bu yerda:

m_1 – $Mg_2P_2O_7$ cho‘kmasining massasi, g;

m_2 – boshlang‘ich ammafosning massasi, g;

0,638 – 1 g $Mg_2P_2O_7$ ga to‘g‘ri keladigan P_2O_5 massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 13

KALIYLI O‘G‘ITLAR TARKIBIDAGI KALIY MIQDORINI ANIQLASH

KALIY XLORIDDAGI KOMPONENTLAR TAHLILI

Namlikni aniqlash

Kaliy xloriddagi gigroskopik namlik miqdorini belgilangan sharoitda quritilgandan so‘ng massaning kamayishi orqali aniqlanadi.

Ishning maqsadi: gigroskopik namlik miqdorini aniqlash.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Diametri 45 mm li balandligi 30 mm bo‘lgan byuks
2. Quritish shkafi
3. Texnik va analitik tarozilar
4. Shisha silindr
5. Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi bilan
6. Eksikator
7. Chinni tigel
8. Kaliy xlorid tuzi

Ishning bajaralishi: 5 g atrofidagi kaliy xlorid oldindan quritilgan va tortilgan byuksga joylanadi, byuksning qopqog‘i berkitiladi va 0,0001 g aniqlikda tortiladi. Namuna byuksning qopqog‘i ochib qo‘yilgan holatda 100°C haroratdagi quritish

shkafiga joylashtiriladi, massa o'zgarmay qolguncha qizdiriladi, so'ngra ostida kalsiy xlorid yoki silikagel quritgichi bo'lgan eksikatorda byuksning qopqog'i yopib qo'yilgan holatda sovutiladi va sovigach esa tortiladi.

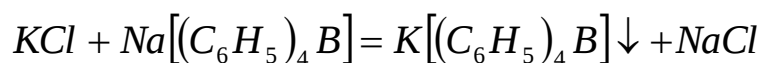
Hisoblash. Namlik miqdori massa ulush (%) hisobida quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g; m – boshlang'ich tortib olingan kaliy xlorid massasi, g.

Kaliy xlorid tarkibidagi kaliy miqdorini aniqlash

Tetrafenilborat usuli: bu usulda kaliy sirka kislotali muhitda erimaydigan kaliytetrafenil borat ko'rinishida cho'kmaga tushiriladi.



va hosil bo'lgan cho'kma tortiladi.

Ishning maqsadi: kaliy xlorid tarkibidagi kaliy miqdorini cho'ktirish usuli bilan aniqlash.

Kerakli jihoz va reaktivlar:

1. Kaliy xlorid tuzi
2. 0,5% li $AlCl_3$ eritmasi
3. 1 va 10% li CH_3COOH eritmalari
4. Yuvish eritmasi
5. Metil qizilining 0,1% li spirtidagi eritmasi
6. Natriy tetrafenil boratning 3,5%li yoki 0,1M eritmalari
7. Distillangan suv
8. Texnik va analitik tarozilar
9. Shisha silindr
10. 250 ml va 1 l li o'lchov kolbalari
11. Filtr qog'ozi
12. Voronka
13. Kimyoviy stakanlar
14. O'lchov pipetkalari
15. Kuydirish pechi
16. Qizdirish pechi
17. Eksikator (kalsiy xloridli yoki silikagelli)

Natriy tetrafenil boratning 0,1 m eritmasini tayyorlash: natriy tetrafenil borat tuzidan 35 g olib 500 ml distillangan suvda eritamiz. Eritmaga erimaydigan qoldiqni koagulyatsiya uchun 5 ml 0,5% li AlCl_3 eritmasidan quyiladi. Eritma 12 soat qoldiriladi va ko‘k lentali filtr bilan hajmi 1 l bo‘lgan o‘lchov kolbasiga o‘tkaziladi va kolbaning belgisigacha suv bilan to‘ldiriladi.

Yuvish eritmasini tayyorlash: Sirka kilotasini 1% li 100 ml eritmasi va 3-4 ml 3,5% li natriy tetrafenil borat eritmasi bilan aralashtiriladi.

Ishning bajaralishi: 5 g KCl tuzi uchun analitik tarozida tortiladi va stakanga solinadi. Ustiga 150 ml distillangan suv quyiladi va qaynaguncha qizdiriladi. Eritma hajmi 500 ml bo‘lgan o‘lchov kolbasiga filtrlanadi, cho‘kmani xlor ionidan toza bo‘lguncha yuvish orqali kolba o‘lchov belgisigacha etkaziladi.

Hosil bo‘lgan eritmada 250 ml li o‘lchov kolbasiga 25 ml eritma pipetka orqali o‘tkaziladi va o‘lchov kolbasini belgisigacha distillangan suv bilan etkaziladi. Eritmadan 50 ml eritma namunasi pipetka orqali olinadi, 100 ml li stakanga quyiladi va yana stakanga 30 ml suv quyiladi. 1-2 tomchi metil qizil indikatoridan qo‘shiladi, xamda 10% li sirka kilota eritmasi bilan pushti rangga kurguncha neytrallanadi. Eritma suv xammomida 40°C gacha qizdiriladi. Aralashtirilib turilgan xolda asta sekin tomchilatib 10 ml natriy tetrafenil borat eritmasidan qo‘shiladi. Hosil bo‘lgan cho‘kmali eritmani 5 minut tindirilgandan so‘ng xona xaroratigacha sovuq suv bilan sovutiladi va oldindan tortib olingan quruq g‘ovak tigel orkali filtrlanadi. Cho‘kma 3-4 ml yuvish eritma bilan yuviladi. So‘ngra 3 marta sovuq suv bilan (5 ml dan) yuviladi va doimiy og‘irligi kelguncha 120°C xaroratda quritish shkafida quritiladi. Cho‘kmali tigel eksikatorida sovutiladi va tortiladi.

Hisoblash. Kaliy xlorid tarkibidagi kaliy miqdorini massa ulushi (%)da quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\omega_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{m_1 \cdot 0,1314 \cdot 250 \cdot 500 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 25 \cdot 50(100 - \omega)} \%$$

bu yerda:

m_1 - kaliy tetrafenil borat cho‘kmasining og‘irligi, g;

m – namunaning og‘irligi, g;

ω - namunadagi namlikni miqdori, %;

0,1314 - 1 g kaliy tetrafenil boratga to‘g‘ri keluvchi K_2O ning massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 14 KALSINIRLANGAN SODA TARKIBIDAGI QO'SHIMCHALARNI ANIQLASH

Sanoatda «soda» nomi bilan turli xildagi kimyoviy moddalar: kalsinirlangan soda yoki natriy karbonat Na_2CO_3 (to'kma zichligi $0,5 \text{ t/m}^3$); shuningdek og'ir soda deb ataladigan Na_2CO_3 (to'kma zichligi $0,9-1,2 \text{ t/m}^3$); natriy gidrokarbonat NaHCO_3 ; kristall soda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; kaustik soda yoki o'yuvchi natriy NaOH ishlab chiqariladi.

Kalsinirlangan sodadan o'yuvchi natriy, natriy bikarbonat kabilar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalaniladi. Kalsinirlangan soda A va B navlarda ishlab chiqariladi va barcha turdagi shisha ishlab chiqarishda, shu jumladan billur, optik va medistina oynasi, shisha bloklari, eriydigan natriy silikat, sopol plitka, qora va rangli metallurgiyada: qo'rg'oshin, rux, volfram, stronstiy, xrom ishlab chiqarishda, cho'yanni oltingugurtsizlantirish va fosforsizlantirishda, chiqindi gazlarini tozalashda, chiqindi eritmalarni neytrallashtirishda ishlatiladi.

Kalsinirlangan soda elektrovakuum shisha ishlab chiqarishda, kimyo sanoatida sintetik yuvuvchi vositalar va moy kislotalari ishlab chiqarishda, eritmalarni tozalashda, fosforli, xromli, bariyli natriyli tuzlar ishlab chiqarishda karbonatli xomashyo sifatida, glisterin, allil spirt, stellyuloza-qog'oz ishlab chiqarishda, lak-bo'yoq va neft sanoatlarida ishlatiladi.

Natriy bikarbonat oziq-ovqat, qandolatchilik va kimyo-farmastsevtika sanoatlarida, medistinada, o't o'chirish moslamalarida, sun'iy mineral suvlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kristall soda turmushda keng qo'llanilsa, og'ir sodadan metallurgiya, shisha va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

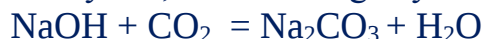
Kalsinirlangan soda – oq kukun kristall modda bo'lib, zichligi $2,53 \text{ g/sm}^3$, 854°S da suyuqlanadi. Soda havodagi karbonat angidrid va suv bug'ini biriktirib olib qisman natriy gidrokarbonatga aylanadi. Natriy karbonat suv bilan bir qator birikmalar: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hosil qiladi. Soda suvda yaxshi eriydi, uning eruvchanligi harorat oshishi bilan ortadi (0 va 100°C haroratda 100 g suvda tegishli 6,8 va 44 g eriydi). Soda suvdagi eritmasida kuchli ishqoriy xossani namoyon etadi.

Natriy karbonat ayrim tabiiy suvlar tarkibida bo'ladi, masalan tronlar deb ataluvchi $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tarkibiga kiradi, shuningdek qattiq cho'kindi $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (natron) tarzida uchraydi.

NaOH va NaCO₃ lar birgalikda ishtirok etganda ularni aniqlash

Reaktivlar: HCl ning 0,1 M eritmasi; nazorat eritma; 0,1% li fenolftalein eritmasi; metiloranj eritmasi.

Ishqorlar havodan CO₂ ni yutib, karbonatlarga aylanadi:



Shuning uchun o'yuvchi natriy eritmasida ko'pincha Na₂CO₃ qo'shimchasi bo'ladi. Nazorat eritmadagi NaOH va Na₂CO₃ miqdorini aniqlash kerak. Bunday eritmani HCl bilan titrlash ketma-ket amalga oshuvchi ikki bosqichda o'tkaziladi.



Birinchi bosqich pH = 8,31 bo'lganda tugaydi, bunda fenolftalein o'z rangini o'zgartiradi, ikkinchi bosqich esa pH = 3,84 bo'lganda, ya'ni metiloranjning rangi o'zgarishi sohasida tugaydi. Fenolftalein ishtirokida nazorat eritmadagi ishqorning hammasi, natriy karbonatning yarmi titrlanadi. Natriy karbonatning qolgan yarmi metiloranj ishtirokida titrlanadi. Tekshirilayotgan eritmadan titrlash kolbasiga pipetka bilan o'lchab 20,00 ml solinadi, 1-2 tomchi fenolftalein qo'shib bir tomchidan pushti rang yo'qolguncha HCl eritmasi bilan titrlanadi. Titrlashga sarf bo'lgan HCl hajmi (V₁) yozib olinadi.

Titrlangan eritmaga 1-2 tomchi metiloranj qo'shib, (bunda eritma sariq tusga kiradi) titrlashni HCl bilan oxirgi bir tomchi HCl dan o'chmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Titrlashga sarflangan HCl hajmi yozib olinadi (V₂). Titrlash yana ikki marta takrorlanadi va o'xshash natijalardan o'rta arifmetik qiymat olinadi. Tajriba natijalarini jadvalga ko'rsating.

Titrlash	V (eritma) ml	V ₁ (HCl) ml	V ₂ (HCl) ml	C (HCl) mol/l	C (NaOH) mol/l	C 1/2 Na ₂ CO ₃ mol/l	m NaOH g	m (Na ₂ CO ₃), g
1.	20,00			0,1	/	/	/	/
2.	20,00			0,1				
3.	20,00			0,1				
		$\bar{V}_1 =$	$\bar{V}_2 =$					

Hisoblashlarni quyidagi tartibda bajaring.

1. Fenolftalein ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_1 = 23,20 \text{ ml}$$

2. Metiloranj ishtirokida titrlanganda sarflangan HCl ning o'rtacha hajmi:

$$\bar{V}_2 = 24,60 \text{ ml}$$

3. Na_2CO_3 ning yarmini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$\Delta \bar{V} = \bar{V}_2 - \bar{V}_1 = 24,60 - 23,20 = 1,40 \text{ ml}$$

4. Na_2CO_3 ning hammasini titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi:

$$2 \Delta \bar{V} = 2 \cdot 1,40 = 2,80 \text{ ml}$$

5. NaOH ni titrlash uchun sarflangan HCl ning hajmi: $24,60 - 2,80 = 21,80 \text{ ml}$

6. Eritmaning Na_2CO_3 ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasini hisoblaymiz:

$$\text{1-usul: } C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot 2\Delta \bar{V}(\text{HCl})}{V(\text{eritma})} = \frac{0,1 \cdot 2,80}{20,00} = 0,014 \text{ mol/l}$$

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000} = \frac{0,014 \cdot 53,0}{1000} = 0,000742 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma}) = 0,000742 \cdot 20,00 = 0,01484 \text{ g}$$

2- usul:

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{eritma})}{1000} = \\ &= \frac{0,014 \cdot 53,0 \cdot 20,00}{1000} = 0,01484 \text{ g} \end{aligned}$$

3- usul:

eritmadagi Na_2CO_3 ning massasi to'g'ridan-to'g'ri quyidagicha topiladi

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2 \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot C(\text{HCl})}{1000} = \frac{2,80 \cdot 53,0 \cdot 0,1}{1000} = 0,01484 \text{ g}$$

7. Eritmaning NaOH ga nisbatan ekvivalent molyar konsentratsiyasi va massasi ham shu tartibda topiladi:

$$\text{1-usul: } C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$$

$$T((\text{NaOH})) = \frac{C((\text{NaOH})) \cdot M((\text{NaOH}))}{1000}; \text{ g/ml}$$

$$m(\text{NaOH}) = T(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma}); \text{ g}$$

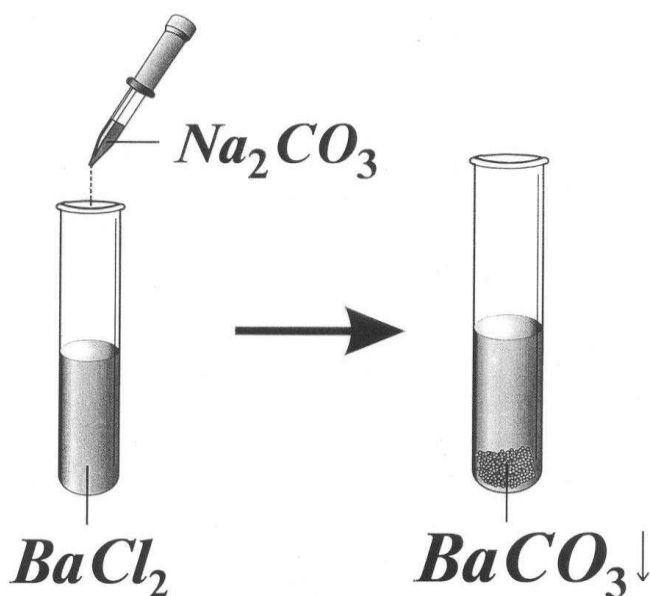
2-usul:
$$C(\text{NaOH}) = \frac{\Delta \bar{V}(\text{HCl}) \cdot C(\text{HCl})}{V(\text{eritma})}; \text{ mol/l}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{eritma})}{1000}; \text{ g}$$

3-usul:
$$m(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot \Delta \bar{V}(\text{HCl})}{1000}; \text{ g}$$

Karbonat ioniga xos sifat reaksiya

1. Probirkaga bariy xlorid eritmasidan 2 ml quying.
2. Natriy karbonat eritmasidan 1 ml quying.



Bu holda nima kuzatiladi?
 Reaksiya tenglamasini yozing.
 Qanday choʻkma hosil boʻladi?

LABORATORIYA ISHI № 15 KALSINIRLANGAN SODA TARKIBIDAGI KOMPONENTLAR TAHLILI

Soda olishning asosiy bosqichlari

Ishning bajarilishi

Ammiakli usul bilan kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarish texnologik bosqichlari quyidagilardan iborat:



Ushbu reaksiya 2 ta pog'onada o'tkaziladi. Birinchi pog'onada absorbsiya va ikkinchi pog'onada karbonizatsiya jarayonlari o'tkaziladi. Karbonizatsiya jarayonida cho'kmaga tushgan NaHCO_3 filtrlash usuli bilan ammoniy xlorid tuzidan ajratib olinadi va kalsinatsiyalangan soda olish uchun kalsinatsiya bo'limiga yuboriladi:



Parchalash harorati $160-180^\circ\text{C}$ tashkil qiladi. Hosil bo'lgan uglerod oksid gazi karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi va bu yerda asosiy jarayonlardan tashqari bir nechta yordamchi jarayonlar o'tkaziladi. Hosil bo'lgan NH_4Cl dan esa ammiak regeneratsiya etilib, absorbsiya bo'limiga yuboriladi:



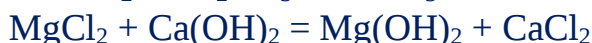
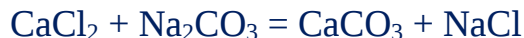
CaCl_2 chiqindi sifatida maxsus yig'indilarda saqlanadi. Kalsiy gidrooksid olish uchun zarur bo'lgan CaO karbonat xomashyosidan olinadi (bo'r, ohaktosh va boshqalar).



Karbonat angidrid gazi karbonizatsiya bo'limiga yuboriladi, CaO dan esa kalsiy gidrooksidi olinadi.



Barcha soda zavodlarida NaCl suvli eritmasi Na_2CO_3 va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yordamida Ca va Mg ionlaridan tozalanadi.



CaCO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ chiqindi sifatida saqlagichlarga tashlanadi, tozalangan NaCl eritmasi absorbsiya bo'limiga yuboriladi.

Namokobni turli qo'shimchalardan tozalash

Ishning bajarilishi

Birlamchi namokobning tarkibida kalsiy va magniy tuzlari mavjud. Agarda ulardan namokob tozalanmasa, cho'kmaga quyidagi yaxshi erimaydigan birikmalar tushishi mumkin: CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaCl , Na_2CO_3 , MgCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Bu birikmalar qurilma trubalarida to'planadi va tayyor mahsulotning sifatini

pasaytiradi. Namokobni kalsiy tuzlaridan tozalash uchun soda qo'llaniladi, magniy tuzlari uchun kalsiy gidroksid ishlatiladi. Tozalashning yuqori darajasini ta'minlash uchun berilayotgan reagentlarning miqdori juda ham oz ortiqchalikda bo'lishi kerak. Shuning uchun reagentlarning miqdori aniq bo'lishi lozim. SO_4^{4-} ionlari namokobda natriy sulfat tuzi holda qoladi.



Sulfat ionlari distillash jarayonida jarayonlar normal o'tish uchun xalaqit beradi, chunki kalsiy sulfat tuzi cho'kma hosil qilish mumkin. Hozirgi kunda sulfat ionlaridan tozalashning samaradorli usullari topilmagan. Namokob tozalash jarayonida cho'kishning yuqori tezligiga erishish uchun kalsiy ionlarning miqdori magniy ionlariga nisbatan 3-9 marta ko'p bo'lishi kerak. Buning natijasida cho'kmaning zichligi oshishi hisobiga cho'kayotgan shlamning yo'qolishlari ham kamayadi. Tozalash jarayonida harorat oshirilsa, ion almashinish va degidratatsiya jarayonlari tezlashadi, induksiya davrining vaqtini kamaytiradi. Harorat oshishi bilan namokobning yopishqoqligi kamayadi, suspenziyaning cho'kish jarayoni normal holatda ketmasligi mumkin. Bundan tashqari keyingi ammiak absorbsiya jarayoni uchun harorat yuqori bo'lishi kerak emas. Shuning uchun tozalash jarayonida 12–20°C harorat qo'llaniladi. Namokobda magniy ionlari qancha ko'p bo'lsa, 20°C harorat qo'llaniladi, magniy ionlar kamligida 12°C harorat qo'llaniladi. Namokobni tozalash deganda uning tarkibidan qo'shimchalarni yo'qotish tushuniladi. Qayta ishlashga keladigan tuzli namokobda oz miqdordagi mexanik aralashmalar (qum), kalsiy va magniy tuzlari bo'ladi. Namokob tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlari ammiak va karbonat angidrid ta'sirida erimaydigan birikmalar: kalsiy karbonat va magniy gidroksidga aylantirilishi mumkin. Sodaning bunday qo'shimchalar bilan ifloslanishining oldini olish va soda ishlab chiqarish jihozlanishini murakkablashtirmaslik maqsadida namokob oldindan qo'shimchalardan tozalanishi lozim. Namokob mexanik qo'shimchalar hamda kalsiy va magniy tuzlaridan yaxshilab tozalanadi. Mexanik qo'shimchalar tindirish yo'li bilan ajratiladi. Yangi cho'ktirilgan kristallar suspenziyaga kiritilgan holda shlam cho'kishining tezligi oshadi va induksiya davri qisqaradi. Kiritilgan qattiq fazaning yuzali energiyasi CaCO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ larning 10 yangi miqdorlarini cho'kishiga yordam beradi. Ma'lum miqdordagi kiritilgan kristallar cho'kish tezligini oshiradi. Shu miqdordan oshib ketsa, normal cho'kish bo'lmaydi. Amalda kristallar sifatida cho'ktirgichdagi cho'kma qo'llanilishi mumkin. Shu maqsadda cho'ktirgichga suspenziya tozalangan namokob va cho'kayotgan shlamlarning chegarasidan past qismiga beriladi. Uzluksiz, jarayon sharoitida shlam cho'ktirgichning tubidan chiqariladi, tozalangan namokob esa cho'ktirgichning tepa qismidan olinadi. Shunday qilib, kiritilayotgan suspenziya cho'kma qatlamidan (filtrlanmaydigan qatlam) o'tadi. Cho'kma qatлами kristall rolini bajaradi. Cho'kma qatlamining qalinligi haroratga bog'liq va tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Soda eritmasi aralashtirgichga kelib tushadi. Kalsiy gidroksid ham unga

ajratilgan aralashtirgichga beriladi. Soda eritmasi va tozalangan namokob bakda aralashtiriladi. Soda eritmasi va kalsiy gidrooksid aralashtirgichlari orasidagi ishqorlagichda reaksiya o'tkaziladi. Ishqorlangan soda eritmasi bak orqali aralashtirgichga beriladi. Bu yerga tozalangan namokob ham beriladi. Aralashma aralashtirgichdan reaktorga o'tkaziladi. Reaktorda CaCO_3 va Mg(OH)_2 larning kristallanishi amalga oshiriladi.

III. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

Magistr mustaqil ishini tashkil etishda muayyan fan (kurs)ning xususiyatlarini, shuningdek, har bir magistrning akademik o'zlashtirish darajasi va qobiliyatini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- O'zbekiston Resublikasi qonunlari, Prezident qarorlari va farmonlari hamda boshqa me'yoriy hujjatlarini o'rganish va konspektlashtirish;
- fanning ayrim mavzularini yangi o'quv adabiyotlari yordamida mustaqil o'zlashtirish, o'quv manbalari bilan ishlash;
- belgilangan mavzu bo'yicha axborot(mustaqil ish) tayyorlash;
- ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik ko'rish;
- testlar yechish;
- munozarali savollar va topshiriqlarga tayyorgarlik ko'rish;
- ko'rgazmali vositalar tayyorlash;
- nazariy va amaliy ishlarini bajarish;
- magistrning shu yo'nalish bo'yicha to'garaklarda ishtirok etish;
- nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash;
- amaliyotdagi mavjud muammolarning yechimini topish (keys-stadi);
- belgilangan mavzular bo'yicha zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida taqdimot materiallari tayyorlash; (muammoli vaziyatlarni o'rganish, tahlil qilish va ishlab chiqish, simptom tuzish, klaster tuzish va boshqalar).
- "magistr-o'qituvchi-kutubxona" kunida fan bo'yicha yangi o'quv adabiyotlari sharhini o'qituvchi bilan hamkorlikda tayyorlash;
- axborot resurs markazida belgilangan mavzular bo'yicha nazariy, amaliy va statistik ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va muayyan tizimga solish;
- kutubxona, zamonaviy axborot texnologiyalar markazi imkoniyatlaridan foydalanilgan holda mustaqil o'qish jarayonlarida ishtirok etish;
- ilmiy seminarlarda ishtirok etish;
- kafedralar va fakultetlarning ilmiy hamda ilmiy-uslubiy ishlarida ishtirok etish va boshqalar.

Magistrning mustaqil ishi ta'lim va tarbiyaning shunday vazifalariga bo'ysundirilganki, butun o'quv jarayoni to'lagicha magistr tomonidan faol, ongli, puxta va tizimli ravishda fan asoslarini o'zlashtirish va ularda iqtisodiy dunyoqarashni shakllantirish imkonini beradi. Bu vazifalar ta'lim jarayoni va shaxsni shakllantirish qonuniyatlarini bilmasdan va foydalanmasdan turib hal qilinishi mumkin emas.

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Temir kolchedanini yoqishning nazariy asoslari.
2. Sulfat kislotasini rangli metallurgiya ishlab chiqarishining chiqindi gazlaridan olish.
3. Sulfat kislotasini Olmaliq «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi fosfogipsidan olish.
4. Sulfat kislota ishlab chiqarishda tumanni hosil bo'lish sabablari va undan chiqindi gazlarni tozalash.
5. Sulfat kislota ishlab chiqarish chiqindi gazlarini kislota-katalitik usuli bilan tozalash.
6. Tarkibida oltingugurt dioksidi bo'lgan chiqindi gazlarni sulfat-sodali usul bilan tozalash.
7. Sulfat kislota ishlab chiqarish xomashyolari
8. Sulfit angidrid gazining olinishi va kuyundi gazlarini changdan tozalash.

Konsentrlangan sulfit angidrid olish

9. Nitroza usulida sulfat kislota ishlab chiqarish
10. Sulfat kislota konsentrlash
11. Sulfat kislota ishlab chiqarishning istiqbolli yo'llari
12. Suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish
13. Konsentrlangan nitrat kislota ishlab chiqarish
14. Termik fosfat kislota ishlab chiqarish
15. Fosforitdan ekstraksiya fosfat kislota ishlab chiqarish
16. Fosfat kislota konsentrlash
17. Xlorid kislota ishlab chiqarish
18. Ftorid kislota ishlab chiqarish

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha magistrantlar tomonidan mustaqil ishlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi.

Mustaqil ta'lim bo'yicha mustaqil ishning maqsadi va vazifalari

Mustaqil ta'lim ushbu fanni o'rganishning eng asosiy bosqichi hisoblanib, magistrlardan uzoq muddat mehnat qilishni va jiddiy bilimni talab qiladi.

Mustaqil ishning maqsadi – tanlangan mavzu savollarini chuqur o'rganish, bozor iqtisodiyoti sharoitlarini hisobga olgan holda mineral o'g'itlar va tuzlar ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish, adabiyot va ko'rib chiqilgan materiallar ustida ishlash bo'yicha ko'nikmalar hosil qilish hamda o'rganilgan texnologik tahlillar natijalarini amaliy xulosa va takliflar darajasiga yetkazishdan iborat.

Mustaqil ishning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- ✓ o'rganilayotgan mavzuni texnologik rivojlanishini tahlil qilish usullari orqali mustahkamlash, nazariy bilimlarni kengaytirish;
- ✓ ushbu muammolar bo'yicha yangi texnologik tizimlarni o'rganish;
- ✓ kerakli adabiyotlarni tanlash, ko'nikmalarni egallash va to'plangan materiallar bilan ishlash;
- ✓ o'rganilayotgan mavzu bo'yicha fandan kurs ishi bajarish ko'nikmalarini shakllantirish;
- ✓ ilmiy ishlar bilan shug'ullanish ko'nikmalarini egallash, o'z fikrini to'g'ri va ketma-ketlikda bayon qilishni o'rganish va xokazo.

Mustaqil ishda o'rganilayotgan ob'ekt bo'yicha bozor munosabatlari sharoitida texnologik, tashkiliy va me'yoriy shart-sharoitlar har tomonlama yoritilgan bo'lishi kerak.

Mustaqil ishni bajarishda statistik usullar va texnologik tahlil qilishni bilish zarur hisoblanadi. Shuningdek, magistr statistik ma'lumot materiallarni va matematik usullar bilan ishlashni bilishni taqozo etadi.

Mustaqil ishni tayyorlash va bajarish tartibi

Mustaqil ishni tayyorlash mavzuni tanlashdan boshlanadi. Mustaqil ishning mavzusi kafedra tomonidan taqdim etilgan bo'lib, fan dasturida ko'rsatilgan hamma bo'limlarni o'z ichiga oladi.

Mustaqil ishni yozish, o'rganilayotgan ob'ekt bo'yicha qonunlarni, Prezident Farmonlari va Qarorlari, Vazirlar Mahkamasining Qarorlari hamda noorganik moddalar va mineral o'g'itlar texnologiyasi bo'yicha darslik va o'quv qo'llanmalaridan materiallar to'plash va o'rganishdan boshlanadi. Shuningdek, o'rganilayotgan savollar bo'yicha chet el adabiyotlaridan foydalanish tavsiya etiladi. Mustaqil ishning birorta savolini chet el tajribasiga bog'lash ishning nufuzini oshiradi.

Mavzu bo'yicha adabiyotlar magistrlar tomonidan tanlanadi. Shu bilan birga magistrlar o'rganilayotgan ob'ektning rivojlanish jarayoni va undagi o'zgarishlarni tahlil qilish uchun kerakli ma'lumotlarni yig'ishni, ularni tahlil qilishni hamda xulosa va takliflarni asoslashni bilishlari lozim.

Yig'ilgan materiallar, ma'lumotlar va adabiyotlarni o'rganib chiqish savollarni aniqlashga va uning asosida mustaqil ish rejasini tuzishga imkon beradi. Reja kafedra tomonidan belgilangan ilmiy rahbar tomonidan ko'rib chiqilishi va tasdiqlanishi lozim. Mustaqil ish rejasini 4-5 savoldan iborat bo'lib, mavzuning eng muhim holatini

yoritishi lozim. Mustaqil ishni bajarish jarayoni professor-o'qituvchi tomonidan muntazam nazorat ostida bo'lishi lozim.

Mustaqil ishning mazmuni

Mustaqil ishning mazmuni «Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fani bo'yicha taqdim etilgan biron-bir mavzuga mos kelishi lozim. Qo'yilgan savollar noorganik moddalar va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini o'z ichiga olishi kerak. Mustaqil ish mazmuni tanlab olingan mavzudan qat'iy nazar, quyidagilarni o'z ichiga olgan bo'lishi lozim:

- mustaqil ishning kirish qismida mavzuning dolzarbligi, maqsadi va vazifalari, ob'ekti va predmeti, mavzuning o'rganilganlik darajasi, amaliy ahamiyati, ilmiy yangiligi, nazariy va uslubiy asoslari, tarkibiy tuzilishi bayon etiladi.

- mustaqil ishning nazariy qismida o'rganilayotgan mavzu bo'yicha xomashyo materiallari va ularning tavsifi, mineral o'g'itlar va tuzlar olishning fizik-kimyoviy asoslari, mahsulot ishlab chiqarish usullari va texnologiyalari, mahsulotlar sifatiga qo'yiladigan talablar, mahsulotlarning ishlatilish sohalari nazariy jihatlarini yoritiladi;

- mustaqil ishning xulosa va takliflar qismida, magistr bajarilgan ishning natijalarini qisqacha bayon qilishi, ya'ni asosiy xolatni tavsiflashi va shu asosda xulosa va takliflarini bayon qilishi kerak.

- internetdan olingan ma'lumotlar mustaqil ishning ilova qismiga joylashtiriladi.

Shunday qilib, mustaqil ish tarkiban: kirish, mavzuning mohiyatini ifodalovchi 4-5 ta savol, xulosa va takliflar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat bo'lishi lozim.

Ishda kerakli ma'lumotlar asosida jadvallar va diagrammalar keltirilib, jarayonlarning texnologik sxemalari ko'rsatilishi zarur.

Mustaqil ishni rasmiylashtirish

Mustaqil ishni rasmiylashtirish ishlariga jiddiy e'tibor berish kerak. Uning tashqi ko'rinishi va rasmiylashtirish talablarini bajarish mustaqil ish sifatini baholashga kiradi.

Mustaqil ishning titul varog'i bo'lib, unda asosiy ma'lumotlar joylashtiriladi. Titul varog'i kompyuterda terilgan bo'lishi kerak. Titul varog'idan keyin mustaqil ishning rejasi betlari ko'rsatilgan holda joylashtiriladi. Ish qat'iy reja asosida yozilishi lozim, har bir savol ajratib ko'rsatilishi hamda yangi varoqda nomini ko'rsatilgan holda yozilishi kerak. Ishda beriladigan jadvallar, chizmalar, diagrammalar,

texnologik sxemalar qora qalamda chizilishi, raqamlar esa berilayotgan savol bilan bogʻlangan holda boʻlishi kerak. Hamma jadvallar, chizma, diagrammalar, grafik va texnologik sxemalarga (har biri alohida, oʻng tomondan) nomer qoʻyilishi, nomi hamda berilayotgan materiallarning manbasi koʻrsatilishi lozim. Mustaqil ish chiroyli va tushunarli qilib, A4 formatli qogʻozda yuqori qismidan 2,5 sm, pastki qismidan 2,5 sm, chap tomonidan 3 sm, oʻng tomonidan 1 sm joy qoldirib qoʻlyozma shaklida yoziladi va betlari raqamlanadi. Mustaqil ishda qisqartirib yozishga yoʻl qoʻyilmaydi. Boshqa mualliflarning fikrlari qoʻshtirnoq ichida manbasi koʻrsatilgan holda berilishi kerak. Havolalar (sitatalar) oʻsha varoqning pastki qismiga yoziladi.

Mustaqil ishning oxirida foydalanilgan adabiyotlar quyidagi tartibda beriladi:

1. Oʻzbekiston Respublikasi Qonunlari, Oʻzbekiston Respublikasi Prezidenti Farmonlari va Qarorlari, Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi Qarorlari, Oʻzbekiston Respublikasi Prezidenti asarlari
2. Darsliklar
3. Oʻquv qoʻllanmalar
4. Maʼlumotnoma adabiyotlari
5. Internet saytlari

Adabiyotlar roʻyxatida quyidagi talablarga amal qilinadi:

- kitoblar uchun: mualliflarning familiyasi, kitob nomi, nashr etilgan joyi, yili va nashriyoti;
- maqolalar uchun: muallifning familiyasi, jurnal yoki gazetaning nomi, chiqqan yili va soni, joyi, nashriyoti.

Talablarga javob bermagan mustaqil ish ilmiy rahbar tomonidan himoyaga qoʻyilmaydi va qayta ishlash uchun magistrga qaytarib beriladi. Magistr ilmiy rahbar tomonidan taqrizda koʻrsatib berilgan kamchiliklarni bartaraf etishi va ishni qayta taqrizga topshirishi lozim. Belgilangan muddatda kamchiliklarni bartaraf etmagan yoki qisman bartaraf etgan holatlarda mustaqil ish himoyaga tavsiya etilmaydi.

IV. GLOSSARIY

QISQACHA IZOHLI LUG‘AT (GLOSSARIY)

- Sulfat kislota yoki kuporos moyi** (H_2SO_4) – kimyo sanoatining asosiy mahsulotlaridan biri hisoblanadi hamda undan mineral o‘g‘itlar, turli xildagi mineral tuzlar va kislotalar, organik mahsulotlar va bo‘yoqlar ishlab chiqarishda, neftni qayta ishlash, metallurgiya, metallarni qayta ishlash, to‘qimachilik, charm va boshqa sanoatlarda, neytrallash jarayonida, metallarni tozalashda va boshqa bir qancha maqsadlarda, foydalaniladi.
- Oleum yoki tutovchi sulfat kislota** ($\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – sulfat angidridning sulfat kislota eritmasi bo‘lib, uni tarkibidagi erkin sulfat angidridning (100% H_2SO_4 dan yuqori) yoki SO_3 ning umumiy foiz miqdori bilan tavsiflanadi.
- Minorali kislota** – sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidridni oksidlash jarayoni gaz yoki suyuq holatdagi katalizator ishtirokida amalga oshiriladi.
- Kontaktli kislota** – sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit angidridni oksidlash jarayoni qattiq holatdagi katalizator ishtirokida amalga oshiriladi.
- Sulfit angidrid yoki oltingugurt qo‘shoksidi** (SO_2) – odatdagi haroratda ko‘zning shilliq pardalari va nafas olish organlarini zararlaydigan o‘tkir xidli rangsiz gaz bo‘lib, ishlab chiqarishda oltingugurt yoki metall sulfidlarini oksidlanishi natijasida hosil qilinadi.
- Sulfat angidrid yoki oltingugurt trioksid** (SO_3) – odatdagi sharoitda rangsiz gazdir, u havodagi namlikni tortib olib tutaydi va havoda muallaq holatdagi sulfat kislota tomchilarini hosil qiladi. Sulfit angidridni katalitik oksidlash natijasida sulfat angidrid hosil qilinadi.
- Pirit yoki temir kolchedani** – tarkibida temir disulfid (FeS_2) tutgan xomashyo bo‘lib, sulfat kislota ishlab chiqarish uchun keng ko‘lamda ishlatiladi. Tabiiy temir kolchedani tarkibida FeS_2 dan tashqari mis, rux, qo‘rg‘oshin, mishyak, nikel, kobalt, selen, vismut, tellur, kadmiy birikmalari, kalsiy va magniy karbonatlari va sulfatlari, oz miqdorda oltin va kumush kabi qo‘shimchalar bo‘ladi.
- Ko‘mirli kolchedan** – ko‘mir qazib olishda ko‘mir qatlamlari orasida bo‘ladigan va uni boyitishda ajratib olinadigan temir kolchedanidan iborat ko‘mirli kolchedan ham olinadi, u ham sulfat kislota ishlab chiqarish uchun xomashyo vazifasini o‘tashi mumkin.
- Elementar oltingugurt yoki oltingugurt bug‘i** (S_8 , S_6 , S_2 va S) – tabiiy rudalardan, shuningdek sulfit angidrid yoki vodorod sulfid tutgan gazlardan olinadi, u sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng yaxshi turdagi xomashyolardan biri hisoblanadi. 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-farmatsevtika preparatlari olishda hamda pirotexnikada ishlatiladi.

Frash usuli – konlardagi tabiiy oltingugurt qaynoq suv bilan suyuqlantiriladi va qisilgan havo bilan yuzaga siqib chiqariladi.

Mis kolchedani – tarkibida temir va mis sulfidlari (CuFeS_2) bo'lgan xomashyo bo'lib, sulfat kislota ishlab chiqarish uchun keng ko'lamda ishlatiladi.

Rangli metallurgiya gazlari – Misli, ruxli, qo'rg'oshinli sulfidlaridan iborat 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 bo'lib, bu gazlar tarkibida sulfit angidrid bo'ladi va u sulfat kislota ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xomashyo hisoblanadi.

Aglomeratsiya gazlari – qora metallurgiyaning yirik korxonalarida temir rudasi domna pechiga berilishdan oldin maxsus fabrikalarda aglomeratsiyalash (ruda shixtalarini metallurgik xossalarini yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshirish) paytida ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfit angidridga aylanishidan hosil qilinadigan gazlar aralashmasidir.

O'txona gazlari – o'choqlarda ko'mir yoqilganda ko'mirdagi oltingugurt ham yonadi va atmosferaga chiqarib yuboriladigan o'txona gazlari tarkibida anchagina SO_2 ham bo'ladi, uni tozalash natijasida ko'p miqdordagi sulfit angidrid ushlab qolinadi va undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Yonilg'i gazlari – 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, u doimo gaz tarkibidagi zararli keraksiz qo'shimcha hisoblanadi. Tarkibida vodorod sulfid miqdori me'yoridan ko'p bo'lgan yoqilg'i gazlari, tarkibida yutuvchi moddalar (monoetanolamin, soda va boshqalar) bo'lgan eritmalar bilan qayta ishlanadi (yuviladi). Yutuvchi eritmadan vodorod sulfidni qizdirish orqali ajratiladi va bunda yuqori konsentratsiyali (90% gacha H_2S bo'lgan) vodorod sulfid olinadi. Vodorod sulfidli gazdan sulfat kislota yoki elementar oltingugurt ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Gips – kalsiy sulfat kristallogidрати $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bo'lib, uni ko'mir va gil bilan aralashmasi kuydiriladi va bunda kalsiy sulfatning qaytarilishi natijasida sulfit angidrid hosil bo'ladi.

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_2SO_4 bo'lgan chiqindi bo'lib, undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Yuvindi eritmalari – metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil bo'ladigan chiqindi eritmalar yuvindi eritmaları deyiladi. Undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Alunitlar – sulfat kislota ishlab chiqarishning kelajakdagi xomashyolaridan biri alunitlar hisoblanib, toza alunit mineralining kimyoviy tarkibi $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$ formula bilan ifodalanadi. Alunitning gaz holatdagi qaytaruvchilar bilan ta'sirlashishi natijasida ajraladigan gaz tarkibidagi SO_2 miqdori hajm bo'yicha 75% ni (quruq gaz hisobida) tashkil qiladi, bu gaz havo bilan suyultiriladi va kontaktli usulda sulfat kislota ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Qattiq chiqindilar – glinozyom (Al_2O_3) alyuminiy ishlab chiqarishga yuboriladi, kaliy sulfatdan esa o'g'it sifatida foydalaniladi.

Kuyundi – kolchedan va boshqa oltingugurtli rudalar kuydirilganda kuyundi hosil bo'ladi, uning miqdori xomashyoning kimyoviy tarkibi va undagi oltingugurtning to'la yonishiga bog'liqdir.

Mexanik (taxmonli) pech – pechda maydalangan kolchedan bir necha taxmonlarda joylashtiriladi va uni eshkakchalari bilan bir taxmondan ikkinchisiga surish orqali aralashtirilgan holda yondiriladi.

Chang holatida kuydirish pechi – pechlarda kolchedan zarralari kamera taxmonlaridan tushish vaqtida yonadi.

Qaynovchi qatlamda kuydirish pechi – pechlarda pastki tomondan kiradigan havo bilan kolchedanning muallaq holatda ushlab turilishi ta'minlanadi va jadal aralashtirish orqali yondiriladi.

Siklonli pech – pechlarda kolchedan qaynoq havo bilan birgalikda katta tezlik bilan aylanma harakati orqali kuydiriladi va kuyundi maxsus tirqish orqali chiqarib olinadi.

To'zg'itilgan holatida oltingugurtni yoqish uchun pech – o'tga chidamli g'ishtlar bilan niqoblangan gorizontal po'lat silindr ko'rinishida bo'ladi. Suyuqlantirilgan oltingugurt pechda joylashtirilgan ikkita forsunkalar orqali beriladi. Oltingugurtning yonishi uchun kerakli havoning asosiy qismi chig'anoq orqali beriladi, qo'shimcha (ikkilamchi) havo esa pech silindrining devoridagi tirqish orqali kiritiladi. Yonish mahsulotlarining ikkilamchi havo bilan yaxshi aralashishi uchun pechning ichki qismida ikkita to'siqlar bo'ladi. Pechni toblash oltingugurt uchun forsunkalar ostidagi neftli yoki gazli forsunka yordamida amalga oshiriladi.

Vertikal pech – pechga suyuqlantirilgan oltingugurt yuqoridan to‘ldirgichga beriladi, u orqali suyuq oltingugurt oqib tushadi, bug‘lanadi va xuddi shunday pechning yuqori qismidan beriladigan havo oqimida yonadi.

Vodorod sulfidni yoqish pechlari – bunday pech po‘latdan tayyorlangan silindrik qozon ko‘rinishida bo‘ladi, uning ichki qismi o‘tga chidamli g‘ishtlar bilan niqoblangan (futerovka qilingan) bo‘ladi. Pech ichidan bug‘ qozonlarining issiqlik almashtirgich quvurlari o‘tkazilgan bo‘ladi. Bu esa vodorod sulfidni yondirish jarayonining haroratini pasaytirib turishni, kuyundi gazida ko‘p miqdorda SO₂ tutgan gaz olinishiga erishish uni oz miqdorda ortiqcha bo‘lgan kislorod bilan o‘tkazishni va ajraladigan reaksiya issiqligidan samarali foydalanishni ta‘minlaydi.

Vodorod sulfid yonishining jadalligi – o‘txona bo‘shlig‘ining quvvati bilan tavsiflanadi va 1 m³ hajmdagi o‘txonadan vaqt birligi ichida ajraladigan issiqlik miqdori bilan ifodalanadi.

Mexanik tozalash – gazni changdan mexanik tozalash uchun ishlatiladigan jihozlarning ishlash prinsipi og‘irlik kuchining ta‘siriga yoki markazdan qochma kuchga asoslangandir.

Markazdan qochma chang tutgich yoki siklon – markazdan qochma kuch ta‘sirida gazlarni changdan va suyuqlik tomchilaridan tozalash uchun ishlatiladigan jihozlardir.

Tozalash koeffitsienti – tozalangan va iflos gazdagi chang miqdorlarining nisbati bo‘lib, uning qiymati changdagi zarrachalar o‘lchamiga bog‘liqdir.

Elektrofiltrlar – gazlarni changdan elektrik tozalash jihozlari bo‘lib, cho‘ktiruvchi elektrodleri quvur shaklida bo‘lgan quvurli elektrofiltrlar va plastinkali elektrofiltrlar ishlatiladi.

Cho‘ktiruvchi elektrod – yerga ulangan va sim to‘r bilan qoplangan quvur.

Tojsimon elektrod – 70000-100000 v kuchlanishli doimiy tok mashinasining manfiy qismiga ulangan elektrod bo‘lib, sim atrofidagi gaz qatlamlari ionlashadi va yorituvchi qavat (toj) hosil bo‘ladi.

Kontaktli usul – sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfat angidridni oksidlash jarayoni qattiq holatdagi katalizator ishtirokida amalga oshiriladi, bu geterogen katalitik jarayon hisoblanadi.

Vanadiyli kontakt massa – sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladigan katalizatorlar bo‘lib, BAV va SDV markali kontakt massalari ishlatiladi: BAV so‘zining ma‘nosi – kontakt massa tarkibiga kiradigan elementlar (bariy, alyuminiy va vanadiylar) ning bosh harflaridan iborat; SDV so‘zi esa – sulfo-vanadat-diatomli ma‘nosini anglatadi.

Oleumli (birinchi) absorber – kontakt jihozidan chiqadigan gazlar suyuqlik sifatida oleum taqsimlanadigan absorberga keladi, u vertikal po‘lat silindr shaklida tayyorlangan to‘ldirgichli skrubber ko‘rinishida bo‘lib, ostki

qismida halqali panjara bo'ladi, unga to'ldirgichlar (po'lat yoki sopol halqachalar) joylashtirilgan bo'ladi.

Monogidratli (ikkinchi) absorber – bu absorber ham xuddi quritish minorasi kabi o'rnatilgan bo'lib, unga 98,3% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadi. Monogidratli absorberning o'lchami va taqsimlash uchun beriladigan monogidrat miqdori odatda oleumli absorberdagi kabidir.

Oleumli va monogidratli yig'gichlar – po'latdan tayyorlangan va ularning ichki qismi kislotaga chidamli plitkalar bilan himoyalangan jihozlardir.

Kislota sovutgichlari – absorberlarda sulfat angidridni yutilishida ko'p miqdorda issiqlik ajraladi, u esa taqsimlanadigan kislotani qizib ketishiga olib keladi, uni sovutish uchun ishlatiladigan jihoz – kislota sovutgichi deyiladi.

Filtrlar – ko'pgina ishlab chiqarish korxonalarida gazni gaz purkash qurilmasidan qattiq zarrachalar va sulfat kislota bug'laridan tozalash uchun jihozlar bo'lib, ularni ko'pincha moy ajratgichlar deb ham ataladi.

Nam kataliz – sulfit gazi tarkibidagi SO_2 tarkibida anchagina miqdorda suv bug'lari bo'ladi, u vanadiyli katalizatorida sulfat angidridga oksidlanadi. Gazli aralashma keyinchalik kondensatorida sovutiladi, u yerda hosil bo'ladigan sulfat kislota bug'lari kondensatsiyalanadi. Bu usul bo'yicha sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash suv bug'i ishtirokida amalga oshiriladi, shu sababli bu usul ho'l kataliz usuli deyiladi.

Nitrozali usul – sulfit angidrid olish, sulfit angidridning nitrozaga yutilishi, sulfit angidridni nitroza bilan oksidlash, nitrozaning azot oksidlaridan ajratish (denitratsiya), nitrozadan ajraladigan azot oksidlarini gaz fazasida oksidlash, azot oksidlarini sulfat kislotaga yuttirish bosqichlaridan iborat bo'ladi (hozir paytda nitrozali usul bo'yicha ishlaydigan korxonalarda kameralar o'rnida minoralar o'rnatilgan, shuning uchun minorali usul ham deb ataladi).

Sulfat kislotani konsentrlash – bu jarayon qizdirilganda sulfit kislota eritmasidan namlikni yo'qotishdan iboratdir; ko'pchilik hollarda kislota qaynoq gazlar bilan qizdiriladi. Gazdan kislotaga issiqlik uzatish usuliga bog'liq holda konsentrlash uchun jihozlarni ikkita guruhga bo'lish mumkin: qaynoq gazlar va kislota to'g'ridan-to'g'ri to'qnashuvi bilan amalga oshadigan jihozlar hamda tashqi qizdirgichli jihozlar, ularda issiqlik to'siq orqali uzatiladi. To'siq orqali issiqlik uzatishda konsentrlash jarayoni atmosfera bosimida yoki vakuumda amalga oshiriladi.

Ishlab chiqarish nazorati – ishlab chiqarish nazoratining vazifasi o'rnatilgan rejim buzilishini o'z vaqtida aniqlash, ularni tezda to'g'rilash va jarayonning boshqa bosqichidagi me'yorlar buzilishini oldini olishdan iboratdir.

Davriy (qo'lda amalga oshiriladigan) nazorat – kimyoviy tahlil yo'llari orqali amalga oshiriladigan nazorat bo'lib, dastlab xomashyo, yarim mahsulotlar, mahsulotlardan namunalar olinadi, so'ngra namunalarni kimyoviy qayta ishlanadi, tegishli hisoblashlar bajariladi va hokazo. Shuning uchun ko'pchilik holatlarda kimyoviy tahlil natijalari namuna olingan vaqtdan bir necha soat keyin tayyor bo'ladi. Bu paytda barcha uzluksiz jarayonlarda o'rnatilgan maqbul (optimal) rejimga nisbatan texnologik rejim parametrlarining o'zgarishini o'z vaqtida aniqlash sulfat kislota olishda ham va uni konsentrlashda ham muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Avtomatik nazorat – bunday nazorat usulida o'lchashlar to'xtovsiz amalga oshiriladi. Avtomatik nazorat uskunalari nafaqat ko'rsatadi, balki ko'rsatkichni qayd etib boradi, shuningdek o'lchanadigan parametrning belgilangan qiymatidan og'ishi (chetlanishi) haqida signal uchun belgilangan impuls beradi. Bunda ko'rsatkich qayd etilishi uni o'lchanadigan joydan bir qadar uzoq masofada – distansiyali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu esa nazorat maskanidan turib jarayonni boshqarish imkonini beradi.

Qarshilik termometrlari – ularning ishlash prinsipi metallar harorati o'zgarishi bilan ular elektr o'tkazuvchanligining o'zgarishiga asoslangandir. Qarshilik termometrining asosiy qismi ingichka (misdan, platinadan, mahsus qotishmadan tayyorlangan) sim hisoblanadi, ulaning bir uchi qarshilikni o'lchash uchun uskuna (logomer yoki qarshilik mosti) bilan ulangan bo'ladi; uskunaning o'lchash darajasi yuz gradusli darajaga tegishli bo'limlarga ajratilgan bo'ladi.

Ammiak NH_3 – normal bosim va haroratda rangsiz va o'tkir hidli gaz. Suyuq ammiak – rangsiz suyuqlik bo'lib, $-33,4^\circ\text{C}$ da qaynaydi. Ammiak qaytaruvchi xossani namoyon qiladi, suvda yaxshi eriydi va ammoniy gidroksid (NH_4OH) hosil qiladi. Ammiakning suvdagi 25% li eritmasi ammiakli suv yoki novshadil spirt nomi bilan yuritiladi. Ammiak o'g'it sifatida ishlatiladi, u tuproqqa suyuq holatda beriladi, shuningdek ammiakdan sovutgichlarda, metallurgiya sanoatida, plastmassalar, fotografiya materiallari preparatlari va boshqalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Ammiakning ko'p qismi turli xil azot tutgan o'g'itlar va nitrat kislota ishlab chiqarishda qayta ishlanadi, ulardan kimyo sanoatida ham, xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida ham keng miqyosda foydalaniladi.

Nitrat kislota – muhim mineral kislotalardan biri hisoblanadi. Suvsiz nitrat kislota HNO_3 zichligi $1,52 \text{ g/sm}^3$ (15°C da) bo'lgan og'ir suyuqlik bo'lib, havoda tutaydi. U -47°C haroratda muzlaydi va 86°C da qaynaydi. Kislota qaynaganda qisman u azot(IV)-oksid hosil qilish bilan parchalanadi. Ajralib chiqadigan azot(IV)-oksid kaslotada eriydi va kislotani sarg'ish yoki

qizg'ish rangga (NO_2 miqdoriga muvofiq) bo'yaydi. Nitrat kislota suv bilan har qanday nisbatda aralashadi va gidratlar ($\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{HNO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va x.k.) hosil qiladi.

Atmosfera azotini bog'lash usullari – sanoatda atmosfera azotini bog'lashning bir necha usullari mavjud: atmosfera azotini elektr yoyida oksidlash (yoy usuli); kalsiy karbiddan kalsiy sianamid olish (sianamid usuli); elementlardan ammiak sintez qilish (ammiakli usul). Ular orasida eng iqtisodiy samarador usul ammiak sintezidir va hozirgi paytda bog'langan azotning 95% miqdori shu usul bilan olinadi.

Gipofosfit kislota H_3PO_2 yoki $\text{H}(\text{H}_2\text{PO}_2)$ – bir negizli kuchli kislota hisoblanadi, gigroskopik oq kristallardan iborat bo'ladi va suvda yaxshi eriydi. Parchalanish mahsulotlarining tarkibida, shuningdek, fosfit kislota, elementar fosfor va boshqalar bo'lishi mumkin. Gipofosfit kislota – kuchli qaytaruvchi va hattoki xona haroratida ham parchalanib vodorod va fosfit kislotaga aylanadi. Gipofosfit kislota uning tuzlari – gipofosfitlar (konsentrlangan ishqor eritmalarini fosfor bilan qo'shib qizdirish orqali olingan mahsulot) ga mineral kislotalarni ta'sir ettirib hosil qilinadi.

Fosfit kislota H_3PO_3 yoki $\text{H}_2(\text{HPO}_3)$ – P_2O_3 ni suv bilan ta'sirlashishi natijasida yoki fosforning nam havoda juda sekin oksidlanishi natijasida, shuningdek, gipofosfit kislotani havo kislorodi ta'sirida oksidlash natijasida hosil qilinadi. Toza fosfit kislota – rangsiz kristall bo'lib, havoda tutaydi va suvda yaxshi eriydi.

Metafosfit kislota HPO_2 yoki $\text{P}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ fosfit anhidridga stexiometrik nisbatdagi suv ta'sir ettirish yoki vakuum sharoitida fosfinni chala oksidlanishi natijasida mayda kristallar ko'rinishida hosil qilinadi. Havoda va ayniqsa, namlik ta'sirida, metafosfat kislota xuddi fosforning boshqa quyi oksikislotalari singari parchalanadi va fosfit hamda fosfat kislotalariga aylanadi.

Gipofosfat kislota H_2PO_3 yoki $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ elementar fosforning nam havoda sekinlik bilan oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Uni fosfit kislotani fosfat kislotaga oksidlanishining oraliq jarayon mahsuloti deb tasavvur etish mumkin. Gipofosfat kislota suvsiz va digidrat holatidagi kristallar hosil qiladi. Suvsiz $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ – oq kristall modda bo'lib, suvda yaxshi eriydi.

Fosfat yoki ortofosfat kislota yohud termik fosfat kislota (TFK) H_3PO_4 – toza holatdagi ortofosfat (yoki soddaroq aytilganda fosfat) kislota rangsiz prizmatik kristall bo'lib, suvda yaxshi eriydi. Odatda uni quyuq, moysimon suyuqlik holatida olinadi, undan sovutish orqali kristall mahsulot ajratib olinadi. Ko'p hollarda kristallanish faqatgina kristallantiruvchi qo'shimcha qo'shilgandagina amalga oshadi.

Polifosfat kislotalar – fosfat angidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi – gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat angidridning 5 ta asosiy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), pirofosfat kislota $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tripolifosfat kislota $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ($3\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), tetrapolifosfat kislota $\text{H}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ ($2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), metafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_n$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$) mavjuddir.

Ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) – tabiiy fosfatlarning sulfat kislotali parchalanishi bo'yicha boradigan reaksiyaga va keyingi bosqichda suyuq fazadan sulfatli cho'kmani ajratib olishga asoslangan usul – ekstraksiyali yoki ho'l usul deyiladi. Bunda olingan mahsulot ekstraksiyon fosfat kislota deb yuritiladi. Bu keng tarqalgan fosfat kislota olish usuli mineral o'g'itlar, ozuqali va termik fosfatlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Tok bo'yicha unum η – ma'lum miqdordagi elektr energiyasi sarflanishi natijasida elektrolizda olingan moddaning miqdori G_a ni Faradey qonuniga muvofiq olinishi mumkin bo'lgan moddaning miqdori G_n ga nisbatidir.

Energiyadan foydalanish koeffitsienti μ – mahsulot birligi ajrab olish uchun kerak bo'ladigan energiya miqdori ω_n ni haqiqatda sarflangan energiya miqdori ω_a ga nisbatini ifodalaydi.

Vodorod xlorid – rangsiz gaz bo'lib, $-114,2^\circ\text{C}$ haroratda suyuqlanadi va -85°C haroratda qaynaydi. Vodorod xlorid suvda juda yaxshi eriydi va bunda anchagina miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Sanoatda vodorod xlorid ham, xlorid kislota ham ko'p ishlatiladi. Vodorod xlorid organik birikmalar: etilen (etil xlorid olish uchun), asetilen (vinil xlorid olishda), etilen oksid (etilen xloridrin) kabilarni gidroxlorlashda va boshqa organik xlorli birikmalar sintezida ko'p miqdorda ishlatiladi. Xlorid kislota rux, bariy va boshqa noorganik tuzlar ishlab chiqarishda, rangli metallurgiyada, galvanotexnikada, monovinilasetilen (xlorpren olishda), asetilen (vinilxlorid olishda) kabilarni gidroxlorlashda, anilin bo'yoqlari ishlab chiqarishda, kraxmal gidrolizida (spirt olishda) va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida ishlatiladi.

Vodorod ftorid HF rangsiz, $19,9^\circ\text{C}$ da (101,3 kPa da) qaynaydi, $-83,1^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Gazsimon, suyuq va qattiq holatida bo'ladi. HF molekulalarining o'ziga xos xususiyati – bu uning assotsiyanlashga moyilligidadir.

Ftorid (plavik) kislota – vodorod ftorid suvda yaxshi eriydi, uning suvli eritmasi HF(aq) ftorid (plavik) kislota deyiladi. Ftorid kislota suvli eritmalarda gidroftorid (diflorogidrogenat) HF_2^- ionlari hosil qilgan holda dissotsilanadi. HF ishqoriy metallarning ftoridlari bilan $\text{MeF} \cdot n\text{HF}$ turidagi kristall birikmalar hosil qiladi, bunda masalan, KF uchun $n = 2, 3$ va 4 ga teng.

Kremniy tetraftorid SiF_4 – rangsiz gaz, sovutilganda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qattiq fazaga o‘tadi. Qattiq holatdagi SiF_4 $-94,8^\circ\text{C}$ da haydaladi. Kremniy tetraftorid suvga yaxshi (1 hajm suvga 265 hajm) yutiladi, bunda gidrolizlanib, geksaftorsilikat va silikat kislotalarni hosil qiladi.

Geksaftorsilikat (kremneftorid, ftorosilikat) kislota H_2SiF_6 ftorid kislotada SiF_4 ning erishi natijasida hosil bo‘ladi. Geksaftorsilikat kislota – konsentrlangan suvli eritmalaridan 19°C da suyuqlanadigan rangsiz $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallari shaklida ajraladi. Bug‘lari HF va SiF_4 ga kuchli dissotsilanadi.

Ammiak NH_3 – rangsiz, o‘tkir hidli gaz, suyuqlanish harorati -33°C , suvda erib, ammoniy gidroksid (NH_4OH) hosil qiladi, ammiak 900°C dan yuqori haroratda qizdirilganda havo kislorodi ta’sirida oksidlanib suv bug‘i bilan elementar azotga parchalanadi, katalizatorlar ishtirokida 800°C haroratda oksidlanib, suv bug‘i bilan azot (1)-oksid (N_2O) hosil qiladi.

Nitrat kislota HNO_3 – zichligi $1,53 \text{ g/sm}^3$, qaynash harorati $+86^\circ\text{C}$ ga teng rangsiz suyuqlik, u suv bilan har qanday nisbatda aralashadi, odatda tarkibida 68% HNO_3 bo‘lgan, zichligi $1,4 \text{ g/sm}^3$ ga teng konsentrlangan nitrat kislota ishlatiladi, azot oksidlarining HNO_3 dagi eritmasi nitrooleum deyiladi. Nitrat kislota kuchli kislotalar jumlasiga kiradi. U oksidlash xossalari nihoyatda kuchliligi bilan ajralib turadi. Konsentrlangan nitrat kislota metallar bilan o‘zaro ta’sir ettirilganda qaytarilib NO_2 ga aylanadi, suyultirilgan nitrat kislota qaytarilib NO ga, juda suyultirilgan nitrat kislota esa Zn yoki Mg kabi aktiv metallar ta’sirida qaytarilib N_2 ga aylanadi.

Termik fosfat kislota H_3PO_4 – elementar fosforning oksidlanishi (yondirilishi) va hosil qilingan mahsulotlarni gidratlanishi natijasida olinadigan mahsulot.

Ekstraksion fosfat kislota (EFK) – tabiiy fosfatlarni fosfat kislota hosil qilish stexiometrik me’yoridagi sulfat kislotali parchalash, suspenziyadan fosfogipsni filtrlash yo‘l bilan ajratish orqali hosil qilingan mahsulot.

MUALLIFLAR HAQIDA



Shamshidinov Israiljon Turgunovich 1961 yil Namangan viloyati Uchqo'rg'on tumanida tug'ilgan. Namangan muhandislik-qurilish instituti (NamMQI) «Kimyoviy texnologiya» kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor. U oliy ta'limining bakalavriat va magistratura bosqichlari hamda o'rta maxsus va kasb-hunar ta'limi talabalari uchun chop etilgan «Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi» (2007 yil), «Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» (2010 yil), «Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar texnologiyasi» (2014 yil), «Sulfat kislotasi ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» (2017 yil), «Xomashyo materiallari va ularni boyitish» (2018 yil) va «Noorganik kislotalar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» (2022 yil) darsliklari hamda «Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» (2013 yil, 2014 yil) va «Noorganik moddalar va mineral o'g'itlar texnologiyasi» (2015 yil) o'quv qo'llanmalari muallifidir. Uning 300 dan ortiq ilmiy-uslubiy ishlari, shu jumladan 250 dan ortiq ilmiy maqolalari va 50 dan ortiq uslubiy ishlari chop ettirilgan hamda 16 ta ixtiro uchun patentlar olingan. 2009 yilda O'zbekiston Respublikasi «Iste'dod» jamg'armasining «Yilning eng yaxshi darsligi va o'quv qo'llanmasi muallifi» tanlovida «Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi» darsligi bilan qatnashib, II-o'rinni olishga erishgan. 2011 yilda O'zbekiston Respublikasi «Iste'dod» jamg'armasining «Yilning eng yaxshi darsligi va o'quv qo'llanmasi muallifi» tanlovida «Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» darsligi bilan qatnashib, I-o'rinni olishga erishgan. 2015 yilda O'zbekiston Respublikasi «Iste'dod» jamg'armasining «Yilning eng yaxshi darsligi va o'quv qo'llanmasi muallifi» tanlovida «Murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» darsligi bilan qatnashib, III-o'rinni olishga erishgan. 2011 yilda «O'zbekiston Respublikasi mustaqilligiga 20 yil» esdalik nishoni bilan taqdirlangan. 2017 yilda «O'zbekiston Respublikasi konstitutsiyasiga 25 yil» esdalik nishoni bilan taqdirlangan. O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligining «Best IP-2019», «Best IP-2021» va «Best IP-2022» - eng yaxshi intellektual mulk ob'ektlari uchun tanlovlarining «Eng yaxshi ixtiro» nominatsiyasi bo'yicha I-darajali diplomlar bilan taqdirlangan. 2020 yilda «Sog'lom turmush» medali bilan taqdirlangan.



Qodirova Gulnoza Qodirjonovna 1987 yil Namangan viloyati Namangan shahrida tug'ilgan. Namangan muhandislik-qurilish instituti (NamMQI) «Kimyoviy texnologiya» kafedrasida dotsenti, PhD (texnika fanlari bo'yicha). U 70 dan ortiq ilmiy-uslubiy ishlar, shu jumladan 60 dan ortiq ilmiy maqolalar chop ettirgan, 3 ta ixtiro uchun patent olgan va oliy ta'limning bakalavriat bosqichi talabalari uchun chop etilgan «Xomashyo materiallari va ularni boyitish» (2018 yil) darsligining muallifi hisoblanadi. Uning ilmiy-tadqiqot faoliyati o'simliklarni tomchilab sug'orish, gidroponika va ildizdan tashqari oziqlantirish talablariga javob beradigan suvda to'la eriydigan mineral va suyuq organomineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratishga bag'ishlangan. Uning izlanishlari natijalari asosida Namangan viloyati Uychi tumanidagi «Uychi sohibkor agro eksport» MCHJda yomg'ir chuvalchangi biogumusidan suyuq bioorganomineral o'g'it ishlab chiqarish texnologiyasi yo'lga qo'yilmoqda. Davlat ilmiy-texnika dasturlari doirasidagi 2014-2015 yillarga mo'ljallangan IOT-2014-7-9 raqamli «Angren kaolini asosida alyuminiy sulfat olish texnologiyasini joriy etish» mavzusidagi innovatsion loyiha hamda 2015-2017 yillarga mo'ljallangan A-12-39 raqamli «Mahalliy karbonatli xomashyolardan foydalangan holda kalsiy va magniy fosfatli o'g'itlar olish texnologiyasi» mavzusidagi amaliy loyihani bajarilishida faol ishtirok etgan.

2020 yildagi «O'zbekiston ayollarining 100 ta eng yaxshi innovatsion loyihasi» III respublika tanlovi g'olibidir.

O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligining «Best IP-2022» - eng yaxshi intellektual mulk ob'ektlari uchun tanlovining «Eng yaxshi ixtiro» nominatsiyasi bo'yicha I-darajali diplom bilan taqdirlangan.

