

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLYI VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI**

«KIMYOVIY TEXNOLOGIYA» KAFEDRASI

**«NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI»
fani bo‘yicha**

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	700 000	- Muhandislik, ishlov berish va qurilish sohalari
Ta‘lim sohasi:	710 000	- Muhandislik ishi
Mutaxassislik:	70710101	- Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo‘yicha)

NAMANGAN – 2022

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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**

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

MUNDARIJA

I. O‘QUV MATERIALLAR	5
1. Fanga kirish. Sulfat kislota, oleum, ishlab chiqarishdagi oraliq mahsulotlarning asosiy xossalari	5
2. Sulfat kislota ishlab chiqarish xomashyolari	18
3. Oltingugurtli xomashyolarni kuydirish	32
4. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontakt usuli	78
5. Sulfat kislota ishlab chiqarishning nitrozali usuli	124
6. Sulfat kislota konsentrlash	147
7. Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi jarayonlar nazorati, avtomatik boshqarish tizimi va hayotiy faoliyat xavfsizligi. Sulfat kislota ishlab chiqarishning istiqbolli yo‘llari	160
8. Suyultirilgan nitrat kislota olish nazariyasi	187
9. Konsentrlangan nitrat kislota olish nazariyasi	205
10. Fosfor va fosfat kislotalari. Termik fosfat kislota ishlab chiqarish	209
11. Fosforitdan ekstraksion fosfat kislota olishning nazariy asoslari va texnologik sxemasi	234
12. EFK olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli. Fosfat kislota konsentrlash	240
13. Xlorid kislotasi olishning nazariy asoslari va texnologik sxemasi	257
14. Xlorid kislotasi ishlab chiqarishning qurilmalari va jihozlari	264
15. Ftorid kislotasi olishning nazariy asoslari va texnologiyasi	269
II. AMALIY VA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI MATERIALLARI	280
1. Amaliy mashg‘ulot	280
2. Laboratoriya mashg‘uloti	346
III. MUSTAQIL TA’LIM MASHG‘ULOTLARI	373
IV. GLOSSARIY	378

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

I. O'QUV MATERIALLAR

1-MAVZU: FANGA KIRISH. SULFAT KISLOTA, OLEUM, ISHLAB CHIQRISHDAGI ORALIQ MAHSULOTLARNING ASOSIY XOSSALARI

Reja:

1. Sulfat kislota va uni ishlab chiqarish tarixi
2. Sulfat kislota va oleumning xossalari
3. Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi oraliq mahsulotlar xossalari
4. Sulfat kislota navlari, uni saqlash va tashish

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 korxonalarini mavjudligini tasavvur etish qiyindir. Sulfat kislotalardan 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 alximigisi Abu Bakr Al-Rasasi asarlarida (940 y.) ham u haqida ma'lumotlar berilgan.

Sulfat kislota dastlab temir kuporosini quruq haydash orqali olingan (shuning uchun sulfat kislotalarni 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 sulfat angidrid va azot oksidlari kamera tubiga quyilgan suvda yutilishi natijasida sulfat kislota hosil qiladi. Kameradagi gaz qoldiqlari yo'qotilgandan so'ng unda navbatdagi aralashma

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 oltingugurtni 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 minoralarning 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 kislot 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-Maksam» AJ (500 ming tonna), «Maksam-Chirchiq» AJ (273 ming tonna), Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinati (478 ming tonna) va «Navoiy tog‘-

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

metallurgiya kombinati» DK (450 ming tonna) va boshqa bir qator korxonalarda sulfat kislota ishlab chiqarilmoqda.

«Ammofos-Maksam» 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-Maksam» AJning yillik elektr energiyasiga boʻlgan ehtiyoji soatiga 18-20 megavattni tashkil etadi. Bu esa mazkur korxonaning asosiy mahsulot – sulfat kislotadan 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 kislotaning kimyoviy tarkibi H_2SO_4 formula bilan ifodalanadi. Sulfat kislotani 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 kislotaning suvli eritmaları hisoblanadi. 1 mol SO_3 ga 1 moldan kam miqdordagi H_2O toʻgʻri keladigan aralashmalar sulfat angidridning sulfat kislotadagi 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 kislotaning yuqori kimyoviy faolligini uning turli sanoat tarmoqlarida keng foydalanilishidan ham bilish mumkin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Suvsiz sulfat kislota rangsiz moysimon suyuqlik bo‘lib, 10,37°C haroratda kristallanadi. 296,3°C harorat va 760 mm.sm.ust. bosimida suvsiz sulfat kislota tarkibida 98,3% H₂SO₄ va 1,7% H₂O bo‘lgan azeotrop aralashma hosil bo‘lguncha parchalanish bilan qaynay boshlaydi. Bunday azeotrop aralashma 336,5°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, °C
	H ₂ SO ₄	SO ₃ umum.	SO ₃ erkin	
H ₂ SO ₄ ·5H ₂ O	57,6	46,9	-	- 24,4
H ₂ SO ₄ ·2H ₂ O	73,2	59,8	-	- 39,6
H ₂ SO ₄ ·H ₂ O	84,5	69,0	-	+ 8,48
H ₂ SO ₄	100,0	81,6	-	10,37
H ₂ SO ₄ ·SO ₃	110,1	89,9	44,95	35,85
H ₂ SO ₄ ·2SO 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 H₂SO₄·2H₂O va H₂SO₄·H₂O birikmalarining aralashmasidir; tarkibida 20% SO₃erkin bo‘lgan odatdagi mahsulot sifatidagi oleum esa H₂SO₄ va H₂SO₄·SO₃ 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 H₂SO₄ va SO₃ larning quyidagi miqdorlariga mos keluvchi minimumga ega bo‘ladi:

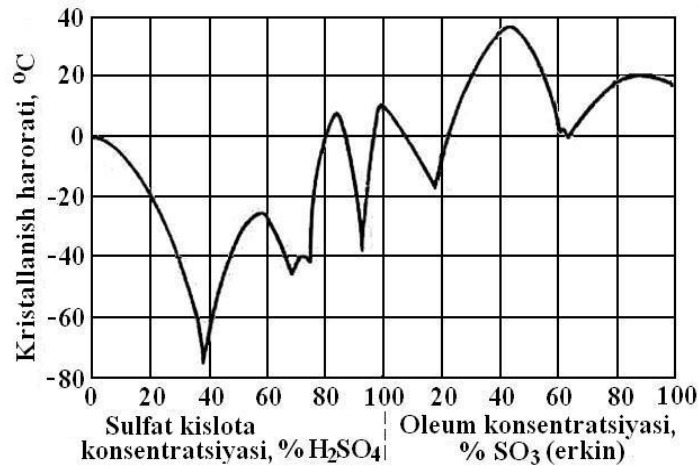
% H ₂ SO ₄	Kristallanish harorati, °C	SO ₃ erkin	Kristallanish harorati, °C
38,0	- 74,5	18,1	- 17,05
68,3	- 45,7	61,8	+ 1,0
75,0	- 41,0	64,35	- 1,1
93,3	- 37,8		

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Sulfat kislotani 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:

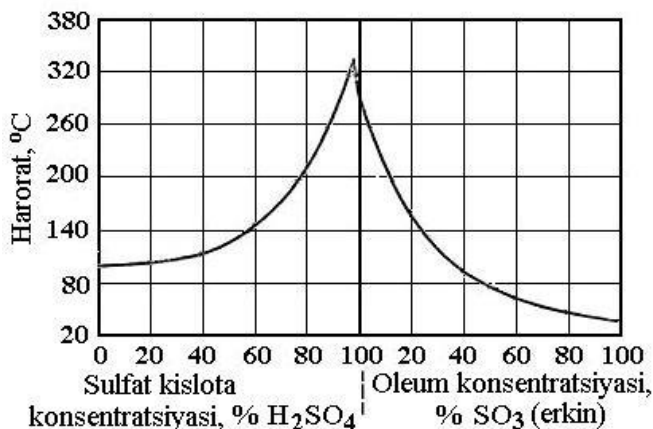
$$\lg P = A - \frac{B}{T} \quad (1.1)$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bu yerda: P – bug‘ bosimi, mm.sim.ust.; A va B – koeffitsientlar; T – absolyut harorat, °K.

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

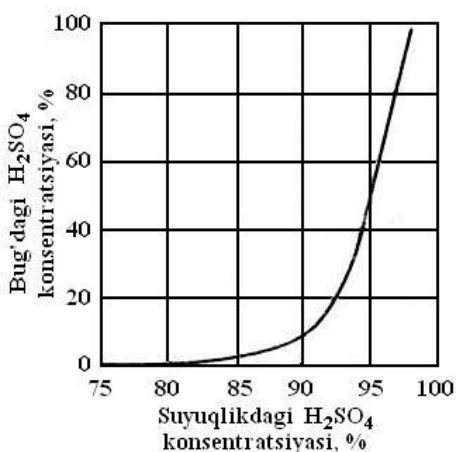
Sulfat kislota eritmasi ustidagi bug‘lar suv, H₂SO₄, SO₃ bug‘laridan iborat bo‘ladi; bundagi bug‘ning tarkibi suyuqlik tarkibidan tamomila farq qiladi. Faqatgina 98,3% li sulfat kislota eritmasi ustidagi bug‘ning tarkibi suyuqlik tarkibi bilan bir xil bo‘ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

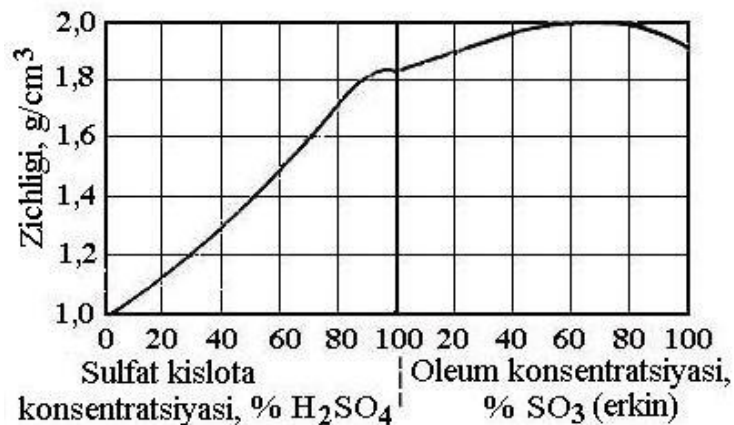


tenglama orqali ifodalanuvchi parchalanish reaksiyasining kuchayishi bilan izohlanishi mumkin.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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°C haroratdagi zichliklari keltirilgan bo'ladi. 20°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 kislotaning 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 kislotaning 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 kislotada minimum $1,42 \text{ j}/(\text{g}\cdot\text{grad})$ qiymatga erishadi; oleumning issiqlik sig'imi esa SO_3 (erkin) miqdori ortishi bilan kattalashib boradi. Haroratning ortishi natijasida sulfat kislota va oleumning issiqlik sig'imi birmuncha ortadi. Issiqlik hisoblarida odatda 1 kg sulfat kislotani 0°C dan talab etiladigan haroratgacha qizdirishda talab etiladigan issiqlik miqdori kattaligi ishlatiladi.

Sulfat kislotaning issiqlik o'tkazuvchanligi konsentratsiyaning ortishi va haroratning kamayishi bilan kamayadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik λ ($\text{kkal}/(\text{mol}\cdot\text{soat}\cdot\text{grad})$) hisobida) quyidagi empirik formula bilan aniqlanishi mumkin:

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Sulfat kislota ishlab chiqarishdagi oraliq mahsulotlar xossalari

Sulfit anhidridning xossalari. Sulfit anhidrid SO_2 yoki oltingugurt qo‘shoksidi (molekulyar massasi 64,066) odatdagi haroratda ko‘zning shilliq pardalari va nafas olish organlarini zararlaydigan o‘tkir xidli rangsiz gazdir. U atmosfera bosimida – $10,1^\circ\text{C}$ haroratgacha sovutilganda osonlik bilan suyuqlikka aylanadi. Suyuq faza ustidagi SO_2 ning bug‘ 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 SO_2 eriydi; bunda 34,4 kJ/mol (8,2 kkal/mol) issiqlik ajralib chiqadi.

Haroratning ortishi bilan SO_2 ning suvdagi eruvchanligi kamayadi. SO_2 ning sulfat kislotadagi eruvchanligi suvdagiga qaraganda kamdir. Sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan sulfit anhidridning eruvchanligi dastlab kamayib boradi, H_2SO_4 konsentratsiyasi 85% bo‘lganda minimumga erishadi va so‘ngra yana orta boshlaydi.

Sulfit anhidrid katalizator ishtirokida oksidlanadi:

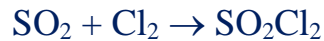


Sulfit anhidrid suv bilan birikib sulfit kislotasini hosil qiladi:



va u faqatgina eritmadagina mavjud bo‘ladi.

Oltingugurt dioksidning xlor bilan ta’sirlashuvidan sulfuril xlorid olinadi:



SO_2 kimyoviy reaksiyalarda ham oksidlovchi, ham qaytaruvchi vazifasini bajara oladi.

Sulfat anhidridning xossalari. Sulfat anhidrid SO_3 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 SO_3 $44,75^\circ\text{C}$ haroratda siqilib, rangsiz suyuqlikka aylanadi.

Qattiq holatdagi sulfat anhidrid bir necha - α, β, γ -kristall shakllarda mavjud bo‘lib, ularning suyuqlanish haroratlari tegishli holda 16,8; 31,5 va $62,2^\circ\text{C}$ ga tengdir.

Sulfat anhidridning molekulyar massasi to‘g‘risidagi tadqiqotlarning ko‘rsatishicha, α -shakldagi modifikatsiyaga SO_3 tarkibi mos keladi, uning qolgan shakllari esa sulfat anhidridning polimerlanishidan hosil bo‘ladi.

Sulfat anhidridning shakllari bir-biridan kristall panjaralarining tuzilishi, bug‘ bosimining kattaligi, kimyoviy faolligi va boshqa xossalari bilan farqlanadi.

Sulfat anhidridning bug‘ bosimlari P (mm.sim.ust. da) quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi:

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

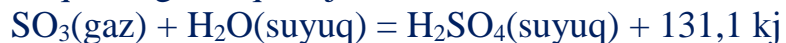
$$\lg P = 12,5615 - \frac{3040}{T} \quad (\text{qattiq } \beta\text{-shakl})$$

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

O'zgarish	Issiqlik miqdori
SO ₃ (suyuq) → α-SO ₃ (qattiq)	7,081
α-SO ₃ (qattiq) → β-SO ₃ (qattiq)	3,478
α-SO ₃ (qattiq) → γ-SO ₃ (qattiq)	14,33

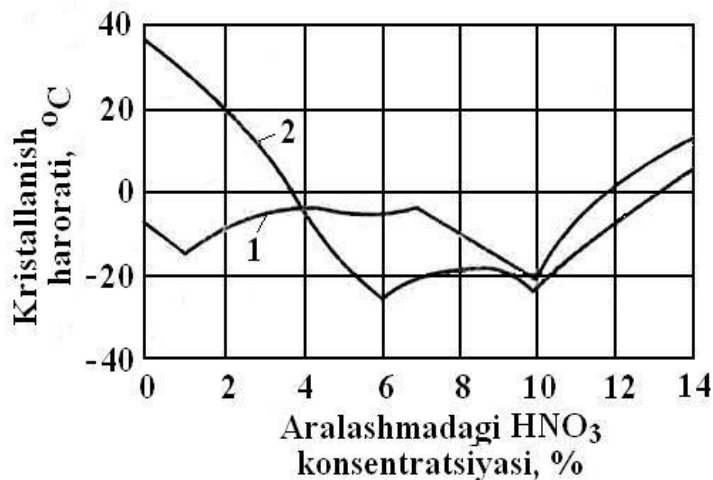
Sulfat angidridning qattiq polimer shakllari qizdirilganda dissotsilanadi.

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'qimlik va hayvon to'qimalarini yemiradi va kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Olingugurt, fosfor, uglevodorodlar va boshqa moddalarni oksidlab, SO₃ 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 SO₂ da eriydi, ammo bunda hech qanday yangi kimyoviy birikma hosil bo'lmaydi. Suyuq SO₃ nitrat kislota bilan har qanday nisbatda aralashadi. Bunda (SO₃)₂·HNO₃ 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 anhidrid, shuningdek, azot oksidlari va arsenit anhidrid 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 $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{ONH}_4$ ni hosil qiladi. Ammoniy amidosulfonatdan samarador gerbitsid sifatida ishlatiladigan ammoniy sulfamat $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{ONH}_4$ 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 anhidridga 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kislotani saqlash va tashish. Sulfat kislota ishlab chiqarish uzluksiz jarayondir. Shuning uchun ishlab chiqarishda tayyor mahsulot – kislota saqlash uchun muntazam kelib turadi. Kislotani 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 gorizontal 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

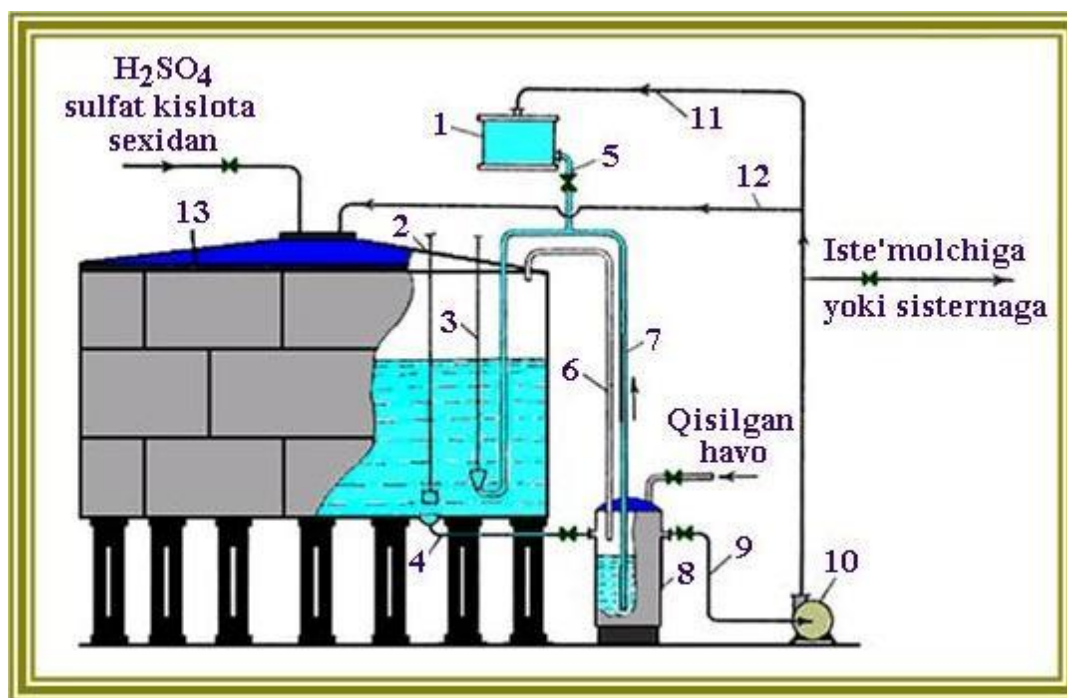
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

sulfat kislotani saqlash uchun ishlatiladigan po‘lat baklarning ichki qismi kislotabardosh 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 kislotasi turlicha hajmdagi idish va qurilmalarda tashiladi. Uzoq masofalarga tashiladigan sulfat kislotasi asosan yuk ko‘tarish quvvati 50 t gacha bo‘lgan temir yo‘l sisternalarida tashiladi. Oz miqdordagi sulfat kislotasi 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Har bir joʻnatiladigan sulfat kislotasi partiyasida sulfat kislotasining navi, uning tahlil natijalari, joʻnatilgan kun va miqdori koʻrsatilgan pasporti yoki kichik partiyadagi idishlarda yuqoridagi maʼlumotlar keltirilgan yorliqlari boʻladi.

Nazorat uchun savollar

1. Sulfat kislotaning xossalarini ayting
2. Oleumning xossalarini ayting.
3. Sulfat kislota va oleumning kristallanish harorati haqida gapiring.
4. Sulfat kislota va oleumning qaynash harorati va bugʻ bosimi haqida gapiring.
5. Sulfat kislota va oleumning zichligi haqida gapiring.
6. Sulfat kislota va oleumning issiqlik sigʻimi va oʻtkazuvchanligi haqida gapiring.
7. Sulfat kislota va oleumning qovushqoqligi va sirt tarangligi haqida gapiring.
8. Sulfat kislotaning hosil boʻlish issiqligi haqida gapiring.
9. Sulfat kislota eritmasidan suvning bugʻlanish issiqligi haqida gapiring.
10. Sulfit angidridning xossalarini ayting.
11. Sulfat angidridning xossalarini ayting.
12. Sulfat kislotaning qanday navlarini bilasiz?
13. Sulfat kislotani saqlash va quyish usullarini ayting.
14. Sulfat kislotani tashish usullarini ayting.

2-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH XOMASHYOLARI

Reja:

1. Xomashyolar. Oltinugurt kolchedanlarining tarkibi va turlari
2. Oltinugurt va uning xossalari. Tabiiy rudalardan oltinugurtning olinishi
3. Rangli metallurgiya va aglomeratsiya gazlari. Oʻtxona va yonilgʻi gazlari. Sulfatli xomashyolar

Xomashyolar. Oltinugurt kolchedanlarining tarkibi va turlari

Sulfat kislota olish uchun xomashyo sifatida elementar oltinugurt yoki tarkibida oltinugurt tutgan va undan elementar oltinugurt yoki sulfit angidrid olish mumkin boʻlgan moddalar ishlatiladi. Tabiiy oltinugurt tabiatda nisbatan kam tarqalgandir. Oltinugurt tabiatda koʻpincha temir, rux, qoʻrgʻoshin, mis va boshqa metallar bilan birikmasi holatida uchraydi. Yer qobigʻidagi oltinugurtning miqdori 0,1% ni tashkil etadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Sulfat kislota ishlab chiqarish uchun tarkibida asosan temir disulfid FeS_2 tutgan pirit yoki temir kolchedani keng ko'lamda ishlatiladi. Oltinugurt ko'pgina minerallar tarkibida ikkita metall bilan hosil qilgan sulfidlari tarzida ham bo'lishi mumkin, masalan, mis kolchedani (xalkopirit) temir va misning oltinugurtli birikmasidir. Oltinugurt 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 oltinugurt 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 sulfid angidrid bo'ladi.

Ko'mir qazib olishda ko'mir qatlamlari orasida bo'ladigan va uni boyitishda ajratib olinadigan temir kolchedanidan iborat ko'mirli kolchedan ham olinadi. Ko'mirli kolchedan 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 oltinugurtli kolchedan asosiy xomashyo sifatida ishlatilayotgan bo'lsa, AQSH da sulfat kislota olish uchun ko'proq oltinugurtdan foydalanilmoqda. Shuni ham ta'kidlab o'tish mumkinki, sulfat kislota ishlab chiqarish xomashyosi sifatidagi oltinugurt va kolchedanning nisbiy ulushi kamayib, uning o'rnini turli chiqindilardan ajratib olinadigan oltinugurt egallamoqda.

Oltinugurt kolchedanining asosiy tarkibiy qismida 53,5% S va 46,5% Fe bo'lgan temir disulfid FeS_2 dan iboratdir. Tabiiy oltinugurt 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 oltinugurt miqdori katta chegarada – 30 dan 52% gacha o'zgarib turadi.

Oltinugurtli kolchedan – sarg'ish yoki sarg'ish-kulrang tusli mineral bo'lib, uning zichliga qariyb 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 SO₂ va O₂ 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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. Tabiiy rudalardan oltingugurtning olinishi

Elementar oltingugurt (yoki oltingugurt bug‘i) tabiiy rudalardan, shuningdek sulfit anhidrid 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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

Xossasi	Rombik oltिंगugurt	Monoklinik oltिंगugurt
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

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

Turlicha haroratdagi qattiq va suyuq oltिंगugurt 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 oltिंगugurt konsentratsiyasi, g/sm ³	0,003	0,12	32,4	653	4900	9500

Qizdirilganda oltिंगugurtning molekula tuzilishi o‘zgarishi hisobiga uning xossasi o‘zgaradi. Odatdagi haroratda oltिंगugurt 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 oltिंगugurt qovushqoqligining yana pasayishiga olib keladi.

Oltिंगugurt bug‘ida S₈, S₆ va S₂ molekullari bo‘ladi, haroratning ortishi bilan S₂ molekullari miqdori ortadi, bunda bug‘ rangi o‘zgaradi. Qaynash harorati yaqinida oltिंगugurt bug‘i och sariq rangda bo‘ladi va haroratning ortishi bilan qizara

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

boshlaydi, soʻngra yana tiniqlashadi va 650°C haroratda toʻq sariq rangga kiradi. 900°C haroratda oltingugurt bugʻlari amalda S₂ molekularidan iborat boʻladi. Uning atomlarga parchalanishi taxminan 1600°C haroratdan boshlanadi.

Oltinugurtning solishtirma issiqlik sigʻimini (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

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

Bugʻ holatdagi oltingugurtning molyar issiqlik sigʻimini (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 oʻzgarmas bosimdagi issiqlik sigʻimlaridir; T – absolyut harorat, °K hisobida.

Tabiiy rudalardan oltingugurtning olinishi. Tabiiy oltingugurt konlari qoldiqli 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 toʻgʻridan-toʻgʻri kuydirilib, sulfit anhidridga aylantiriladi va undan sulfat kislota ishlab chiqariladi. Ammo odatda oltingugurtli rudalar kuydirilmaydi, balki undan oltingugurt suyuqlantirilib ajratib olinadi. Oltinugurtni suyuqlantirib ajratib olish pechlarda, avtoklavlarda va toʻgʻridan-toʻgʻri yer osti qatlamlarida amalga oshiriladi.

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

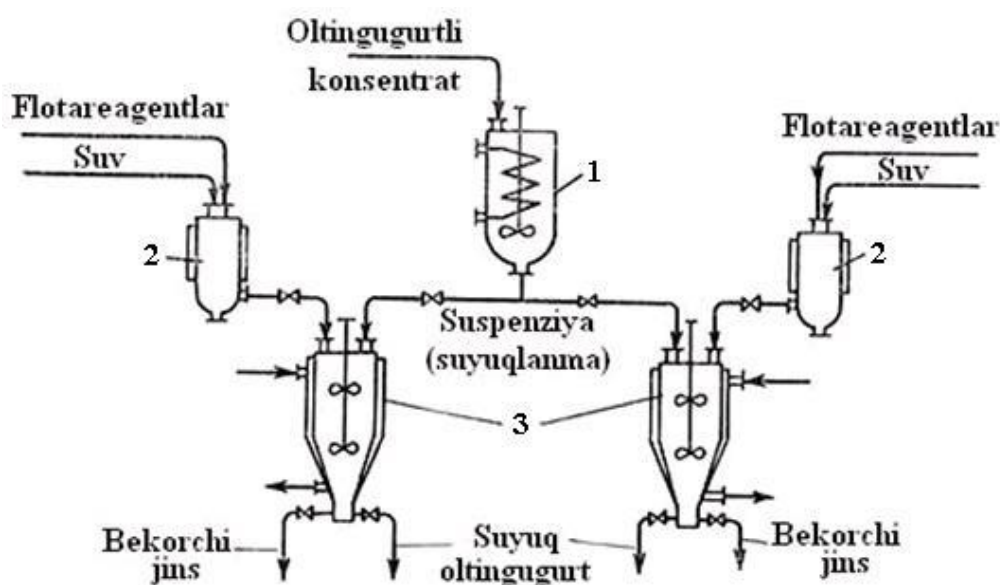
Oltinugurtni toʻgʻridan-toʻgʻri yer osti qatlamlaridan Frash usuli boʻyicha qazib olishda (bu usul AQSH da ishlatiladi) oltingugurt qaynoq suv bilan suyuqlantiriladi va qisilgan havo bilan yuzaga siqib chiqariladi. Buning uchun quduqqa birinchi quvur orqali bosim ostida 150-160°C haroratgacha qizdirilgan suv

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

berilsa, quvurning ikkinchisidan esa qisilgan havo yuboriladi. Soʻngra suv maʼlum masofada joylashgan va oltingugurtli qatlamdan chuqurroq boʻlgan 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 koʻp qismi temir yoʻl va avtomobil sistemalarida suyuqlantirilgan holatda tashiladi.

Koʻpincha oltingugurtga boy boʻlgan tabiiy oltingugurt rudalaridan uni flotatsiyalash yoʻli bilan ajratib olinadi.

Tabiiy rudalardan oltingugurt olish uchun flotatsiyalash va soʻngra flotatsiya avtoklavlarida konsentratdan oltingugurt suyuqlantirish usuli qoʻllaniladi (2.1-rasm).



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

1 – suyuqlantirgich; 2 – flotoreagent eritmalari yigʻigichlari; 3 – flotatsiyalash avtoklavlari.

Kondan keladigan oltingugurtli ruda dastlab tegirmonlarda maydalanadi. Juda mayda holatigacha maydalangan ruda flotatsiyalashga yuboriladi. Bunda flotoreagent sifatida suyuq shisha, kerosin va C₇-C₉ spirlari ishlatiladi. Tarkibida 70-75% elementar oltingugurt boʻlgan hosil qilingan konsentrat quyultiruvchilarda, soʻngra barabanli filtrlar yoki sentrifugalarda 10-15% namlik qolguncha suvsizlantiriladi. Suvsizlantirilgan oltingugurtli konsentrat ochiq suyuqlantirgichga (1) yuboriladi.

Suyuqlantirgich unumdorligi oltingugurtli konsentrat namligiga bogʻliq va u konsentrat namligi 10-15%, qizdirish yuzasi 1 m² boʻlganda 100-150 kg/s ni tashkil etadi. Quruq konsentratni suyuqlantirishda unumdorlik 270-300 kg/s gacha yetadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Muntazam ravishda suyuqlangan oltingugurtli konsentrat suyuqlantirgichdan (1) 120-130°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% (eritmada SiO₂ ning konsentratsiyasi 3 g/l) ni tashkil etadi.

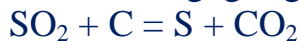
Oltingugurt bug'ining olinishi. Bug' holatdagi oltingugurtni rangli metallurgiya, neftni qayta ishlash, neft va tabiiy gazning yo'ldosh gazlari va boshqalardan ajratib olinadi. Shunday qilib, oltingugurt bug'i gazlarni tozalash jarayonlarining chiqindisi hisoblanadi va shuning uchun elementar oltingugurtning 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, kvarts 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:

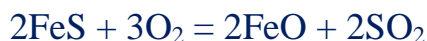
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



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.

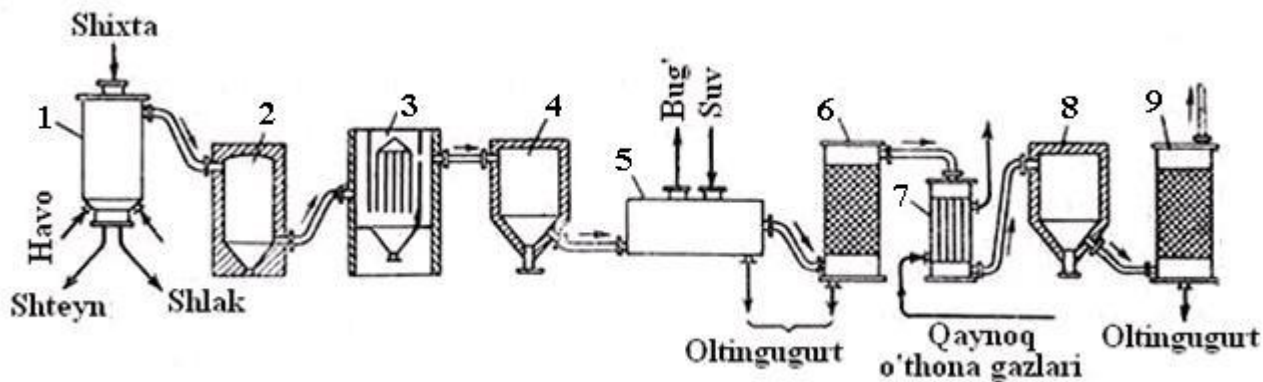
Sulfit anhidridning ko‘mir bilan qaytarilishida elementar oltingugurtdan tashqari turli xildagi oltingugurtli birikmalar (uglerod sulfid, uglerod sulfoksid va boshqalar) hosil bo‘ladi. Bundan tashqari, shixtadagi namlik va havo oltingugurt bilan ta’sirlashib, ma’lum miqdorda vodorod sulfid hosil qiladi:



Oltingugurt birikmalari (CS_2 , COS , H_2S) pechning to‘rtinchi zonasida hosil bo‘ladigan sulfit anhidrid 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.



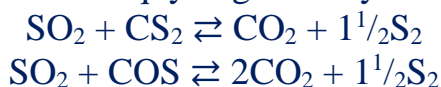
2.2-rasm. Mis kolchedanidan oltingugurt bug‘i olish tasviri:

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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Pechdan (1) chiqadigan gazlar changtutgichga (2) yuboriladi, u yerda yirik zarrachali chang ushlab qolinadi, soʻngra changdan toʻla tozalash uchun elektrofiltrga (3) uzatiladi.

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



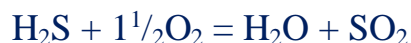
Reaksiya paytida gazning harorati 450°C gacha koʻtariladi, shuning uchun reaksiya kamerasidan chiqayotgan gaz bugʻ yutgich qozonida (5) 130°C haroratgacha sovutiladi, u yerda oltingugurtning asosiy qismi kondensatlanadi. Oltingugurtning qolgan qismi esa poʻlat halqachalar toʻldirilgan toʻldirgichli minorada (6) ushlab qolinadi. Soʻngra sovutilgan gaz qizdirgich (7) orqali ikkinchi reaksiya kamerasiga (8) yuboriladi, u yerda xuddi shunday katalizator (boksit) ishtirokida 200-250°C haroratda sulfit angidrid gazdagi qolgan vodorod sulfid bilan taʼsirlashadi:



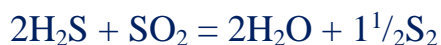
Shundan soʻng gazdan oltingugurtni ajratib olish uchun birin-ketin ikkinchi qozon yutgich (rasmda koʻrsatilmagan) va minoradan (9) oʻtadi.

Oltingugurtning koʻp miqdori yoqilgʻi va texnologik gazlarni tozalash jarayonidan ajratib olinadigan vodorod sulfiddan olinadi. Bunday oraliq mahsulot sifatida olinadigan vodorod sulfiddan hoʻl kataliz usuli boʻyicha sulfat kislota ishlab chiqarishda yoki elementar oltingugurt olishda foydalaniladi. Agar mintaqada sulfat kislota ehtiyoj boʻlmasa yoki isteʼmolchi kam boʻlsa, u holda sulfit angidrid 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 H₂S umumiy miqdorining $\frac{1}{3}$ qismi havo bilan aralashtirilib yoqiladi, natijada sulfit angidrid hosil boʻladi:



Soʻngra bu gazlar aralashmasiga H₂S ning qolgan qismi aralashtiriladi va gazlar aralashmasi reaktorga yuboriladi, u yerda katalizator ishtirokida vodorod sulfid va sulfit angidridan oltingugurt hosil boʻladi:



Hosil qilingan oltingugurt bugʻlari sovuq yuzada kondensatlanadi.

Hozirgi paytda kolchedandan elementar oltingugurt olish ham katta amaliy qiziqish uygʻotmoqda (bu jarayonlar boʻyicha 400 dan ortiq ixtirolarga patentlar mavjuddir). Gap shundaki, 1 t kolchedan oltingugurtini tashish elementar oltingugurtga nisbatan 2 martadan ham koʻp harajatlar talab etadi; bundan tashqari,

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

oltingugurni sulfat kislotaga qayta ishlashning kapital va ishlatish harajatlari sulfat kislotani 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:



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	-	-

Rangli metallurgiya va aglomeratsiya gazlari. O'txona va yonilg'i gazlari. 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 kislotaga 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 kislotaga olish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari,

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

chiqindi gazlari tarkibidagi oltingugurt oksidlarini tutib qolinishi hisobiga metallurgiya korxonalarida 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 kislotasi 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 jihozlarning holatiga, shuningdek kuydirish jarayoni sharoitiga bog'liqdir. Shunga bog'liq holda bunday gazlardagi sulfat 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 sulfat 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 xossalari yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshiriladi). Bunda ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfat angidridga aylanadi va aglomeratsiya gazlari tarkibiga o'tadi. Temir rudasida oltingugurt miqdori ko'p bo'lganda aglomeratsiya gazlari 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 metallurgiyaning aglomeratsiya gazlarini ulardagi SO_2 ni turli xil yuttiruvchi materiallar yordamida ushlab qolish va so'ngra undan konsentrlangan sulfat 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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 sulfid angidrid hosil bo'ladi. Qolgan kuyundi maydalangandan so'ng sement hisoblanadi. O'zbekistonda gipsdan sulfat kislota ishlab chiqarilmaydi, chunki bizda sulfat kislota ishlab chiqarish uchun gipsga nisbatan ancha arzon bo'lgan boshqa 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 eritmaları. Metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil bo‘ladigan chiqindi eritmalar yuvindi eritmaları deyiladi. Yuvindi eritmaları tarkibida 2-4% erkin H_2SO_4 va 25% gacha $FeSO_4$ bo‘ladi. Yuvindi eritmalaridan temir sulfatning asosiy qismi $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ tarzida ajratib olinadi va qoldiq eritma yuvish vannalariga qaytariladi. Yuvindi eritmaları regeneratsiyalashdan ajratilgan temir kuporosi mahsulot sifatida chiqariladi.

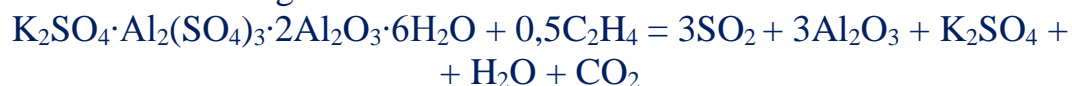
Ayrim qurilmalarda yuvindi eritmalaridan oldindan temir kuporosini ajratib olmasdan sulfat kislotasi olinadi. Bunday hollarda yuvindi eritmalaridagi sulfat kislotasi ortiqcha miqdordagi kuyundi bilan neytrallanadi va bu aralashma pechlarda ko‘mir bilan qaytariladi. Hosil qilingan sulfit angidrid sulfat 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Nazorat uchun savollar

1. Sulfat kislota ishlab chiqarishda qanday xomashyo turlari ishlatiladi?
2. Oltिंगugurt kolchedanlarining tarkibi va turlarini ayting.
3. Rangli metallurgiya gazlaridan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
4. Oltिंगugurtning ishlatilish sohalarini ayting.
5. Oltिंगugurtning xossalarini ayting.
6. Tabiiy rudalardan oltिंगugurt qanday olinadi?
7. Oltिंगugurt bug‘ining olinish usullarini ayting.
8. Aglomeratsiya gazlari qanday maqsadlarda ishlatiladi?
9. O‘txona va yoqilg‘i gazlari nima uchun tozalanadi?
10. Sulfatli xomashyolarning yana qanday turlarini bilasiz?
11. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kelajakdagi xomashyosi nimalar bo‘lishi mumkin?

3-MAVZU: OLTINGUGURTLI XOMASHYOLARNI KUYDIRISH

Reja:

1. Oltिंगugurtli xomashyolarni kuydirishning fizik-kimyoviy asoslari
2. Kolchedanni kuydirish pechlari
3. Oltिंगugurt va gzsimon xomashyolarni yoqish pechlari
4. Kuyundi gazlarini changdan tozalash
5. Konsentrlangan sulfit angidrid olish

Oltिंगugurtli xomashyolarni kuydirishning fizik-kimyoviy asoslari

Oltिंगugurtli xomashyolarni yonish reaksiyalari. Tarkibida sulfit angidrid tutgan gazli aralashmalar texnikada sulfitli gazlar deyiladi. Sulfitli 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 oltिंगugurt bug‘lari hosil bo‘ladi:



Oltिंगugurtning ajralishi 500°C haroratdan boshlanadi va haroratning oshirilishi natijasida tezlashadi. Oltिंगugurt bug‘lari oltिंगugurt dioksid hosil qilish bilan yonadi, xuddi shunday jarayon elementar oltिंगugurt yonganda ham kuzatiladi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 Fe₂O₃ yoki temir kuyundisi Fe₃O₄ hosil bo'lishi bilan kechadi:



yoki



Yuqori harorat, gaz tarkibidagi sulfit anhidrid miqdorining ko'p bo'lishi va yonmagan kolchedan miqdorining nisbatan katta bo'lishi Fe₃O₄ hosil bo'lishi uchun qulay sharoit yaratadi. Yonish jarayonida kolchedan tarkibidagi qo'rg'oshin, magniy, kalsiy, bariy sulfatlari parchalanmaydi. Kuydirish jarayonida metallar karbonatlari parchalanishi natijasida karbonat anhidrid 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 anhidridning keyingi bosqichdagi katalitik oksidlanish tezligini pasaytiradi.

Kolchedanning kuyundi bilan oksidlanishi natijasida (jarayon 800°C haroratda amalga oshiriladi) yuqori konsentratsiyali sulfit anhidrid 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 anhidrid olishning avtotermik jarayon bo'lishligini ta'minlaydi.

Rux aldamasi kuydirilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Vodorod sulfid yoqilganda esa sulfit anhidrid bilan birgalikda suv bug'i ham hosi bo'ladi:



Gips CaSO₄·2H₂O qizdirilganda dastlab kristallizatsiya suvi ajraladi, so'ngra kalsiy sulfat (anhidrit) parchalanadi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Uning to'la parchalanishi 1400-1500°C haroratda amalga oshadi. Parchalanish haroratini pasaytirish uchun ko'mir qo'shish kerak. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



CaSO₄ 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 (Fe₂O₃ 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 FeS₂ 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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

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

Shuni ham ta’kidlash lozimki, gazli aralashmadagi kislorod miqdorining ortishi bilan xomashyoning alanganish harorati ortadi. Buni gaz tarkibida kislorodning ortishi bilan kolchedan sirtida temir sulfatdan iborat mustahkam himoya pardasining hosil bo‘lishi bilan izohlanishi mumkin.

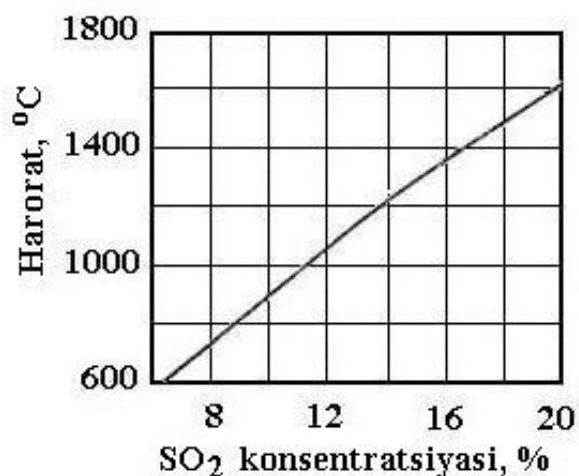
Kolchedanning yonish issiqligi asosan hosil bo‘ladigan gaz va kuyundining qizishi uchun sarflanadi. Shuning uchun kolchedanni yonish harorati va kuyundi gazining harorati (pechga kiradigan gazning harorati 0°C bo‘lganda) umumiy holda quyidagi tenglama bilan hisoblanishi mumkin:

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

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 oltinugurtning 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 anhidrid bo‘lgan gaz olish imkoniyatlari cheklanadi. Vaholanki, oltinugurtning yoqish pechlarining o‘lchami kichik va bunda atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik oz bo‘lsada, 3.1-rasmda keltirilgan grafikdan faqatgina mo‘ljal hisoblari uchun foydalanish mumkin.



3.1-rasm. Oltिंगugurtni 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 H₂S 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°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 alanganish xususiyatiga egadir. Vodorod sulfidni kislorod bilan aralashmasining alanganish harorati 220-235°C ni, havo bilan aralashmasi esa 346-379°C ni (ayrim ma’lumotlarga ko‘ra 290°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‘imlari 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, °C; a – vodorod sulfid gazidagi H₂S miqdori, %; δ - koeffitsient.

Oltिंगugurt tutgan xomashyoni yonish tezligi. Kolchedanning yonish tezligi FeS₂ ning oltिंगugurt va FeS ga parchalanish tezligiga, shuningdek temir sulfid FeS

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 %.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Agar xomashyoni kuydirish jarayonidagi SO₃ ning hosil bo'lishi hisobga olinmasa, yuqoridagi tenglama quyidagicha ifodalanadi:

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

3.1-jadvalda bu tenglamalar asosida turli xomashyolardan hosil qilingan kuyundi gazidagi kislorod miqdorini hisoblash formulalari keltirilgan. Agar 3.1-jadvalda keltirilgan xoxlagan tenglamadagi C_{O₂} ni nolga teng (ya'ni kislorod yo'q) deb olinsa, kuyundi gazidagi SO₂ ning nazariy miqdori kelib chiqadi.

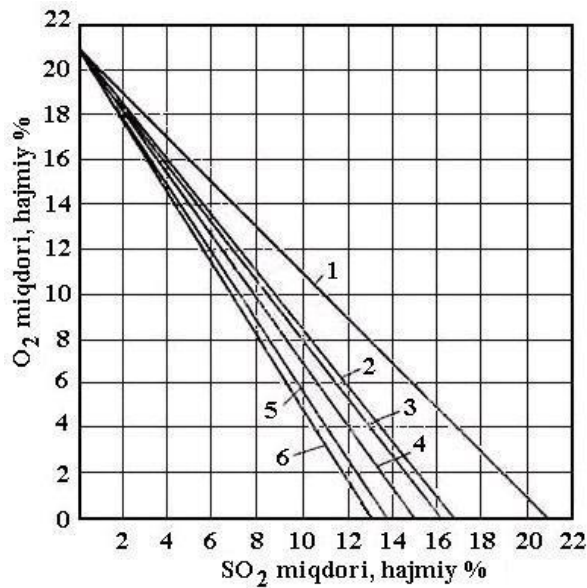
3.2-rasmda turli xildagi oltingugurtli xomashyolarning havoda yonishidan olingan kuyundi gazidagi sulfid angidrid va kislorod miqdorlarining bog'liqlik grafigi tasvirlangan.

3.1-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, %
Oltingugurt	S+O ₂ = SO ₂	1,0	21	$C_{O_2} = 21 - C_{SO_2}$	21,0
Kolchedan havoda	4FeS ₂ +11O ₂ = = 2Fe ₂ O ₃ +8SO ₂	1,375	21	$C_{O_2} = 21 - 1,296C_{SO_2}$	16,2
tarkibida 45% O ₂ tutgan aralashmada	3FeS ₂ +8O ₂ = = Fe ₃ O ₄ +6SO ₂	1,333	21	$C_{O_2} = 21 - 1,263C_{SO_2}$	16,6
Rux aldhamasi	2ZnS+3O ₂ = = 2ZnO+2SO ₂	1,5	21	$C_{O_2} = 21 - 1,395C_{SO_2}$	15,05
Vodorod sulfid	2H ₂ S+3O ₂ = = 2H ₂ O+2SO ₂	1,5	21	$C_{O_2} = 21 - 1,605C_{SO_2}$	13,08

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



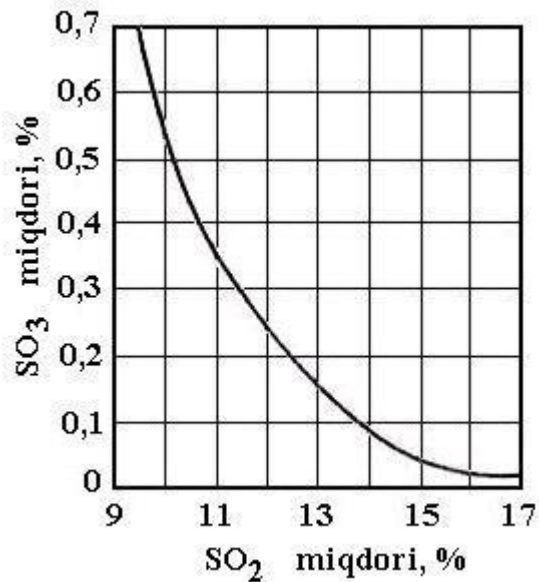
3.2-rasm. Turli xildagi oltingugurtli xomashyolarning havoda yonishidan olingan kuyundi gazidagi sulfit anhidrid va kislorod miqdorlarining bog'liqlik grafigi:

1—oltingugurt; 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 anhidridning bo'lishi xomashyoni kuydirish haroratiga, kuyundi gazdagi kislorodning konsentratsiyasiga, pechning tuzilishiga va boshqa sulfit anhidridning oksidlanish jarayoni tezligini oshiruvchi hamda uning kuyundi bilan to'qnashuv vaqtini belgilaydigan (masalan, kolchedan zarralarining o'lchami va uning aralashirish intensivligi kabi) bir qancha omillarga bog'liqdir.

Kolchedanni mexanik pechlarda kuydirilganda SO₃ miqdori SO₂ ning umumiy miqdorini 5-10% qismini tashkil etadi, chang holatida kuydirish pechlarida kuydirilganda esa SO₃ miqdori nisbatan kam (2-3%) hosil bo'ladi.

Qaynovchi qatlam pechlarida kolchedanni havo bilan aralashishi tez suratta bo'lganligi sababli xomashyoni kuyishi katta tezlikda sodir bo'ladi, shuning uchun qaynovchi qatlamli pechlardan ko'p miqdorda sulfit anhidrid (15% gacha SO₂) tutgan kuyundi gaz olinadi, chunki gazda xattoki kislorod miqdori oz darajada bo'lsada, kuydirish jarayonining tezligi yetarlicha yuqori darajada qoladi. SO₂ konsentratsiyasining katta (kislorod miqdorining kam) va kuydirish haroratining yuqori bo'lishi hisobiga sulfit anhidridning SO₃ ga oksidlanishi qaynovchi qatlam pechlarida sezilarli darajada bo'lmaydi; SO₃ miqdori qanchalik kam bo'lsa, kuyundi gazi tarkibidagi SO₂ konsentratsiyasi ham shunchalik darajada yuqori bo'ladi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Qaynovchi qatlam pechlarida kuyundi gazidagi SO₂ miqdorining SO₃ miqdoriga bog‘liqlik grafiqi.

Vodorod sulfid gazi yoqilganda hosil bo‘ladigan kuyundi gazi tarkibidagi asosiy komponentlar miqdori (agar vodorod sulfidga O₂ 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 SO₂, O₂ va H₂O miqdorlari (pechdan chiqadigan), hajmiy % hisobida; a, c – vodorod sulfid gazidagi H₂S va H₂O miqdorlari, hajmiy % hisobida; d – havodagi H₂O miqdori, hajmiy % hisobida; δ - 1 m³ vodorod sulfid gaziga to‘g‘ri keladigan havo hajmini ifodalaydigan koeffitsient (gazlar hajmi normal sharoitga keltirilgan deb hisoblanadi).

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 As_2O_3 , Se_2O_3 , 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 tegishli 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 ftorid 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

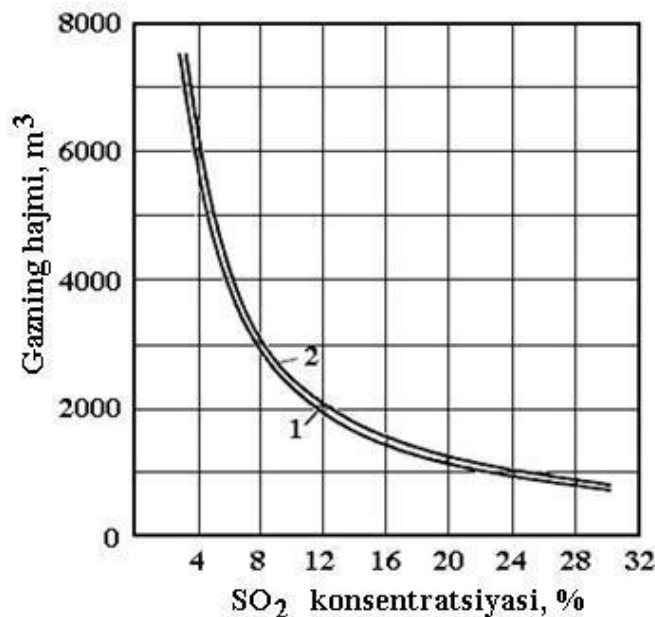
Qaynoqchi qatlam pechlarida gazning kuyundi bilan yaqindan bir-biriga tegib turishi sababli selenning ko‘p qismi mexanik pechlardagiga nisbatan kuyundi tarkibida qoladi.

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 (3.4-rasm).



3.4-rasm. 1 t sulfat kislotaga qayta ishlanadigan gaz hajmi (normal sharoitda):

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

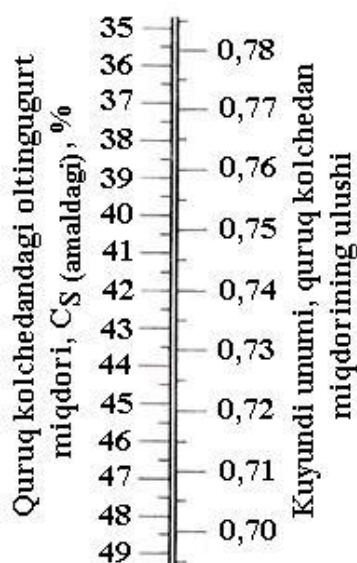
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

Kuyundining amaldagi unumi (quruq kolchedan miqdoriga nisbatan ulushlarda) 3.5-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.



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

Turli xildagi xomashyolarni kuydirish reaksiyalari uchun $C_{S(nazariy)}$ va φ kattaliklar qiymatlari 3.2-jadvalda keltirilgan.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

3.2-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 aldamasi	$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$	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:

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

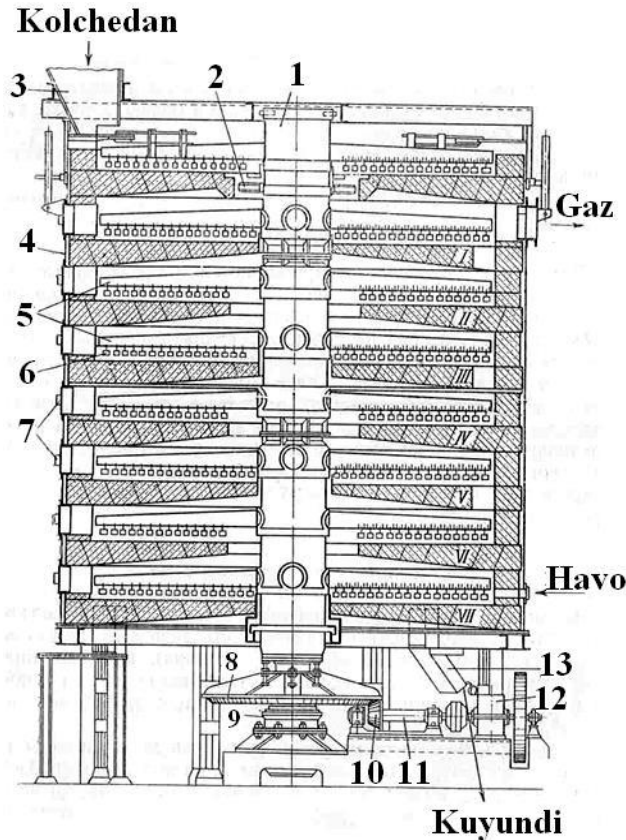
Oltingugurt kuyundida temir va mis bilan birikmasi (asosan temir sulfid FeS) tarzida, shuningdek kalsiy, bariy va boshqalarning sulfatlari shaklida bo‘ladi. Kuyundida, shuningdek, silikatlar va kolchedandagi turli qo‘shimchalarning oksidlanish mahsulotlari ham bo‘ladi.

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 tirqish orqali chiqarib olinadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Taxmonli mexanik pech. Mexanik pechlar ichida Voskresensk kimyo zavodi (VKZ) ning bir necha tokchalaridan iborat taxmonli pechi keng tarqalgandir. 3.6-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.



3.6 – 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 tokchaning 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 mahkallangan tishli katta g'ildirakka (8) uzatadi.

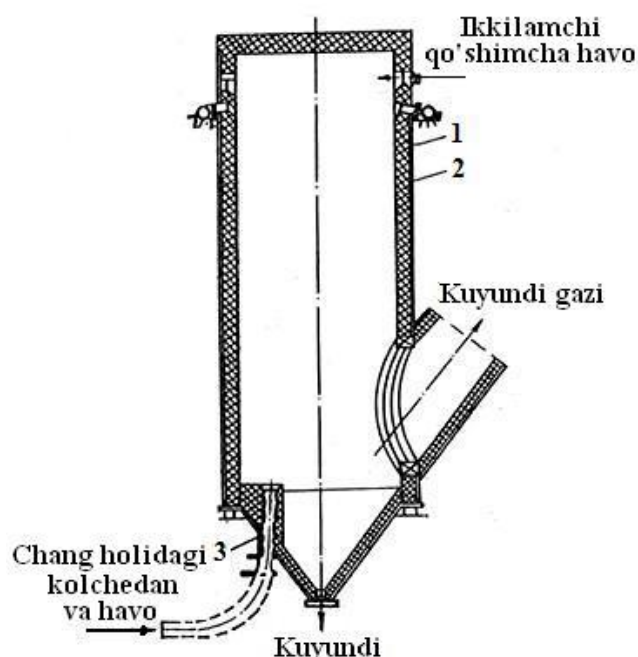
Sutkasiga pech tokchasining 1 m^3 yuzasida kuydiriladigan xomashyo miqdori (tarkibida 45% S bo'lgan quruq shartli kolchedan hisobida) mexanik pechning jadalligini ifodalaydi. VKZ pechlarida 32-35 t/sutka shartli kolchedan kuydiriladi, bu $225\text{-}250 \text{ kg/m}^2$ jadallikka to'g'ri keladi. Bunday 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 3.7-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.



3.7-rasm. Chang holatida kolchedanni kuydirish pechi:

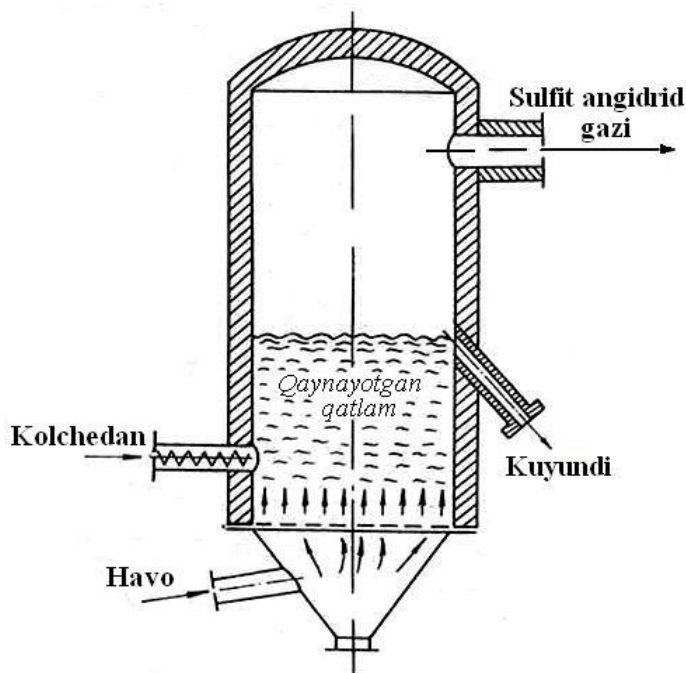
1 - g'ilof; 2 - qoplama; 3 – forsunka.

Bunday pechlar mexanik pechlarga qaraganda anchagina sodda tuzilgan hamda ularning ish jadalligi 3-4 marta ko'pdir. Hosil bo'layotgan gazlar aralashmasida 10-11% SO₂ 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 (3.8-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 aralastiradi, bunda kolchedan xuddi qaynayotgandek bo'ladi, shuning uchun ham bu jarayon qaynovchi qatlamli kuydirish deyiladi. Kolchedan to'r bo'ylab harakat qilish davrida kuyadi.



3.8-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 elektrofiltrdan o‘tkazish orqali changdan to‘la tozalanadi.

Qaynovchi qatlam pechlarida nafaqat kolchedan flotokonsentrat, 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

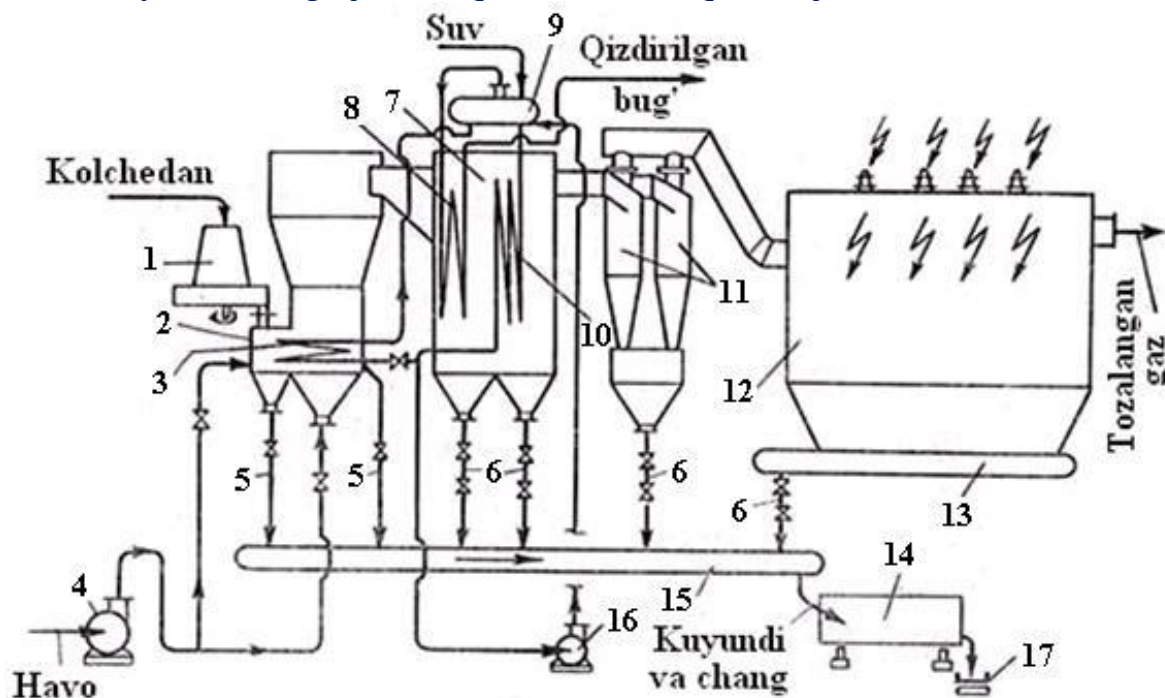
3.9-rasmda qaynovchi qatlamda kolchedanni kuydirish uchun qurilmaning tasviri keltirilgan.

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 $400-450^{\circ}\text{C}$ 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 elektrofiltrda (12) esa changdan to‘la tozalanadi va so‘ngra sulfat kislotaga qayta ishlash uchun yuboriladi. Qaynovchi qatlamli pechdagi kuyundi, qozon-yuttirgich bunkerlaridagi, siklonlardagi va elektrofiltrdagi chang kukunlari transportyorga (15) tushadi, so‘ngra sovutish barabanida (14) sovutiladi va lentali transportyor (17) yordamida sexdan chiqarib tashlanadi.

Kuyundi gazida sulfat anhidridning bo‘lishi o‘rinsizdir, chunki bu elektrofiltr elektrodlarida chang qatqaloqlarining hosil bo‘lishga olib keladi. Qaynovchi qatlam pechlari kuyundi gazlarida esa SO_3 miqdori sezilarsiz darajada bo‘ladi, bu esa uning ustunliklaridan biri hisoblanadi. Lekin sulfat kislotali tizimning keyingi bosqichlarida gazning sovush jarayonida sulfit anhidridning oksidlanishi natijasida qo‘shimcha

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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



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

1 – ta'minlash bunkeri; 2 – qaynovchi qatlam pechi; 3 – sovutgich 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 – sovutgich baraban; 15 – transportyor; 16 – sirkulyatsiya nasosi; 17 – kuyundi va changni yo'qotish uchun lentali transportyor.

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 SO_2 ning SO_3 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 m^3 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

olinadigan bug‘ bosimi 24,5 dan 123 bar (25-125 atm) ga, bug‘ harorati 500°C gacha yetadi (3.3-jadval).

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 (3.3-jadval), 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

3.3-jadval

Qaynovchi qatlam pechlarining ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Kolchedan		Ruxli konsentrat, «Elektrorux» 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

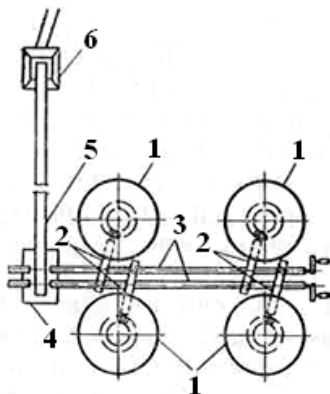
Pechlarga kolchedanni tashlash va kuyundini yo‘qotish. Pechning tuzilishi va quvvatiga bog‘liq holda pech bo‘linmasida kolchedanni pechga berilishi turlicha amalga oshiriladi. Odatda yetarlicha hajmga ega bo‘lgan bir necha bunker o‘rnatiladi, ularga kolchedan ombordan yoki maydalash bo‘linmasidan zanjirli 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.

3.10-rasmda sovutuvchi shneklar yordamida VKZ pechlaridan kuyundini yo‘qotish tizimining tasviri keltirilgan. Pech tirqishlaridan (1) kuyundi shnek-so‘ndirgichga (2) sepiladi, u yerga sovutuvchi 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 aralastirgich 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.



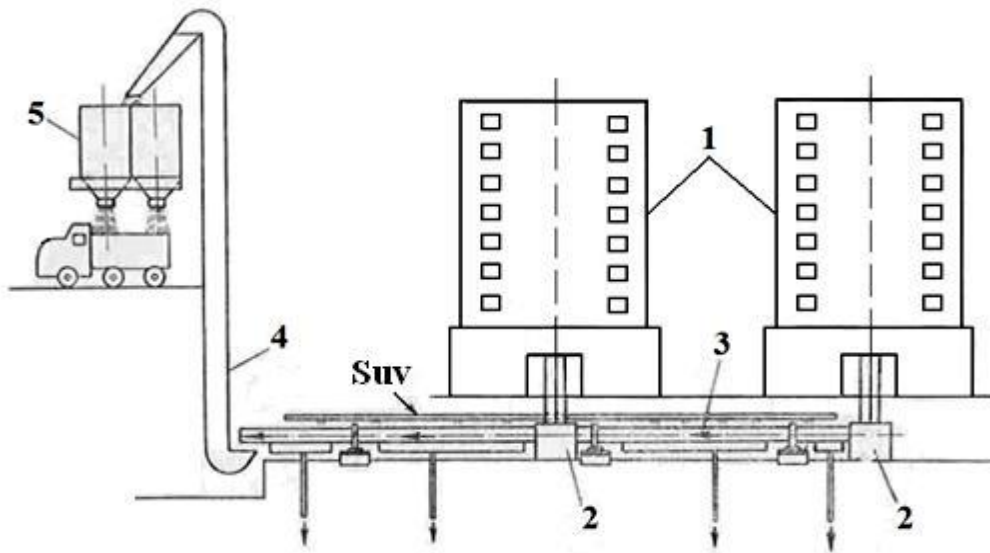
3.10-rasm. Shneklar yordamida kuyundini yo‘qotish tizimining tasviri:

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 tirgishidan 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.

3.11-rasmda kuyundini yo'qotish uchun sovutgich-quvurli tashuvchi qurilma tasviri keltirilgan. Kuyundi pech tirgishidan (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.



3.11-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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

Oxirgi yillarda *gidravlik va pnevmatik usullarda* kuyundini 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 kvт-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 aerzoldagi 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 kvт-soatga yetadi.

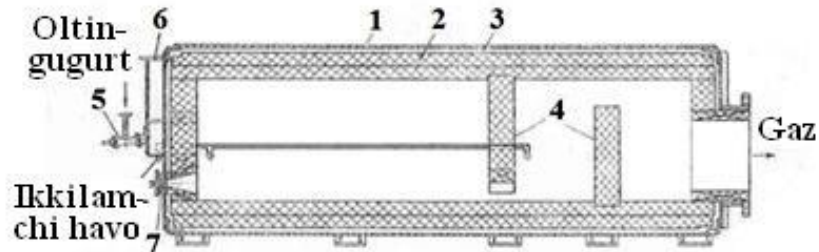
Kuyundining ishlatilishi. Kolchedanni kuydirish natijasida hosil bo‘ladigan kuyundi tarkibida qariyb 50% temir bo‘ladi va u cho‘yan ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xomashyo hisoblanadi. Lekin pechlardan yo‘qotiladigan kuyundi domna jarayoni uchun yaroqsizdir, chunki unda ko‘p miqdordagi oltingugurt 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 gazzimon xomashyolarni yoqish pechlari

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

To'zg'itilgan holatida oltinugurtni yoqish uchun pech (3.12-rasm) o'tga chidamli g'ishtlar (2) bilan niqoblangan gorizontal (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.



3.12-rasm. To'zg'itilgan holatida oltinugurtni 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.

Oltinugurtni 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 oltinugurtni to'zg'itish yuqori bosimli mexanik forsunkalarda [ularga suyuqlantirilgan oltinugurt 12 bar (qariyb 12 atm) bosim ostida beriladi] va past bosimli forsunkalarda [ularda suyuqlantirilgan oltinugurtni 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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, oltingugurtni qattiq qo'shimchalardan tozalash 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

yirik qum zarrachalaridan qaynovchi qatlam hosil qilinadi. Pechga qattiq oltingugurt beriladi, shuning uchun suyuqlantirgich, suyuq oltingugurtni uzatish nasoslari, oltingugurtni suyuqlantirish uchun bug‘ harajatlari va boshqalarning keragi bo‘lmaydi.

Oltingugurtni 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, $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$; Q – o‘txonadan chiqadigan issiqlik miqdori, kJ/s ; V – o‘txona hajmi, m^3 .

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Vodorod sulfid yoqish uchun pechlarni hisoblashda oʻtxona boʻshligʻining quvvati I ni 600-800 mj/(m³·s), yoki 150-200 ming kkal/(m³·s) deb qabul qilinadi.

Kuyundi gazlari issiqligidan foydalanish. Oltinugurtli xomashyo kuydirilganda va sulfat angidridni sulfat kislotaga qayta ishlashda koʻp miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. 3.4-jadvalda turli xildagi xomashyolardan 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil boʻladigan issiqlik miqdori haqidagi maʼlumotlar keltirilgan.

3.4-jadvaldan koʻrinadiki, umumiy issiqlikning 52-65% qismi oltinugurtli xomashyolarni kuydirilishidan ajralib chiqadi, shuning uchun pech boʻlinmasida birinchi navbatda ajraladigan issiqlikdan foydalanishni yoʻlga qoʻyishni nazarda tutiladi. Vaholanki, 1 t H₂SO₄ olish uchun 50-100 kvt·s elektroenergiya sarflanadi, bunda sulfat kislota zavodlarida ajraladigan issiqlikning maʼlum qismidan samarali foydalanish orqali oʻz-oʻzini toʻla elektroenergiya bilan taʼminlanishiga erishish mumkin. Qaynovchi qatlam pechlarida 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda 1,2 t gacha bugʻ olinadi, yaʼni ajraladigan issiqlikning qariyb 46% miqdoridan foydalaniladi. Shunday qilib, sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatlari energiya taʼminotchisiga ham aylanishi mumkin, natijada sulfat kislota tannarxi keskin pasayadi.

3.4-jadval

1 t H₂SO₄ olishda ajralib chiqadigan energiya miqdori
(SI sistemasiga hisoblash koeffitsienti: kkal x 4,19 = kj)

Koʻrsatkichlar	Kolchedan	Oltinugurt	Vodorod sulfid
Xomashyoni yondirilishidan ajraladigan issiqlik, mln kkal	1,04	0,72	1,26
SO ₂ ni kislotaga qayta ishlanishidan ajraladigan issiqlik, mln kkal	0,66	0,66	0,66
Hammasi.....	1,70	1,38	1,92

SO₂ ning kontaktlanish va sulfat kislota hosil boʻlish issiqliklaridan qoʻshimcha foydalanishda (bu yoʻnalishlarda izlanishlar olib borilmoqda) issiqlikdan foydalanish ulushi ortadi va sulfat kislota ishlab chiqarish yanada iqtisodiy jihatdan tejamliroq boʻladi.

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

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 qariyib 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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

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:

$$w = \frac{d^2 \rho_1 g}{18\mu}$$

Bu formulaga 1 mm dan kichik diametrlil zarrachalar uchun gazdagi molekular 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.

3.5-jadvalda havodagi kuyundi changlarini cho‘kish tezligini birinchi formula orqali hisoblangan ma‘lumotlar keltirilgan. Bunda $\rho_1 = 3000 \text{ kg/m}^3$, havoning harorati 20°C va qovushqoqligi $\mu = 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ kg/m}\cdot\text{sek}$ etib belgilangan.

3.5-jadval

Havodagi kuyundi changning 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 diametrlil 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).

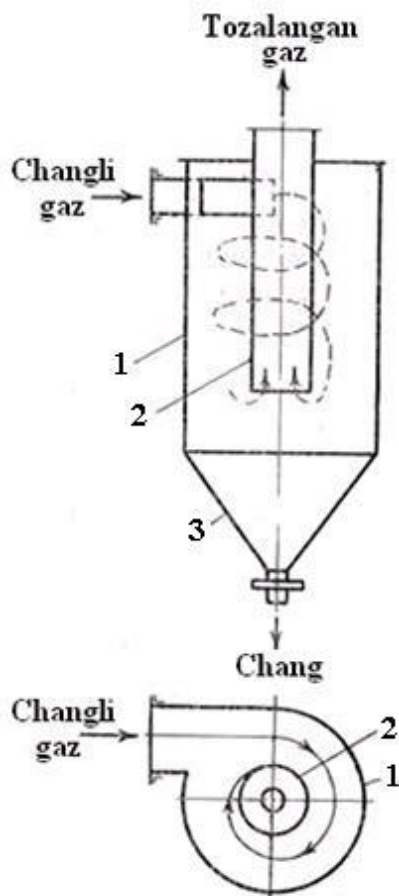
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

Siklonning ishlash tizimi 3.13-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 ($\sim 40 \text{ mm. sim. ust. ga yetadi}$).



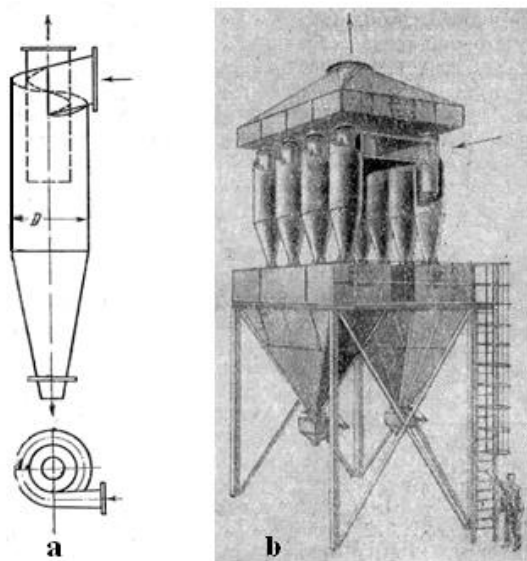
3.13-rasm. Siklon:

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

3.14-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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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 (3.6-jadval).



3.14-rasm. NIIOGAZ siklonlarining ishchi holatda joylanishi:

a – bittalik siklon; b – siklonlar batareyasi.

3.10-jadval

SN-15 turidagi NIIOGAZ siklonlarida gazlarni changdan tozalashning taxminiy koeffitsientlari

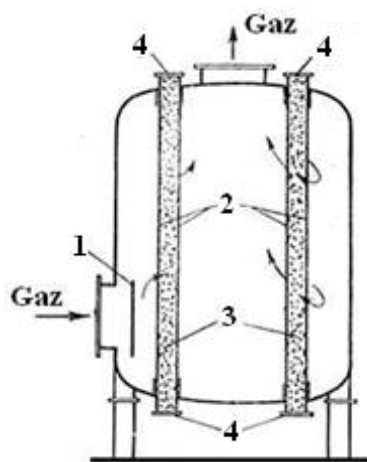
Siklon diametri D , mm	Zarrachalarning shartli diametri, mkm		
	5	10	20
Tozalash koeffitsienti, %			
800	50	85	97,2
600	55	87	98,0
400	69	89	98,5
200	77	93	99,0
100	83	95	99,5

3.15-rasmda filtr tasvirlangan, unda ikkita konsentrik to'rlar (2) orasidagi halqali bo'shliqqa filtrlovchi material (pemza, qum yoki boshqalar) joylashtirilgan. Bunday jihoz oltingugurtdan sulfat kislota 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.



3.15-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 (3.16a-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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

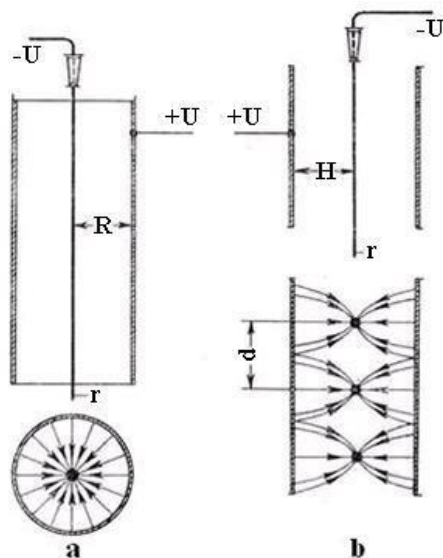
Plastinkali elektrofiltrlarda choʻktiruvchi elektrod vazifasini plastinkalar, tojsimon elektrodlar esa plastinkalar orasiga bir-biridan va plastinkadan bir xil masofada joylashgan qator simlar tarzida joylashtiriladi (3.16b-rasm).

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

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

bu yerda: V – potentsiallar farqi, v; x – quvur markazidan kuchlanishni oʻlchash nuqtasigacha boʻlgan masofa, sm; R – quvur radiusi, sm; r – tojsimon elektrod (sim) radiusi, sm.

Bu tenglamadan koʻrinadiki, maydon kuchlanishi qanchalik katta boʻlsa, oʻlchash nuqtasi ham sim asosiga yaqin boʻladi; maksimal kuchlanganlik tojsimon elektrod sirtida yuzaga keladi.



3.16-rasm. Quruq elektrofiltrlar tizimining tasviri:

a – quvurli elektrofiltr; b – plastinkali elektrofiltr (strelkalar bilan elektronlar oqimining yoʻnalishi koʻrsatilgan); n – elektrodlarga beriladigan kuchlanish; R – quvurli choʻktiruvchi 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 boʻlmagan boʻshliqdagi ionlanish maydoni toj maydoni deyiladi. Bu maydonda xarakterli chaqnash va tovush hosil boʻladi. Toj maydonida musbat va manfiy zaryadlangan ionlar boʻladi; chang zarrachalari bilan toʻqnashib, ionlar ularni zaryadlaydi. Zaryadlangan chang zarrachalari elektr maydoni taʼsirida qarama-qarshi zaryadli

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

Elektrofiltrdagi 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. Elektrofiltrdagi zarrachalarning amaldagi harakat tezligi yuqoridagi hisoblashdan olingan qiymatga nisbatan taxminan 2 marta kichik bo‘ladi.

Elektrofiltrdagi 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 – elektrofiltr o‘lchamini va elektrofiltrdagi gazning tezligini tavsiflaydigan koeffitsient.

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

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

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

olti qirrali cho‘ktiruvchi elektrodli

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

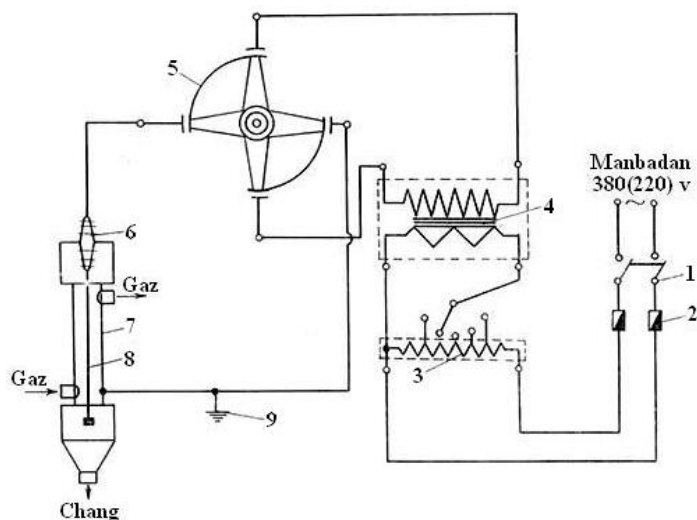
bu yerda: L – elektr maydoni uzunligi, m; v – elektrofiltrdagi gazning tezligi, m/sek; R – quvur radiusi, m; H – cho‘ktiruvchi va tojsimon elektrodlar orasidagi masofa, m; S – cho‘ktiruvchi elektrodning faol perimetri (uning geometrik shakliga bog‘liq), m; Q – cho‘ktiruvchi elektrod ko‘ndalang kesimining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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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 changliliigi (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 3.17-rasmda keltirilgan.



3.17-rasm. Elektrofiltrlar manbasining prinsipial elektrik tizimining tasviri:

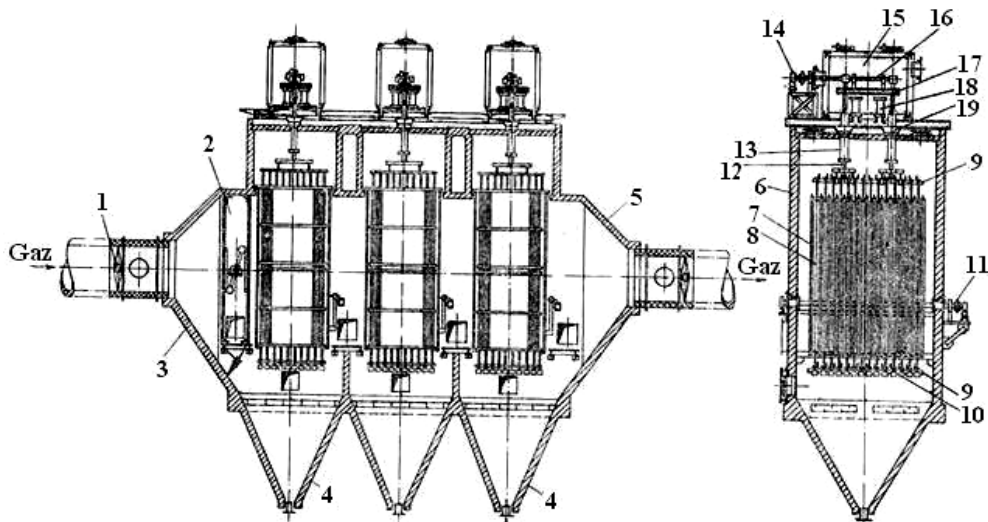
1 – elektr ulab-uzgich; 2 – elektr saqlagich; 3 – kuchlanishni boshqargich; 4 – kuchaytiruvchi transformator; 5 – voltli to'g'rilagich; 6 – muhofazalagich (izolyator); 7 – cho'ktiruvchi elektrod; 8 – tojsimon elektrod; 9 – yerga uzatgich.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

elektrodlar (8) to'g'rilagichning (5) manfiy manbasiga ulanadi, cho'ktiruvchi elektrodlar esa to'g'rilagichning musbat manbasi sifatida yerga ulanadi. Shunday qilib, elektrofiltrning elektrodlarida kuchlanishni moslashtirish orqali ular orasida kuchli elektr maydoni hosil qilinadi.

Gazlarni kuyundi changlaridan elektrik tozalash uchun asosan plastinkali (to'rli) cho'ktiruvchi elektrodlil elektrofiltrlar qo'llaniladi. Keyingi yillarda ko'pincha OG-3 (kuyundili uch taxmonli) va OG-4 turidagi ko'p taxmonli elektrofiltrlardan foydalanish keng tarqalgan. Uch taxmonli elektrofiltr tasviri 3.18-rasmda keltirilgan.



3.18-rasm. Gorizontal holatdagi quruq uch taxmonli plastinkali elektrofiltr konstruksiyasining tasviri:

1 – droselli klapan; 2 – chayqalib turuvchi gaz taqsimlagich to'r; 3 – diffuzor (jihozning bosim oshadigan qismi); 4 – bunkerlar; 5 – konfuzor; 6 – elektrofiltr korpusi; 7 – cho'ktiruvchi elektrod; 8 – tojsimon elektrod; 9 – tojsimon elektrodlarning ustki va ostki ramalari; 10 – yuklar; 11 – cho'ktiruvchi 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 – cho'ktiruvchi elektrodni chayqatish mexanizmi; 17 – tik tayanchga tayanadigan ko'ndalang balka (traversa, to'sin); 18 – izolyatorlar tayanchi; 19 – kvarsli voronkalar.

Elektrofiltr korpusi (6) tashqi qismi issiqlik yo'qolishidan muhofazalangan (izolyatsiyalangan) o'tga chidamli betondan yoki po'latdan tayyorlangan. Elektrofiltrning ichki kamerasida cho'ktiruvchi elektrodlar (7) bilan tojsimon elektrodlar (8) orasidan iborat uchta cho'ktiruvchi qurilma – maydon joylashgan. Cho'ktiruvchi elektrodlar po'lat ramaga tortilgan 3 mm diametrli po'lat simdan to'qilgan to'r ko'rinishida bo'ladi. Har bir kamerada bir necha to'r bir-biridan 250 mm masofada ajratilgan holda o'rnatilgan. Setkalar orasida 2 mm diametrli nixrom simidan tayyorlangan bir necha tojsimon elektrodlar tortilgan; bu elektrodlar orasidagi

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

masofa ham 250 mm bo'ldi. Elektrofiltarning barcha metall detallari, shu jumladan cho'ktiruvchi elektrodlar yerga ulangan bo'ldi.

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

Elektrofiltarning unumdorligi gaz o'tadigan kamera ko'ndalang kesimining yuzasi bilan aniqlanadi, bu yuzaning kattaligi elektrofiltar turini belgilashda ko'rsatiladi. Masalan, OG-3-8 kuyundi elektrofiltari uchta maydon va 8 m² gaz o'tish yuzasiga ega bo'ldi. Mamlakatimizda ishlatilayotgan elektrofiltarlar kamerasining ko'ndalang kesimining yuzasi 30 m² gacha yetadi (OG-3-8, OG-3-15, OG-3-20, OG-3-30).

Kuyundi elektrofiltardagi gazning harorati 275^oC dan kam, 500^oC dan yuqori bo'lmasligi lozimdir. 275^oC dan past haroratda sulfat kislotaning kondensatsiyasi kuzatiladi (chunki kuyundi gazi tarkibida doimo ma'lum miqdordagi SO₃ va suv bug'i bo'ldi), bu esa kamera detallarining korroziyalanishiga olib keladi. 500^oC dan yuqori haroratda esa elektrofiltarning 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 elektrofiltarlarda 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 elektrofiltarlar ishlatiladi.

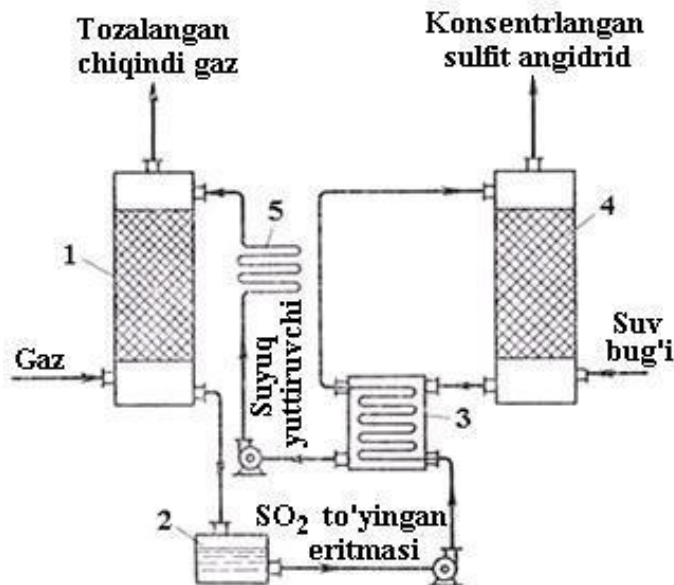
Konsentrlangan sulfit angidrid olish

Sulfit angidridni konsentrlashning suvli siklik usuli. Konsentrlangan gaz va suyuq holatdagi sulfit angidrid sanoatda sulfitlar olish uchun, yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda, sovutgichlar texnikasida va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida ishlatiladi. Bunday maqsadlarda ishlatiladigan sulfit angidrid asosan chiqindi gazlaridan, qisman esa kolchedan va oltingugurt kuydirishda hosil bo'ladigan kuyundi gazlarini konsentrlanishidan olinadi.

Sulfit angidridni konsentrlashning bir necha usullari bo'lib, shulardan biri siklik usulda konsentrlashdir. Sulfit angidridni siklik usulda ajratib olish va konsentrlash tizimi 3.19-rasmda tasvirlangan.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Tarkibida SO_2 tutgan gaz yuttiruvchi eritma bilan suyuqlik taqsimlanadigan minora (1) orqali o'tadi. U yerda gazdan sulfid angidrid ajratib olinadi, shundan so'ng qolgan tozalangan (zararsizlantirilgan) gaz atmosferaga chiqarib yuboriladi. Sulfid angidrid bilan to'yingan yuttiruvchi eritma issiqlik almashtirgich (3) jihozida minorada (4) SO_2 dan tozalangan eritmaning issiqligi bilan qizdiriladi. Shunday yo'l bilan qizdirilgan yuttiruvchi eritma minoraga (4) suyuqlikni taqsimlashga yuboriladi, minoraning ostki qismidan esa qaynoq bug' beriladi. Minorada (4) eritmadan ajraladigan sulfid angidrid u bilan minoradan birga chiqadigan suv bug'idan quritish orqali tozalanadi. So'ngra konsentrlangan sulfid angidrid suyuqlantirish uchun siqiladi yoki to'g'ridan-to'g'ri gaz holatda ishlatiladi. SO_2 dan tozalangan eritma esa dastlab issiqlik almashtirgichda (3), so'ngra esa sovutgichda (5) sovutiladi va absorbsiyalash minorasiga (1) suyuqlikni taqsimlash uchun qaytariladi.



3.19-rasm. Siklik usulda sulfid angidridni konsentrlash tizimining tasviri:

1 – absorbsiya minorasi; 2 – to'yingan yuttiruvchi eritma yig'gichi; 3 – issiqlik almashtirgich; 4 – konsentrlangan sulfid angidridni ajratib olish uchun desorbsiya minorasi; 5 – sovutgich.

Agar 100% li sulfid angidrid talab etilmasa, SO_2 ni yuttiruvchi eritmadan qizdirilgan havo oqimida haydash orqali ajratib olinadi, bu esa sulfid angidridni havo bilan suyuqlashiga olib keladi. Bu holda haydash nisbatan past haroratda, to'yingan va qayta tiklangan eritmalar orasida issiqlik almashinishsiz amalga oshiriladi.

Sanoatda qo'llaniladigan sulfid angidridning absorbentlari sifatida suv, soda eritmaları, ammoniy sulfid va bisulfidlar, asosli alyuminiy sulfat, natriy fosfat, ohak suti, ksilidin (suvli emulsiyasi) ishlatiladi.

Ishlatiladigan yuttiruvchi eritma SO_2 ga nisbatan katta absorbsiya xususiyatiga (sig'imiga) ega bo'lishi kerak. U nafaqat absorbent xossasiga, balki absorbsiya

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

sharoiti: yuttirish amalga oshiriladigan harorat, keladigan gazdagi SO₂ ning miqdori, gazdan SO₂ ning ajralish darajasiga ham bog'liqdir. Har qanday absorbent sig'imi ushbu yuttiruvchidagi gaz eruvchanligining haroratga bog'liqligini aniqlab beradi. Agar SO₂ ning bir qismi absorbent bilan kimyoviy birikma hosil qilsa, yuttiruvchi eritma sig'imi to'yingan eritmadagi SO₂ ning umumiy miqdoridan kichik bo'ladi.

Sulfit ангидридни yutuvchi eritma beriladigan gaz tarkibidagi qo'shimchalar ta'siriga kimyoviy barqaror bo'lishi lozim. Agar eritma bilan SO₂ ni absorbsiyalash jarayonida qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'lsa, ularni eritmadan yo'qotish kerak. Absorbent ustidagi uning bug' bosimi unchalik katta bo'lmasligi lozim, aks holda erituvchi bug'larini tutib qolish kerakligiga bog'liq holda SO₂ ning absorbsiyalanish jarayoni murakkablashadi.

Amalda SO₂ absorbsiyasi 24-45°C haroratda o'tkaziladi. Sulfit ангидридни haydashda haroratni ko'tarib boriladi va desorbsiya oxirigacha borishi uchun haroratni deyarli yuttiruvchi eritmaning qaynash haroratigacha yetkaziladi.

Sulfit ангидридни konsentrlashning har qanday siklik usulining muhim ko'rsatkichi 1 t SO₂ ga sarflanadigan bug' hisoblanadi. Bu ko'rsatkich yuttiruvchi eritma sig'imiga, uning issiqlik sig'imiga, ushbu eritmada oltingugurt dioksid erishining solishtirma issiqligiga hamda hosil qilingan konsentrlangan gazdagi SO₂ va suv bug'ining nisbatiga bog'liqdir.

Sulfit ангидридни siklik usulda konsentrlashning sodda usuli – uni gazlardan suv bilan ajratib olishdir. Tarkibida SO₂ tutgan gazlar aralashmasining suv bilan to'qnashuvda oltingugurt dioksid suvda sulfit kislotasi hosil qilishi bilan eriydi:



Eritma qizdirilganda sulfit kislotasi SO₂ ajratish bilan parchalanadi.

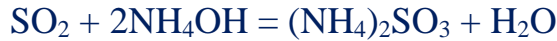
Absorbsiyalashga sarflanadigan suvning haqiqiy sarfi doimo nazariy hisobdagiga nisbatan ko'p bo'ladi, chunki muvozanatga yaqin sharoitda jarayon sekinlashadi (absorbsiyaning harakatlantiruvchi kuchi kamayadi).

SO₂ ning suvli eritmasi 100°C haroratgacha qizdirilganda sulfit ангидрид eritmadan amalda to'la haydaladi va gazdan suv bug'lari kondensasiyalangandan so'ng deyarli 100% li sulfit ангидрид olinadi.

Sulfit ангидридни konsentrlashning suvli usulida, xuddi boshqa barcha suyuq yuttiruvchilar qo'llanilishi bilan amalga oshiriladigan siklik jarayonlardagi singari, desorbsiya minorasidan keladigan qayta tiklangan eritmaning issiqligidan issiqlik almashirgichda (10.1-rasm) qanchalik to'la foydalanilsa, bug' sarfi ham shunchalik kam bo'ladi. Bu issiqlikdan foydalanish darajasi issiqlik almashinish yuzasining kattaligiga bog'liqdir. Lekin sulfit ангидридни konsentrlashda suvni eng yaxshi yuttiruvchi deb hisoblab bo'lmaydi. Suvda SO₂ ning kam erishi tufayli uning ko'p miqdorda ishlatilishiga to'g'ri keladi, bu esa bug'ning ko'p miqdorda sarflanishiga olib keladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Sulfit anhidridni konsentrlashning ammiakli siklik usuli. Sulfit anhidridni konsentrlashning ammiakli siklik usuli sanoatda keng qo'llaniladi. Bu usulda SO₂ ammiakning suvli eritmasi (ammiakli suv) ga yuttiriladi. SO₂ ning ammiak bilan suvli eritmada ta'sirlashishi natijasida ammoniy bisulfit va sulfitlar hosil bo'ladi:



Bu tuzlar suvda yaxshi eriydi va shuning uchun yuttiruvchi eritmalaridagi SO₂ ning miqdori ancha yuqori bo'lishi mumkin. Ammiakli suvni sulfit anhidrid bilan to'yintirilishidan olingan eritmada SO₂ ning 25°C haroratdagi muvozanat miqdori quyidagilarni tashkil etadi:

Keladigan gazdagi SO ₂ miqdori, hajmiy %	7	3	1	0,25
Eritmadagi SO ₂ ning muvozanat miqdori, g/l	630	625	615	580

Bu eritma qizdirilganda dastlab SO₂, so'ngra SO₂ va NH₃ dan iborat aralashma, keyingi qizdirish natijasida esa – deyarli NH₃ haydaladi. Agar ammoniy sulfitlar eritmasi xattoki qaynash haroratigacha qizdirilganda ham eritma tarkibidagi faqat SO₂ haydaladi.

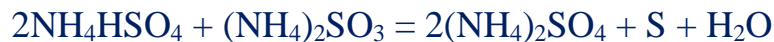
Shuning uchun bu eritmaning sig'imi uning SO₂ ga to'yinishida ham anchagina kichik bo'ladi.

Ammiakli usulning kamchiligi shundan iboratki, gazda kislorodning ishtirok etishi ammoniy sulfitlarining sulfatlargacha oksidlanishiga olib keladi:



Oksidlanish tezligi katalitik ta'sir etuvchi temir, marganes va boshqalarning ishtirokida tezlashadi. Fenollar va ularning hosilalari esa, aksincha oksidlanish jarayonini sekinlashtiradi.

Ammoniy sulfitlari ham eritmada ammoniy sulfat va elementar oltingugurt hosil qilib parchalanishi mumkin:



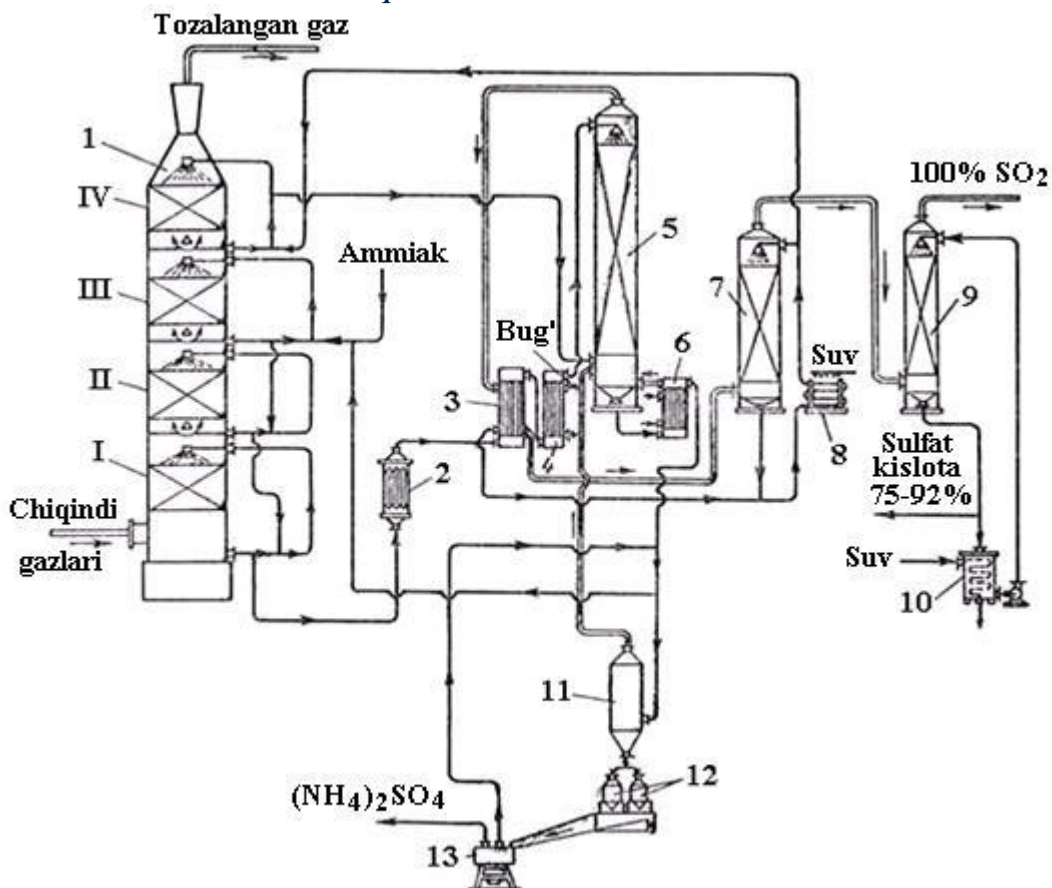
Bu reaksiyaning borishi gaz bilan birga kiradigan selen va tellur ishtirokida sodir bo'lishi va eritmada oltingugurtning to'planishiga olib kelishi mumkin.

Suv-ammiakli eritmada ammoniy sulfit va bisulfitlarning eruvchanligi ammoniy sulfat ishtirokida kamayadi, buning natijasida esa eritma sig'imi ham amalda pasayadi. Eritmada ammoniy sulfatning ko'p miqdorda to'planishi oltingugurt dioksidning eritmaga absorbsiyalanishini yo'qotadi. Shuning uchun kristallantirish va eritmaga ammiak kiritish yo'li bilan hosil bo'ladigan ammoniy sulfatni eritmadan yo'qotib turish lozim bo'ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

3.20-rasmda siklik ammiakli usul bilan sulfid angidridni konsentrlashning texnologik tizimi tasvirlangan.

Tarkibida 0,3% SO₂ bo'lgan o'txona gazlari sovutilgandan va changdan tozalangandan so'ng to'rtta bo'linmadan iborat absorbsiya minorasiga (1) beriladi; pastki I-III-bo'linmalarda SO₂ ning yutilishi sodir bo'ladi; yuqoridagi IV-bo'linmada esa ammiak va tomchilar ushlab qolinadi.



3.20-rasm. Siklik ammiakli usul bilan sulfid angidridni konsentrlashning texnologik tizimi tasviri:

1 – absorbsiya minorasi (I-IV – minora bo'linmalari); 2 – filtri; 3 – kondensator; 4 – qizdirgich; 5 – desorbsiya (haydash) minorasi; 6 – qaynatgich; 7 – sovutgich minora; 8,10 – sovutgichlar; 9 – quritish minorasi; 11 – bug'latgich jihozi; 12 – tuzlarni ajratgichlar; 13 – sentrifuga.

Minoraning har bir bo'linmasiga suyuqlikni taqsimlash ma'lum konsentratsiyadagi eritmalar bilan amalga oshiriladi. III-bo'linmaga SO₂ haydab bo'lingandan keyin qoladigan qaytarilgan eritma keladi; bu eritmaga SO₂ ning yo'qolishini oldini olish maqsadida ammiak qo'shiladi. Yuttiruvchi eritma pastki I-bo'linmadan sulfid angidridni haydash uchun yuboriladi. Haydashdan oldin eritmani filtrlanadi va dastlab kondensator (3) [haydash minorasidan (5) keladigan gaz bilan], so'ngra qizdirgichda (5) (bug' bilan) qizdiriladi. Bu minorada haydalgan gaz

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kondensatorda (3) SO₂ desorbsiyasiga ketuvchi eritmani qizdiradi, soʻngra minorada (7) sovutiladi, bu yerda sulfid angidrid suv bugʻining koʻp qismidan ajratiladi. Minoradan (7) oqib tushadigan suyuqlik suvli sovutgichda (8) sovutiladi, soʻngra uning bir qismi bu minoraga suyuqlikni taqsimlashga, qolgan qismi esa absorbsiya minorasining (1) IV-boʻlinmasiga chiqindi gazlaridan ammiakni tutib qolish uchun beriladi. Sovutgich minoradan (7) chiqadigan sulfid angidrid minorada (9) sulfat kislota bilan quritiladi, shundan soʻng vakuum-nasos yordamida qayta ishlashga yoki siqish uchun yuboriladi.

Absorbsiya tizimida toʻplanadigan ammoniy sulfatni undan chiqarib olish uchun minoradan (5) chiqadigan eritmaning bir qismi bugʻlatgich jihozga (11) uzatiladi, soʻngra jihoz (12) va sentrifugada (13) bugʻlatilgan eritmada ammoniy sulfat ajratiladi.

Bugʻlatgich jihozda (11) ajraladigan bugʻ minoraga (5) yuboriladi.

3.7-jadvalda rangli metallurgiya chiqindi gazlari va oʻtxona gazlaridan SO₂ ni ammiakli siklik absorbsiyalash jarayonining asosiy koʻrsatkichlari keltirilgan.

3.7-jadval

Gazlardan SO₂ ni ammiakli siklik absorbsiyalash jarayonining asosiy koʻrsatkichlari

Koʻrsatkichlar	Rangli metallurgiya chiqindi gazlari	Oʻtxona gazlari
Yuttiruvchi eritma sigʻimi, kg/m ³	40-50	30-40
1 t SO ₂ ga sarf:		
bugʻ, mln kkal	2-3	4-6
elektroenergiya, kvτ·s	100-120	500
suv, m ³	125	–
1 t SO ₂ ga qoʻshimcha mahsulotlar, kg	50-60	150-200
1 t SO ₂ ga ammiakning yoʻqolishi, kg	1-3	40
Gazdan SO ₂ ning ajralish darajasi, %	–	90

Sulfid angidridni konsentrlashning ksilidinli siklik usuli. Sanoatda SO₂ ni yuttirish uchun ksilidinli siklik usul ham ishlatiladi; bunda yuttiruvchi eritma vazifasini sulfid anigidrid bilan bir qator beqaror birikmalar hosil qiladigan ksilidin yoki dimetilaminobenzol (CH₃)₂C₆H₃NH₂ bajaradi. Ksilidin (molekulyar ogʻirligi 121,18) jigarrang suyuqlik boʻlib, 212-213^oC haroratda qaynaydi va uning solishtirma ogʻirligi 0,98-0,997 g/sm³ ga tengdir. U oltita izomer hosil qiladi, ulardan 1,3-dimetil-4-aminobenzol (qaynash harorati 212^oC) SO₂ ni eng yaxshi yuttiruvchi modda hisoblanadi.

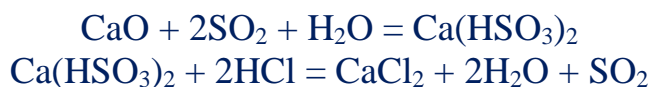
Sulfid angidridni yuttirish uchun qoʻllaniladigan ksilidinning suvli aralashmasi ikki: pastki – suvli; yuqori – ksilidinli qatlamlarga ajraladi. SO₂ ni yuttirishda ksilidin

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

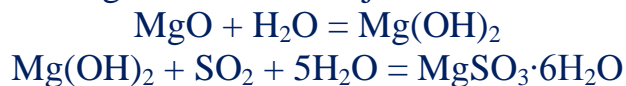
sulfit hosil bo‘ladi, u muntazam suratda pastki qatlamga o‘tadi, suv esa yuqori qatlamga aralashadi. SO₂ ni absorbsiyalash jarayonida (100 g/l gacha) yuttiruvchi eritma bir jinsli suvli eritmaga aylanadi. SO₂ haydalgach esa suv va ksilidin qatlamlari yana ajraladi.

Ksilidin qo‘llash orqali sulfit angidridni konsentrlash jarayonining texnologik tizimi yuqorida keltirilgan ammiakli siklik usulda SO₂ ni absorbsiyalash tizimidan deyarli farqlanmaydi.

Sulfit angidridni ajratib olishning boshqa usullari. Sulfit angidridni ajratib olishning boshqa usullariga ishqor-kislotali usulni ko‘rsatish mumkin. Bu usulda SO₂ ishqor eritmasiga yuttiriladi va hosil qilingan sulfitli eritmaga kuchli kislotalar qo‘shish orqali SO₂ ajratib olinadi. Bunda, masalan, quyidagi reaksiyalar sodir bo‘ladi:



Sulfit angidrid ajratib olishning magnezitli siklik usuli anchagina takomillashgandir. Bu jarayonda MgO ning suvli suspenziyasi yuttiruvchi vazifasini o‘taydi. Jarayonning birinchi bosqichida gazdan sulfit angidridni yuttiruvchi suyuqlik bilan taqsimlanadigan to‘ldirgichli minorada ajratib olinadi:



Suvda yomon eriydigan olti suvli magniy sulfat filtrlanadi va o‘txona gazlari bilan 160-180°C haroratda qaynovchi qatlamda quritiladi. So‘ngra quruq tuz yana o‘txona gazlari bilan qaynovchi qatlamda dastlab 500°C gacha, keyin esa 900-1000°C haroratgacha qizdiriladi. Bu sharoitda magniy sulfit parchalanadi. Bunda MgO hosil bo‘ladi va sulfit angidrid ajraladi. MgO sovutiladi va jarayonga qaytariladi. Shunday usul bilan tarkibida 20% atrofida SO₂ (qolgan 80% qismi o‘txona gazlari) bo‘lgan sulfit angidridli gaz olinadi.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri sulfat kislota olish yo‘li bilan sulfit angidridni ajratib olish usullari ham ma‘lumdir. Buning uchun chiqindi gazlari changdan yaxshilab tozalanadi va temir yoki marganes sulfatlari (katalizatorlar) eritmaları yordamida qayta ishlanadi. Sulfit angidridning oksidlanishi natijasida 25-30% li sulfat kislota hosil bo‘ladi. Bu usul kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarishning chiqindi gazlaridan SO₂ ni ajratib olishga ham yaroqlidir, chunki bu sulfitli gazlar tarkibida muallaq qo‘shimchalar bo‘lmaydi. Hosil bo‘ladigan past konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi birinchi yuvish minorasiga (bu jihoz bilan keyinroq tanishiladi) yuboriladi va tarkibida 60-70% H₂SO₄ bo‘lguncha to‘yintiriladi.

Oltingugurt va sulfat angidriddan sulfit angidrid olish. Bu moddalardan sulfit angidrid olish jarayoni shundan iboratki, bunda oltingugurt oleum bilan qayta ishlanadi. Oluemda erigan sulfat angidrid oltingugurt bilan ta’sirlashadi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Bu jarayonni kontaktli sulfat kislota sexida tashkil etish iqtisodiy samarador hisoblanadi, chunki tizimda aylanuvchi oleumdan foydalanish mumkin. Oleumdagi sulfat anhidridning bir qismi SO_2 hosil qilishga sarflanadi, hosil qilingan past konsentratsiyali oleum oleumli absorber sikliga qaytariladi.

Oltinugurt va sulfat anhidridning ta'sirlashuvi issiqlik almashtirgich o'rnatilgan qozon ko'rinishdagi reaktorda amalga oshiriladi, u yerga yuqori qismidan markaziy quvur orqali qattiq oltinugurt beriladi. Reaktorga tarkibida 30% SO_3 (erkin) bo'lgan va 100°C haroratgacha qizdirilgan oleum beriladi. Reaktordagi ta'sirlashuv jarayonida oleumning konsentratsiyasi 5-10% SO_3 gacha pasayadi. Hosil bo'ladigan SO_2 va oleumdan ajraladigan sulfat anhidrid aralashmasi oltinugurt to'ldirilgan va birin-ketin joylashgan ikkita filtdan o'tadi. U yerda gazlar aralashmasidagi sulfat anhidrid oltinugurt bilan ta'sirlashadi. Sulfit anhidriddan SO_3 qoldiqlarini to'la yo'qotish uchun gazni monogidrat suyuqligi bilan taqsimlanadigan to'ldirgichli ikkita absorberdan o'tkaziladi, so'ngra tomchi va kislotali tumanni yo'qotish uchun filtrlanadi hamda SO_2 siqish uchun kompreslanadi.

Sulfit anhidridni siqish. Suyuq sulfit anhidrid olish uchun gaz holatdagi konsentrlangan SO_2 quritilgandan so'ng kompressorlarda 3,3-4 bar (4 atm atrofida) bosim bilan siqiladi va muzlatgich-kondensatorda 20°C haroratgacha sovutiladi. Shunday qilib, siqilgan sulfit anhidrid yig'gich-omborga keladi, u yerdan SO_2 ballonlarga yoki sisternalarga quyiladi. Kondensatorda siqilmagan bir qism sulfit anhidrid azot va kislorod aralashmalari bilan konsentrlash uchun absorbsiya minorasi qurilmasiga qaytariladi yoki sulfat kislota, sulfitlar va boshqalar olish uchun ishlatiladi.

Sulfit anhidridni siqish jarayonini, uni sulfat kislota bilan oldindan quritilmasdan ham amalga oshirilishi mumkin. Bunday jarayonni amalga oshirish uchun gazni bir necha bosqichda siqiladi. Dastlab bu gazdan suv bug'i kondensatlanadi, uni tizimdan chiqarib tashlanadi va so'ngra sulfit anhidrid siqiladi.

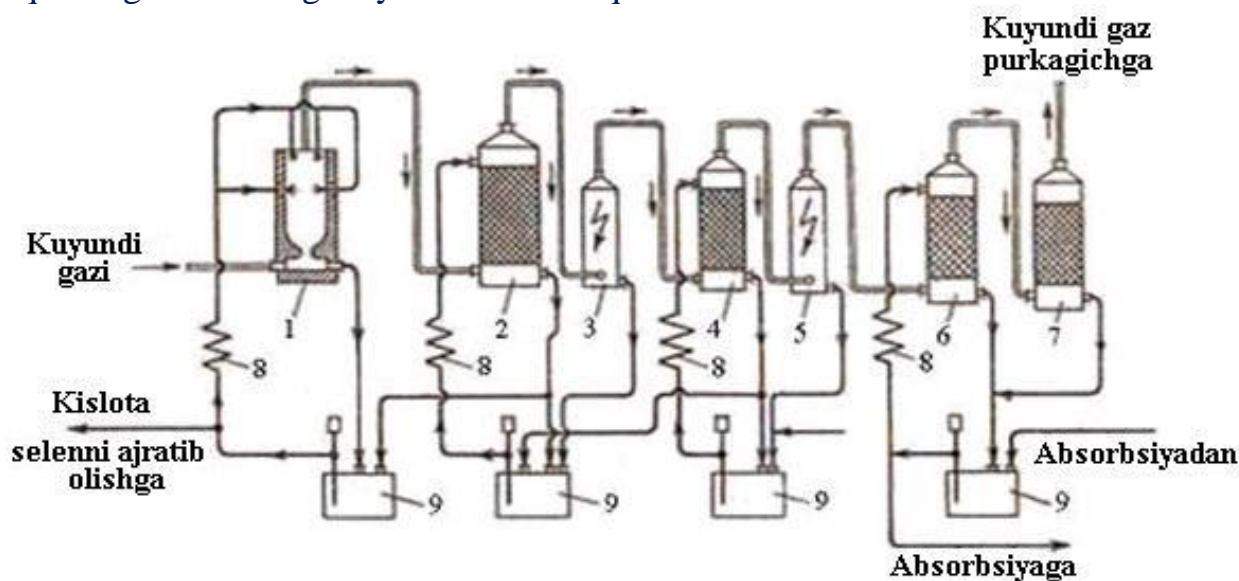
Kuyundi gazini tozalash. Sulfat kislota ishlab chiqarish tizimining tozalash bo'linmasida gaz tarkibidagi kontakt jarayonida halal beradigan qo'shimchalar (chang, mishyak, ftor, suv bug'i va b.) dan tozalash va qimmatbaho qo'shimchalar (selen, tellur va b.) ni ajratib olish uchun tozalanadi. Gazlar aralashmasini changdan tozalash bilan batafsil tanishib chiqdik. Gazni boshqa qo'shimchalardan tozalash usullaridan biri bilan tanishamiz.

3.21-rasmda kolchedan bilan ishlaydigan kontaktli sulfat kislota zavodi tozalash bo'linmasining tasviri keltirilgan.

Changdan tozalangan kuyundi gazi 60-75% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan birinchi yuvish minorasiga (1) beriladi. Bunda gaz soviydi, uning asosiy qo'shimchalari (SO_3 , As_2O_3 , SeO_2) esa tumanga aylanadi, ularning bir oz qismi bu minoradagi taqsimlanadigan kislotaga absorbsiyalanadi. So'ngra gaz 25-35% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan ikkinchi yuvish minorasiga yuboriladi. Bu

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

yerda gazning sovushi davom etadi va qo‘shimcha oz miqdordagi tuman ajraladi. Uning asosiy qismi elektrofiltrlarning (3) birinchi bosqichida cho‘ktiriladi va gazda oz miqdordagi tumanning mayda tomchilari qoladi.



3.21-rasm. Tozalash bo‘linmasining tasviri:

1 – birinchi yuvish minorasi; 2 – ikkinchi yuvish minorasi; 3 – birinchi nam elektrofiltr; 4 – namlash minorasi; 5 – ikkinchi nam elektrofiltr; 6 – quritish minorasi; 7 – tomchi ushlagich; 8 – kislota sovutgichlari ; 9 – kislota yig‘gichlari.

Ikkinchi elektrofiltrlardagi (5) tumanning cho‘kish sharoitini yaxshilash uchun gaz 5% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan namlash minorasiga (4) beriladi. Bunda gazning nisbiy namligi ortadi va suv bug‘ining absorbsiyalanishi natijasida tuman tomchilarining o‘lchami kattalashadi. Tomchilar o‘lchamining kattalashishi bilan ularning zaryadi ortadi va elektr maydonidagi harakat tezligi ortadi.

Tumandan tozalangan, ammo ko‘p miqdordagi suv bug‘i tutgan gaz 93-95% li sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan quritish minorasiga (6) keladi. Bu minorada sulfat kislota suv bug‘ini yutishi hisobiga suyuladi. Quritilgan gaz gaz purkagich quvur orqali boshqa jihozga yuboriladi. Minoraning yuqori qismidan gaz oqimi bilan birga chiqib ketadigan sulfat kislota tomchilari tomchi ushlagichda (7) gazdan ajratiladi.

Yuvish va namlash minoralariga taqsimlanadigan kislota qaynoq kuyundi gazi bilan qiziydi. Quritish minorasidagi kislota isishi esa suv bug‘larini sulfat kislota absorbsiyasi natijasida ajraladigan issiqlik hisobiga sodir bo‘ladi. Minoraga taqsimlanadigan kislota sovuq uchun sovutgichlar (8) o‘rnatilgan bo‘ladi.

Birinchi yuvish minorasida, shuningdek, selen va changning asosiy qismi cho‘kadi, uning gazdagi qolgan qismi esa quruq elektrofiltrlardan o‘tgandan so‘ng tozalanadi. Bu chang taqsimlanuvchi kislota o‘tadi va uni ifloslantiradi. Kislota

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bir qismi birinchi yuvish minorasidan so'ng shlam hosil qiluvchi selen va changni ajratib olishga yuboriladi.

Kuyundi gazi tarkibida ma'lum miqdordagi sulfat angidrid bo'lganligi sababli yuvish minorasiga taqsimlanadigan sulfat kislotaning konsentratsiyasi ortadi. Shuning uchun H_2SO_4 ning belgilangan konsentratsiyasini ushlab turish maqsadida, namlash minorasi yig'gichiga (9) uzluksiz suv berib turiladi. Bunda hosil bo'ladigan ortiqcha kislota ikkinchi yuvish minorasi yig'gichiga (9) o'tadi va bu minorani taqsimlanuvchi kislota konsentratsiyasi kerakli darajagacha pasayadi. Ikkinchi yuvish minorasidagi ortiqcha kislota esa birinchi yuvish minorasining yig'gichiga (9) o'tadi va u yerdagi kislotani talab etilgan konsentratsiyada saqlab turadi. Keltirilgan sxema kuyundi gazi tarkibidagi sulfat angidridni to'la ushlab qolishni ta'minlaydi va yuvish minoralaridan 60-70% li sulfat kislota olish imkoniyatini yaratadi.

Nazorat uchun savollar

1. Oltinugurtli xomashyolarning yonish reaksiyalari qanday sodir bo'ladi?
2. Oltinugurtli xomashyolarning yonish issiqligi qanday hisoblanadi?
3. Oltinugurtli xomashyolarning kuydirish haroratini hisoblash yo'llarini ayting.
4. Oltinugurtli xomashyolarning yonish tezligi qanday bo'ladi?
5. Kuyundi gazlarining tarkibida qanday mahsulotlar bo'ladi?
6. Kuyundining miqdori va tarkibi qanday aniqlanadi?
7. Taxmonli mexanik pechning tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
8. Chang holatida kolchedanni kuydirish pechining tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
9. Qaynovchi qatlamda kuydirish pechining tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
10. Pechlarga kolchedanni tashlash qanday amalga oshiriladi?
11. Pechlardan kuyundini yo'qotish qanday amalga oshiriladi?
12. Kuyundidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
13. Oltinugurtni yoqishda qanday pechlar ishlatiladi? Ularning ishlash tartibini tushuntiring.
14. Vodorod sulfidni yoqishda qanday pechlar ishlatiladi? Ularning ishlash tartibini tushuntiring.
15. Kuyundi gazlari issiqligidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
16. Kuyundi gazlari changdan nima maqsadda tozalanadi?
17. Gazlarni mexanik usulda tozalash jihozlarining mohiyatini tushuntiring.
18. Chang tutgich va siklonlar qanday tuzilgan va ularning ishlash prinsipini tushuntiring.
19. Tozalash koeffitsienti nima?
20. Elektrik usulda tozalashning mohiyatini tushuntiring.
21. Cho'ktiruvchi va tojsimon elektrodlar tuzilishi hamda vazifalarini ayting.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

22. Toj maydoni deganda nimani tushunasiz?
23. Qanday elektrofiltr konstruksiyalarini bilasiz?
24. Sulfit angidrid nima maqsadda konsentrlanadi?
25. Sulfit angidridni siklik usulda konsentrlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
26. Suvli siklik usulda sulfit angidridni konsentrlash jarayonini tushuntiring.
27. Sulfit angidridni ammiakli usulda konsentrlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
28. Ammiakli usulda sulfit angidridni konsentrlash jarayonini tushuntiring.
29. Ksilidinli usulda sulfit angidridni konsentrlash jarayonini tushuntiring.
30. Oltinugurt va sulfat angidrididan sulfit angidrid olish usulini tushuntiring.
31. Sulfit angidridni ajratib olishning ishqor-kislotali usullarini bayon eting.
32. Sulfit angidrid qanday usullar bilan suyultiriladi.
33. Sulfit angidridni tozalash usulini tushuntiring.

4-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRARISHNING KONTAKT USULI

Reja:

1. Sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash
2. Sulfat angidridni absorbsiyalash
3. Oltinugurt va boshqa xomashyolardan kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish

Sulfit angidridni sulfat angidridga oksidlash

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 ангидриднинг oksidlanish reaksiyasi ekzotermikdir; uning issiqlik effekti, barcha kimyoviy reaksiyalardagi singari, haroratga bog'liqdir (4.1-jadval).

4.1-jadval

SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish reaksiyasi issiqlik effektining haroratga bog'liqligi
(SI sistemasiga qayta hisoblash koeffitsienti: $\text{kcal/mol} \times 4,19 = \text{kJ/mol}$)

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.

SO_2 ning SO_3 ga oksidlanish reaksiyasi qaytar jarayondir. Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_3}}{P_{\text{SO}_2} P_{\text{O}_2}^{0,5}}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

K_p kattaligi, shuningdek, haroratga bog‘liqdir (4.2-jadval). Amaliy hisoblashlar uchun yetarlicha aniqlikdagi K_p qiymati 390-650°C harorat intervalida quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

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

4.2-jadval

SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish reaksiyasi muvozanat konstantasi K_p ning haroratga bog‘liqligi

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 bog‘liqdir. Kontakt massa orqali sulfit angidrid o‘tkazilganda har bir katalizator uchun ma’lum haroratdagina kontaktlanish boshlanadi. Asbestga surtilgan platina uchun bu harorat 250°C ga, vanadiyli kontakt massa uchun esa – qariyb 400°C ga teng. Haroratning o‘zgarishi bilan kontaktlanish darajasi ham o‘zgaradi. Bunda har bir harorat uchun kontaktlanish darajasining ma’lum chegarasi bo‘ladi, ya’ni ushbu tarkibdagi gaz uchun nazariy mumkin bo‘lgan kontaktlanish darajasi faqat haroratga bog‘liqdir.

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} – SO_3 va SO_2 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Agar: P – gazning umumiy bosimi (atm. da), a – gazlar aralashmasidagi SO_2 ning boshlang‘ich miqdori (hajmiy %), b – gazlar aralashmasidagi kislorodning boshlang‘ich miqdori (hajmiy %) etib belgilansa, u holda yuqoridagi tenglama:

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

ko‘rinishiga keladi.

Haroratning ortishi va bosimning ko‘tarilishi bilan x_p ortadi. Bu SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish reaksiyasi issiqlik ajralishi va molekular miqdorining kamayishi orqali sodir bo‘lishi bilan izohlanadi. 4.3 va 4.4-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 bog‘liqdir. Bu nisbat kuydiriladigan xomashyo turi va kuydirish uchun beriladigan havo miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Qanchalik havo ko‘p kiritilsa, gazlar aralashmasida shunchalik SO_2 kam va O_2 ko‘p miqdorda bo‘ladi va natijada muvozanatdagi kontaktlanish darajasi ham shunchalik yuqori bo‘ladi.

4.3-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning haroratga bog‘liqligi

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

4.4-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning absolyut bosimga bog‘liqligi

Harorat, °C	Bosim bo‘yicha $x_p \cdot 100$ 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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

4.5-jadval

Muvozanatdagi kontaktlanish darajasi x_p ning gazlar aralashmasi tarkibiga bog‘liqligi
(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 SO₂ 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.

SO₂ ning oksidlanish tezligi reaksiyaning tezlik konstantasi k_c bilan tavsiflanadi:

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

bu yerda: k_o – 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 molekular ulushi, ularning birinchi to‘qnashuvida reaksiya sodir bo‘lishi uchun

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

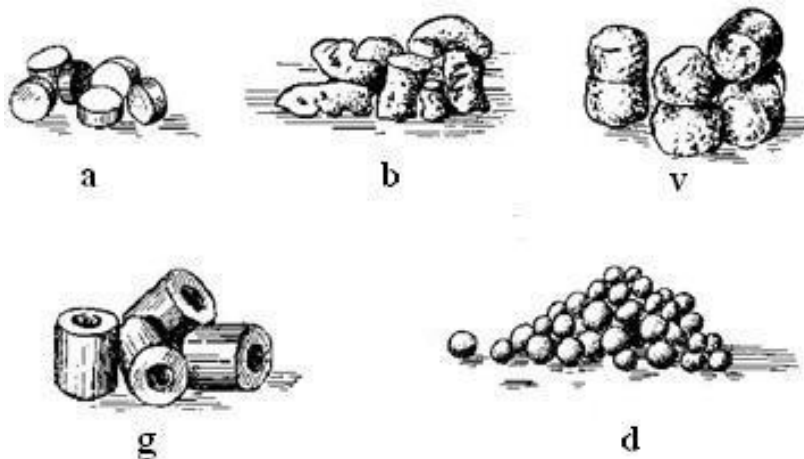
bo‘lishiga olib keluvchi effektiv to‘qnashuvlar ulushini ifodalaydi. $e^{-\frac{E}{RT}}$ ifodada daraja ko‘rsatkichi manfiydir; binobarin shunday ekan, haroratning ko‘tarilishi (T ning ortishi) bilan reaksiya tezligi ham ortadi, E ning ortishi bilan kamayadi. SO₂ ni

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

Vanadiyli kontakt massa. Sulfat kislota ishlab chiqarishda BAV va SVD markali kontakt massalari ishlatiladi. BAV so'zining ma'nosi – kontakt massa tarkibiga kiradigan elementlar (bariy, alyuminiy va vanadiylar) ning bosh harflaridan iborat. SVD so'zi esa – sulfo-vanadat-diatomli ma'nosini anglatadi.

BAV kontakt massasini tayyorlash uchun kaliy vanadat (KVO_3) ning ishqoriy eritmasini suyuq shisha K_2SiO_3 bilan aralashtiriladi va 70°C haroratgacha qizdirilgan holda to'xtovsiz aralashtiriladi. Aralashtirilgan holda aralashmaga alyuminiy xloridning xlorid kislotali eritmasi va bariy xloridning suvli eritmasi qo'shish yo'li bilan kontakt massa cho'ktiriladi. Uni filtrpressda filtrlanadi, so'ngra gidravlik press yordamida siqiladi. Hosil qilingan (40-45% namlikdagi) cho'kma donachalar, tabletkalar yoki halqachalar ko'rinishda qoliplanadi (4.1-rasm). So'ngra kontakt massa 60°C dan (quritishning boshlanishida) 115°C gacha (quritish oxirida) 30 soatdan kam bo'lmagan vaqtda quritiladi.



4.1-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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 sulfit anhidrid 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 anhidridning 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 sulfit anhidridli 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 sulfit anhidrid bilan to'yinishi asosan sanoatdagi kontakt jihozida amalga oshadi. Bunda ajraladigan xlor chiqindi gazlari bilan atmosferaga chiqib ketadi, bu esa kontakt jihozlarning yangi massa bilan ishga tushirilishida katta qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

SVD vanadiyli kontakt massa quruq usulda tayyorlanadi, uning tarkibiga kaliy piro-sulfat $K_2S_2O_7$ kiradi va u faol kompleks $V_2O_5 \cdot K_2S_2O_7$ hosil qiladi. Shuning uchun bu massani sulfit anhidrid bilan to'yintirish talab etilmaydi.

SVD kontakt massasini tayyorlashning texnologik tizimi quyidagilardan iboratdir (4.2-rasm). Boshlang'ich materiallar: infuzor gil (diatomit), vanadiy(V)-oksid, gips va kaliy bisulfat – sharli tegirmonlarda (1) va (2) maydalanadi va aralastirgichga (3) uzatiladi, u yerga kerakli miqdordagi suv ham kiritiladi. Aralastirgichda 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 arzonidir.

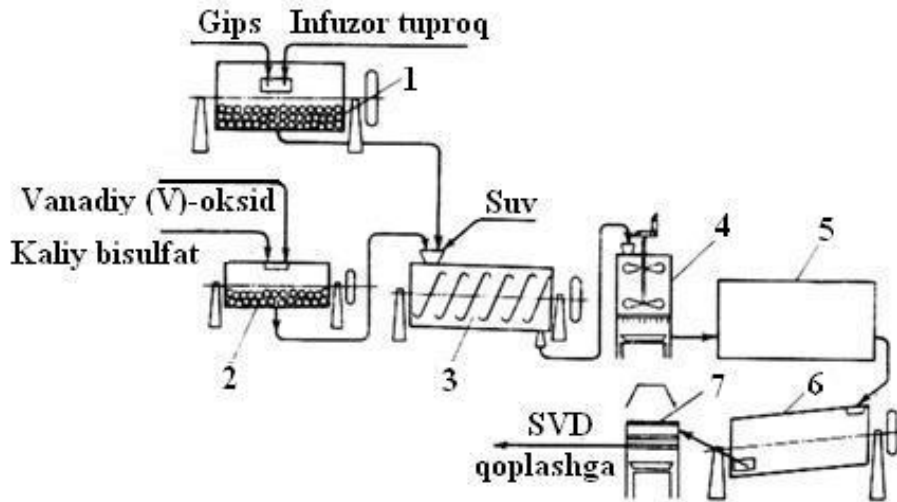
SVD donachalari to'q jigarrang bo'ladi; to'kma massasi 570-600 g/l, issiqlik sig'imi 1,05 j/(g·gard). Standart sharoitlardagi (485°C harorat va 4000 soat⁻¹ hajmiy tezlikda) katalitik faolligi – 86% dan kam emas, termik ishlovdan so'ng esa – 83% dan kam emas. Donadorlangan SVD kontakt massasining o'rtacha diametri 3,5 mm, halqasimon kontakt massaning diametri 8-12 mm, ichki diametri 2,5-4,5 mm, balandligi esa 8-12 mm.

SVD katalizatorining taxminiy tarkibi:



bo'ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



4.2-rasm. SVD kontakt massasi ishlab chiqarish tasviri:

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

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.

4.3-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.

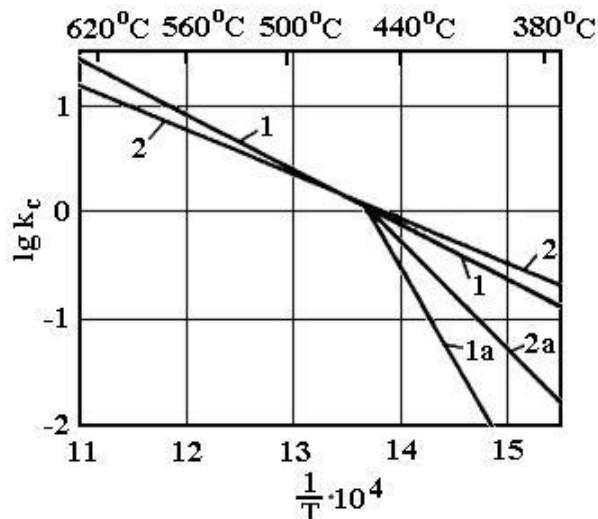
Haroratning ortishi bilan vanadiyli kontakt massa faolligini pasayishiga olib keladigan sabablar hozircha aniqlanmagan. Faqatgina bunda haroratning ko‘tarilishi natijasida kontakt massa tarkibiga kiruvchi kaliy kremnezem bilan ta‘irlashishi natijasida kaliyning bir qismi faol kompleks $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ tarkibidan chiqadi degan taxmini 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.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.



4.3-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.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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. $550^{\circ}C$ dan yuqori haroratda $V_2O_5 \cdot As_2O_5$ 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 kislotaga kondensatsiyalanishidan yuqori haroratda vanadiyli kontakt massa faolligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaydi. Past haroratda esa suv bug'i va sulfat anhidrididan hosil bo'lgan sulfat kislotaning 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 katalizatorida sulfat anhidridni sulfat anhidridga oksidlash jarayonining shart-sharoiti. Vanadiyli katalizatorida sulfat anhidridni sulfat anhidridga oksidlash jarayonining tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

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

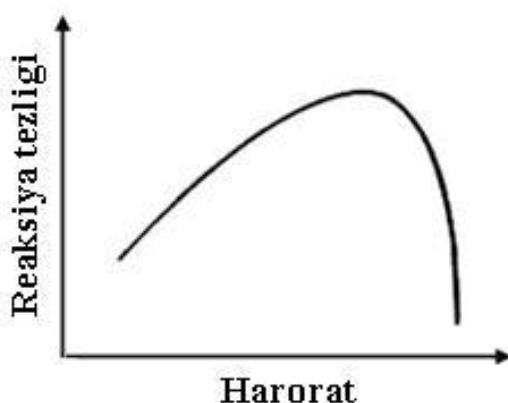
bu yerda: x – kontaktlanish darajasi; τ – vaqt, sek; k_c – reaksiyaning tezlik konstantasi; a – sulfat anhidridning boshlang'ich konsentratsiyasi, %; x_p – muvozanatdagi kontaktlanish darajasi; b – kislorodning konsentratsiyasi, %; T – harorat, $^{\circ}K$.

Shunday qilib, oksidlanish jarayonining 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.

Sulfat anhidrid oksidlanish jarayonining haroratga bog'lig'ligini maksimumga ega bo'lgan ekstremal egri chiziq holatida tasavvur etish mumkin (4.4-rasm).

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 chiziq'larga o'xshashdir, ammo maksimal reaksiya tezliklari turlicha bo'ladi.



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

Tarkibida 7% SO_2 va 11% O_2 tutgan gazlar aralashmasi uchun bunday egri chiziqlarning to'plami 4.5-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 anhidridni sulfat anhidridga oksidlash jarayonida haroratning ko'tarilishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

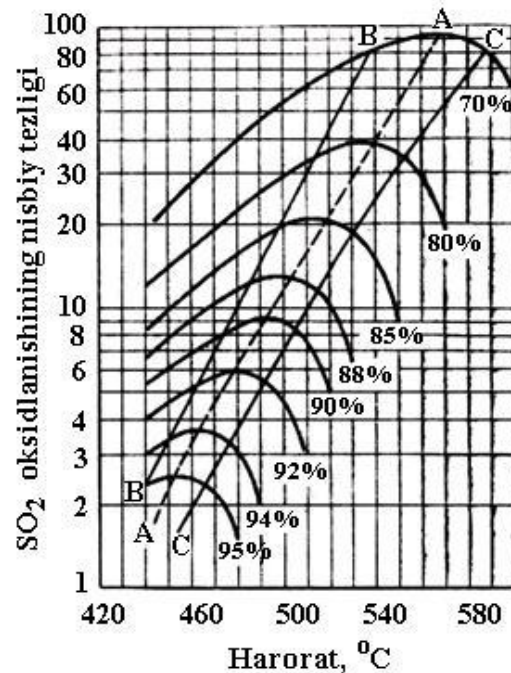
$$\Delta T = \lambda \Delta x$$

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), $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{grad})$.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



4.5-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 kontaklanish darajasiga erishish uchun tarkibida SO₂ 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), m³/sek.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Bundan

$$v = V \cdot v_0$$

bo'ldi.

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'ldi. Uni aniqlash uchun quyidagi ko'rinishdagi formuladan foydalaniladi:

$$\frac{d\tau_0}{dx} = \frac{a}{k_c} \left(\frac{x}{x_p - x} \right)^{0,8} \frac{1}{b - \frac{ax}{2}} \cdot \frac{T}{273}$$

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.

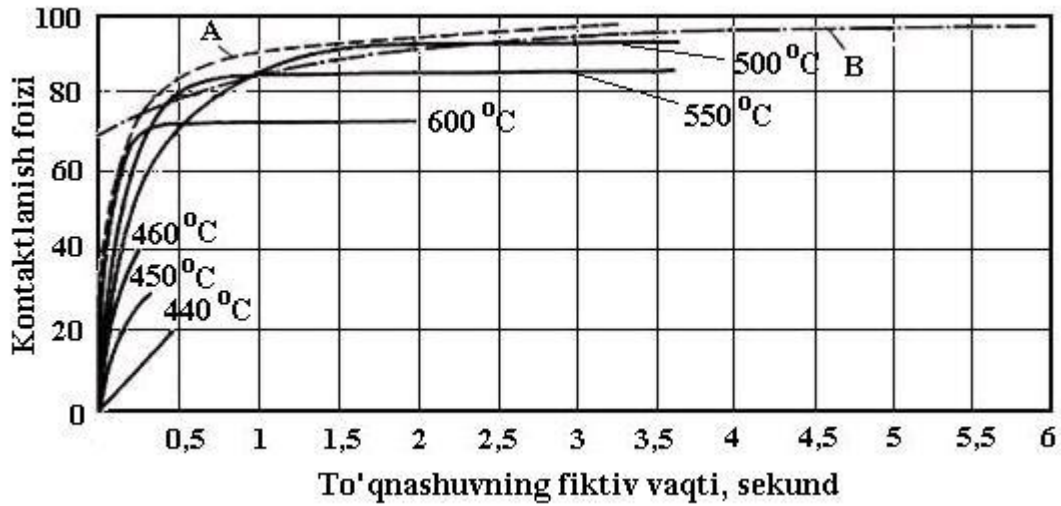
4.6-rasmda yuqoridagi tenglama bo'yicha tuzilgan va kordinatalarida $x - \tau_0$ bo'lgan egri chiziqlar tasvirlangan. Bu grafik bo'yicha kontaktlanish darajasining to'qnashuvlar vaqti bilan bog'liqligini kuzatish mumkin. Masalan, 500°C haroratda izotermik sharoitlarda kontaktlanish darajasini 60% ga yetkazish uchun fiktiv vaqt 0,3 sek ni tashkil etishi kerak, 600°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°C ga to'g'ri keladigan jarayonga muvofiq keladi, maqbul (optimal) haroratga yetguncha adiabatik amalga oshiriladi va keyinchalik maqbul (optimal) harorat sharoitida sodir bo'ldi.

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 $\frac{d\tau_0}{dx}$ topiladi. Olingan natijalar bo'yicha $x - \frac{d\tau_0}{dx}$

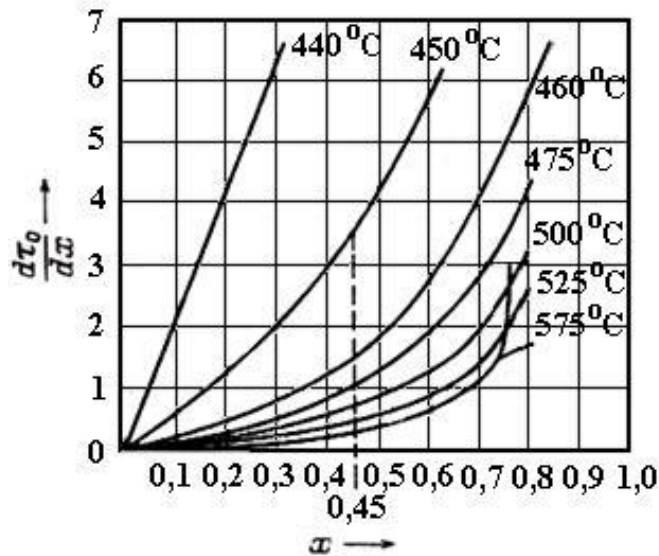
kordinatalarida egri chiziqlar to'plami tuziladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



4.6-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 haroratlarda tuzilgan shunday izotermalar 4.7-rasmda tasvirlangan.



4.7-rasm. $x - \frac{d\tau_0}{dx}$ diagrammasi.

Texnik hisoblashlar uchun yetarli bo'lgan kontakt massa miqdori, grafik tuzilmasdan, yuqoridagi tenglamadan analitik usulda olingan τ_0 qiymati bo'yicha ham aniqlanadi. Buning uchun kontakt massaning har bir qatlami bir necha ixtiyoriy tanlangan bo'lakchalarga ajratiladi, ulardan har biri uchun:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

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 sulfat angidridni sulfat angidridga oksidlashning maqbul (optimal) sharoiti. Kontaktlanish darajasi kontaktli sulfat kislota tizimining asosiy ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanadi.

Kontaktlanish darajasi ortishi bilan chiqindi gazlaridagi SO₂ miqdori kamayadi. Masalan, $x = 0,99$ dagi chiqindi gazlari tarkibida qariyib 0,07% SO₂ 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kontakt jihozi ishining eng muhim koʻrsatkichi uning gidravlik qarshiligi ham hisoblanadi. Gidravlik qarshilikning koʻp 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 bogʻliq 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 – toʻqnashuvning fiktiv vaqti; c_1, c_2 – oʻzgarmas kattaliklar.

Yuqoridagi tenglamalardan Δr va ρ larni oʻzgarmas deb olinsa, quyidagi tenglama kelib chiqadi:

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

bu yerda: c_3 – oʻzgarmas kattalik.

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

Qaynovchi qatlamdagi katalizatorlarda sulfid angidridning oksidlanishi.
Qaynovchi qatlamda gaz katalizator zarrachalari bilan anchagina jadal aralashadi, buning natijasida kontakt massa sirtiga SO₂ va O₂ ning yaqinlashishi kuchayadi hamda SO₂ oksidlanish jarayonining umumiy tezligi, ayniqsa, kontaktlanish jarayonining boshlanishida ortadi. Qaynovchi qatlamning gidravlik qarshiligi donachalarning oʻlchamiga bogʻliq emas, shuning uchun qaynovchi qatlamda SO₂ ning katalitik oksidlanishida juda mayda sferik donachalar ishlatiladi, bu esa katalizatorning ichki yuzasidan toʻla foydalanilishini taʼminlaydi. Jarayonning koʻrsatib oʻtilgan xususiyatidan kelib chiqib, qaynovchi qatlamda katalizator sarfi, tajriba zavodi maʼlumotlariga koʻra, 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 uzatilish koeffitsienti 800-1200 kJ/(m²·soat·grad) ni tashkil etadi, yaʼni bu gazdan odatdagi issiqlik almashtirgich quvurlariga issiqlik uzatish

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

koeffitsientlariga nisbatan 8-10 marta kattadir. Qaynovchi qatlamda issiqlik chiqarilib olishining jadalligi yuqori konsentrlangan sulfiteli 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 sulfiteli 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.

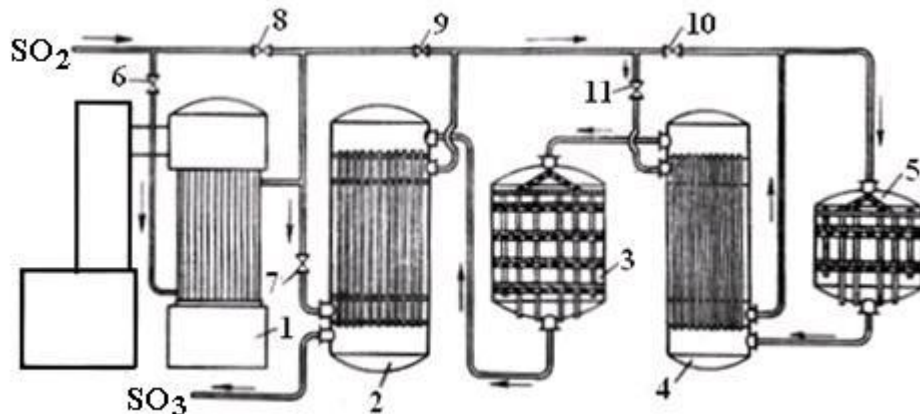
Sanoatda kontakt massa qatlami uchtdan beshtagacha bo'lgan oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlari ishlatiladi. Bosqich sonini bundanda oshirish kontaktlanish foizini ozgina oshiradi, lekin kontakt jihozlarini o'rnatish va xizmat ko'rsatishda qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

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 (4.8-rasm).

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 anhidrid absorpsiya 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.



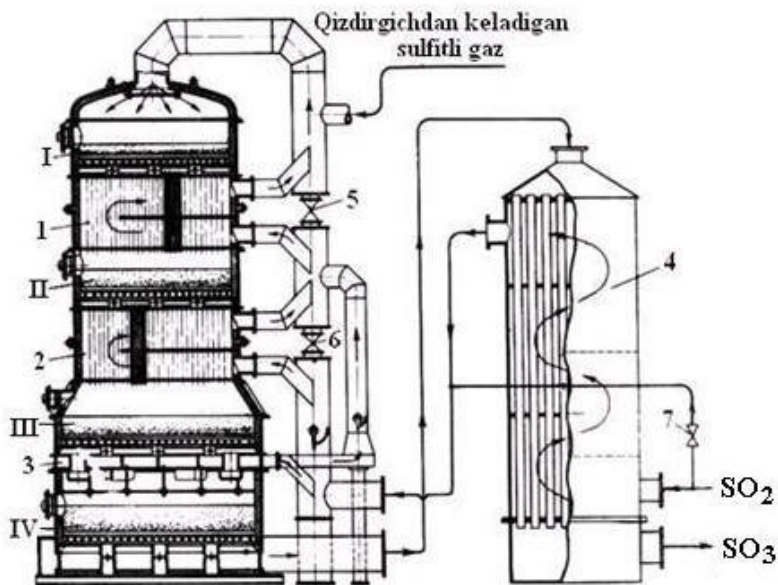
4.8-rasm. Oraliq issiqlik almashtirgichli va ikki bosqichli kontaktlanishli kontakt bo‘linmasining tasviri:

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. 4.9-rasmda ishlab chiqarishda keng qo‘llanilayotgan oraliq issiqlik almashtirgich bilan ishlaydigan to‘rt qatlamli kontakt jihozining tasviri ko‘rsatilgan.



4.9-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.

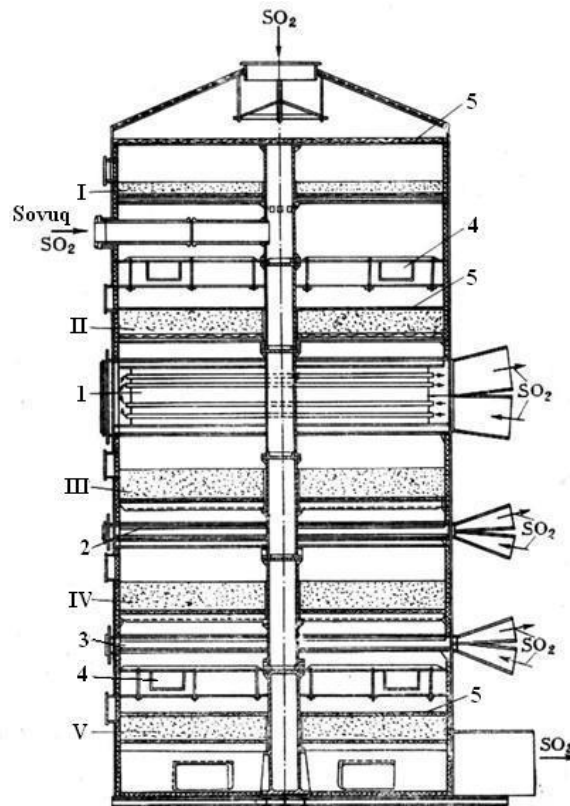
U pastki qismi kengaytirilgan po‘lat silindrik shakldagi korpusdan iborat, uning ichida issiqlik almashtirgichlar 1, 2 va 3 bo‘ladi. Birinchi ikkita issiqlik almashtirgich 1 va 2 po‘lat to‘rga bo‘ylama o‘qi bo‘yicha yaxlit tortilgan quvurlardan tayyorlangan; issiqlik almashtirgich 3 ning yuzasi birinchi 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.

4.10-rasmda jihoz unumdorligi sutkasiga 540 t sulfat kislotaga 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 sulfid 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 (4.11-rasm). Bunday jihozda gazdagi SO_2 konsentratsiyasi kamayishi bilan bir vaqtda gazning harorati ham pasayadi, bu esa

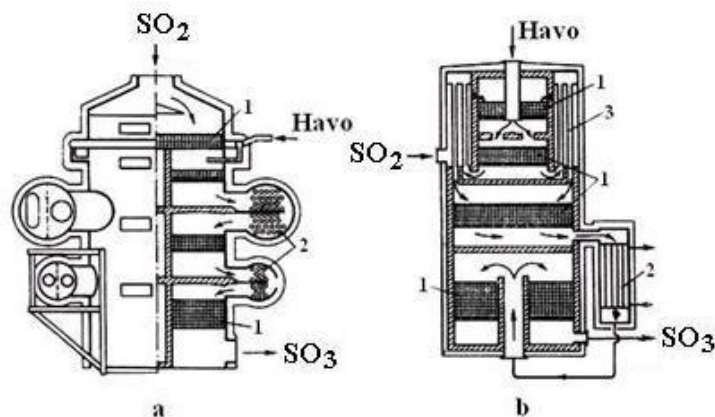
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kontakt massa birinchi qatlamidan so'ng issiqlik almashtirgich bo'lishini istisno qiladi.



4.10-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).



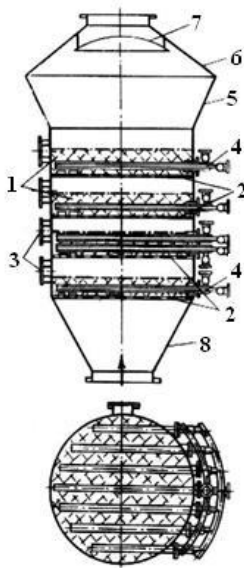
4.11-rasm. Birinchi qatlamdan so'ng havo kiritiladigan «Lurgi» firmasining kontakt jihozi:

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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Kontakt massasi qaynovchi qatlamli kontakt jihozida (4.12-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% SO₂ bo'lganda kontakt massaga kirishda gazning harorati – tinch kontakt massa qatlamli jihozlardagi 440°C o'rniga 360°C ni tashkil etadi. SO₂ konsentratsiyasining ortishi bilan gazning harorati kirishda yanada pasaytiriladi. Suvli sovutgichda issiqlik uzatish koeffitsienti – odatdagi issiqlik almashtirgichlardagi 20-40 kJ/(m²·soat·grad) o'rniga 420-850 kJ/(m²·soat·grad) ni tashkil etadi.

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.



4.12-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.

Issiqlik almashtirgich jihozlari. Sulfat kislotali tizimlarning kontakt bo'linmasida turli xil konstruksiyadagi issiqlik almashtirgichlar, anhidridli sovutgich, qizdirgichlar ishlatiladi. Ular orqali jarayonning maqbul (optimal) harorati ushlab turiladi.

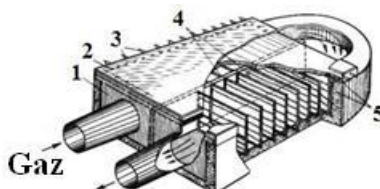
4.13-rasmda quyidagi texnik tavsifga ega bo'lgan elektrik qizdirgich tasvirlangan:

Qizdiriladigan gaz hajmi, m³/s 3000

Gazning harorati, °C

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

qizdirgichgacha	50
qizdirgichdan keyin	520
Ishga tayyorlash vaqti, min	10-15
Qizdirish yuzasi, m ³	13,1
O'lchamlari, m	3,88x1,79x1,05



4.13-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 KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Boshlang'ich ma'lumotlar:	
Kontakt jihozi unumdorligi A , t/soat H_2SO_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, $^{\circ}C$	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

Sulfat angidridni absorbsiyalash

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 kislotaga 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 kislotada 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

Oleum olish uchun tarkibida SO_3 tutgan gaz oleum sachratiladigan minora (oleumli absorber) orqali oʻtkaziladi. U yerda sulfat angidridning bir qismi yutiladi, uning qolgan qismi esa ikkinchi absorber, yaʼni monogidrat sachratiladigan minora (monogidratli absorber) da absorbsiyalanadi. Oleumning konsentratsiyasi ortib borishi bilan (SO_3 yutilishi hisobiga) unga monogidratli absorberdan uzatiladigan kislota qoʻshiladi. Hosil boʻladigan oleumning ortiqcha miqdori omborga uzatiladi. Shunday qilib barcha mahsulotni oleum tarzida ishlab chiqarish taʼminlanadi.

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

98,3% H_2SO_4 dan past konsentratsiyali kislota ustida gazli aralashmada suv, yuqori konsentratsiyali kislota – sulfat angidrid boʻladi. Bu holatlarda sulfat angidridning absorbsiyalanishi yomonlashadi. SO_3 ning toʻliq absorbsiyalanishi maʼlum darajada sulfat kislota haroratiga ham bogʻliqdir: harorat qanchalik past boʻlsa, absorbsiyalanish darajasi ham shunchalik yuqori boʻladi.

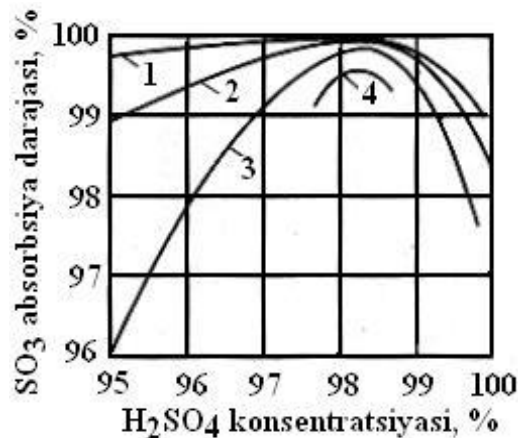
Tarkibida sulfat angidrid boʻlgan kontaktli gaz aralashmani konsentratsiyasi 98,3% H_2SO_4 dan past boʻlgan kislota bilan qayta ishlashda sulfat angidridning bir qismi suv bugʻi bilan birikib, sulfat kislota bulutini hosil qiladi. Uni oddiy absorbsion qurilmalar bilan tutib qolish qiyindir va uning asosiy qismi chiqindi gazlari bilan atmosferaga chiqib ketadi. Bunda moʻrili quvurdan chiqadigan gaz tutun tarzida koʻrinadi. Sulfat kislotaning konsentratsiyasi qanchalik kichik va uning harorati baland boʻlsa, undan shunchalik koʻp suv bugʻi chiqadi, koʻp miqdordagi tuman hosil boʻladi va SO_3 ning yoʻqotilishi ortadi. Kontaktli gazni 98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali kislota bilan absorbsiyalashda sulfat angidrid toʻla 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 boʻladi.

4.14-rasmda monogidratli absorberda sulfat angidrid absorbsiyalanish darajasining sachratiladigan kislota konsentratsiyasi va haroratiga bogʻliqligi tasvirlangan.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.



4.14-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 SO₃ ni oleum bilan absorbsiyalashda ham absorbsiyaning harakatlantiruvchi kuchi kamayishi hisobiga haroratning ortishi bilan yomonlashadi. U quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

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

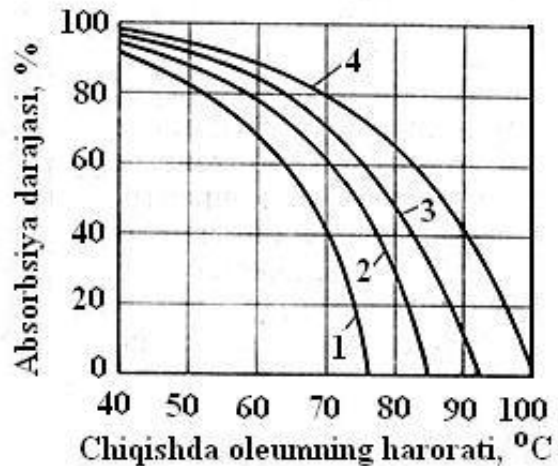
bu yerda: p_1' va p_1'' – absorbsiyadan oldingi va keyingi gazdagi SO₃ ning parsial bosimi, n/m² (mm.sim.ust.);

p_2' va p_2'' – gazning absorberga kirishda va undan chiqishda oleum ustidagi SO₃ muvozzantli bosimi, n/m² (mm.sim.ust.).

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

Bu tasvirdan ko‘rinadiki, haroratning ortishi bilan SO₃ absorbsiyalanish darajasi keskin kamayadi va ma‘lum harorat (7,5% SO₃ da 84°C, 5% SO₃ da 76°C) da absorbsiyalanish to‘la to‘xtaydi. 60°C haroratda 33% SO₃(erkin) bo‘lgan oleum olingani holda, 90°C haroratda atigi 14% SO₃(erkin) bo‘lgan oleum olish mumkin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



4.15-rasm. Oleumli absorberda gazdagi SO₃ miqdoriga bog‘liq holdagi sulfat anhidridning absorbsiyasi:

1 – 5% SO₃ da; 2 – 7,5% SO₃ da; 3 – 10% SO₃ da; 4 – 15% SO₃ da.

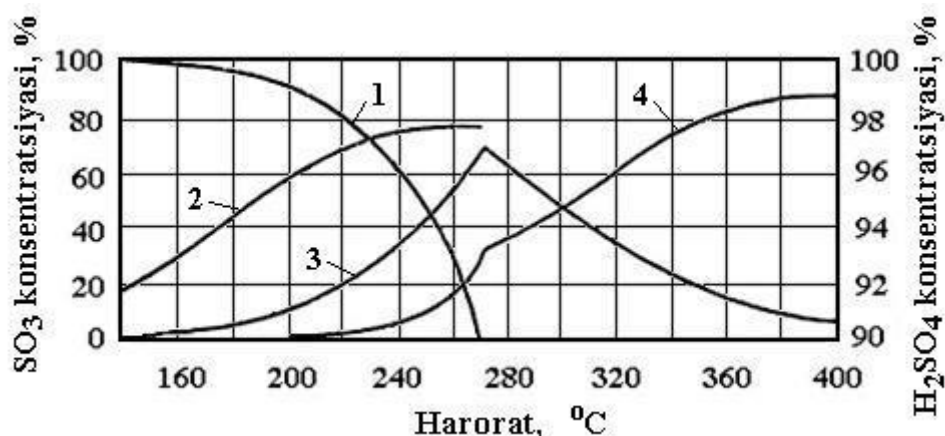
Nam kataliz usuli bilan sulfat kislota olishda kontakt bo‘linmasidan chiqadigan gaz tarkibidagi suv H₂SO₄ hosil bo‘lishi uchun kerak bo‘ladigan suvdan ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun kontakt gazini sovutilganda sulfat anhidrid suv bug‘i bilan sulfat kislota bug‘iga aylanadi, so‘ngra u minorada kondensatsiyalanadi. Shunday qilib, nam kataliz jarayonida SO₃ 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 SO₃ va H₂O 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.

4.16-rasmda tarkibida 6,29% SO₃ va 10,09% H₂O bo‘lgan gazlar aralashmasi uchun sistemaning muvozanat holatida SO₃, H₂SO₄(gaz) va H₂SO₄(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 kariyib 30% qismi dissotsiatsiyalangan bo‘ladi (SO₃ egri chizig‘iga qarang); 240°C da dissotsilanish darajasi 5% gacha pasayadi. 150°C da kondensatsiyalanayotgan kislota konsentratsiyasi 97,5% dan 92% gacha kamayadi.



**4.16-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.

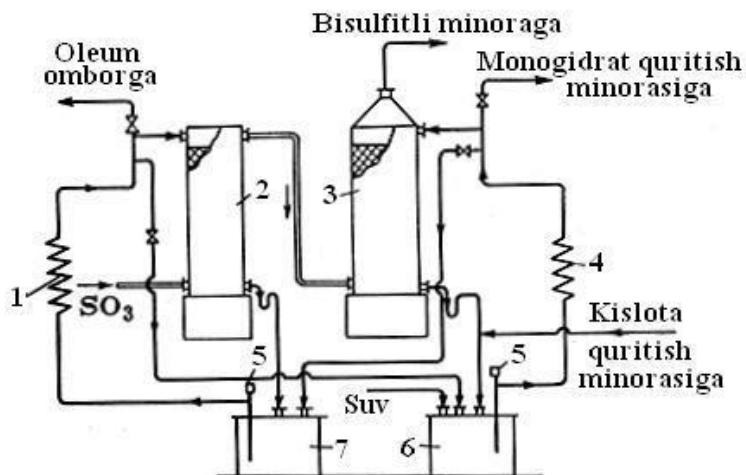
Minorali quritgichdan so'ng gaz tarkibida 0,01% suv bug'i qoladi, kontakt jihozidan so'ng esa ko'p miqdordagi SO_3 bo'ladi, shuning uchun gaz sovutilganda barcha suv bug'i H_2SO_4 bug'lariga aylanadi, uning konsentratsiyasi 0,01% yoki 5,75q g/m^3 (q – gazdagi suv bug'ining tarkibi, g/m^3) ni tashkil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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

4.17-rasmda absorbsiya bo‘linmasining tasviri ko‘rsatilgan. Kontakt bo‘linmasidan chiqadigan gaz oleumli absorberga (2) tushadi. Sulfat anhidridni 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.



4.17-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.

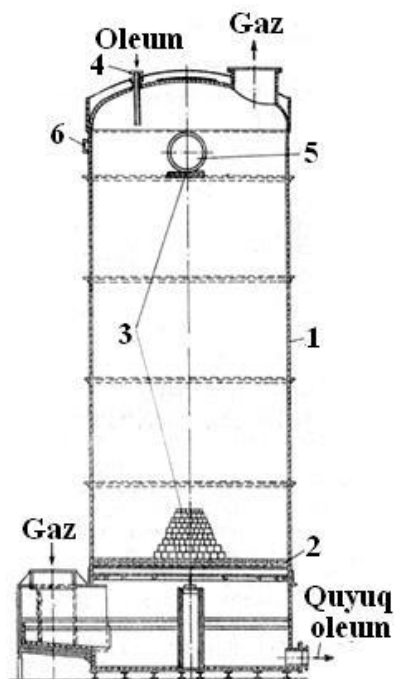
Oleumli absorberdan (2) chiqadigan gaz 98,3% li sulfat kislota (monogidrat) suyuqligi taqsimlanadigan monogidratli absorberga (3) keladi. Kislota sulfat anhidridni yutishi natijasida qiziydi va uning kondensatsiyalanishi ortadi. Absorberdan (3) monogidrat yig‘gichga (6) oqib tushadi, u yerda suyultirish 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 (4.18-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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 m² ga suyuqlik taqsimlash zichligi 10-12 m² bo'lganda absorberdagi to'ldirgich yuzasi 600 dan 1000 m² bo'lishi talab etiladi.



4.18-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 anhidridni yutadi, uning konsentratsiyasi 98,7-99% H₂SO₄ gacha ortadi. Monogidrat yig'gichida kislota suv yoki quritgich kislota bilan boshlang'ich konsentratsiyagacha suyultiriladi va sovutgich orqali yana monogidratli absorberga suyuqlik taqsimlanadi.

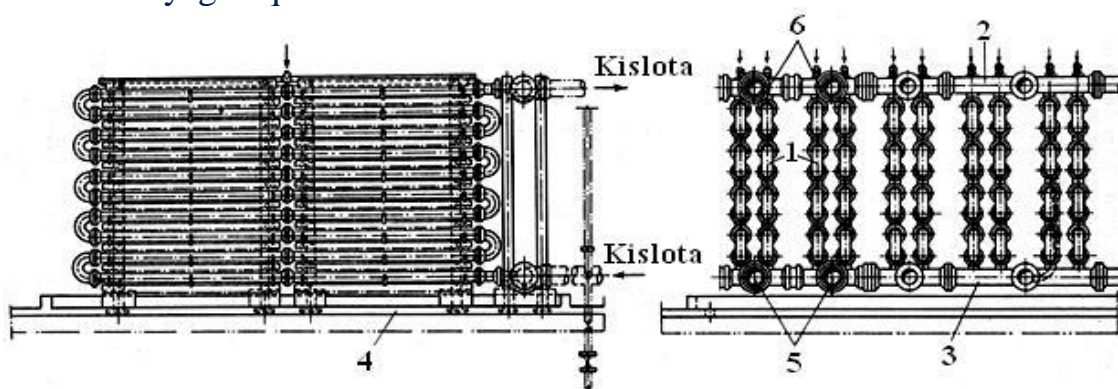
Monogidratli absorberning o'lchami va taqsimlash uchun beriladigan monogidrat miqdori odatda oleumli absorberdagi kabidir yoki undan bir oz kattadir (to'ldirgich yuzasi 1200 m²/t·s va suyuqlik taqsimlash zichligi 20 m³/m²·s).

Oleum va monogidrat yig'gichlari tegishlicha absorberlarga birlashtirilgan bo'ladi. Ular turli hajmdagi (kichik quvvatdagi zavodlarda 10 m³, katta korxonalarda 50 m³) idishlardan iboratdir. Oleumli va monogidratli yig'gichlar po'latdan tayyorlangan va ularning ichki qismi kislotaga chidamli plitkalar bilan himoyalangan bo'ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

4.19-rasmda to'rtta bo'lmadan (1) iborat va po'lat taglikka o'rnatilgan monogidratli sovutgich tasvirlangan. Har bir bo'lmada ikki vertikal qatorida 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.

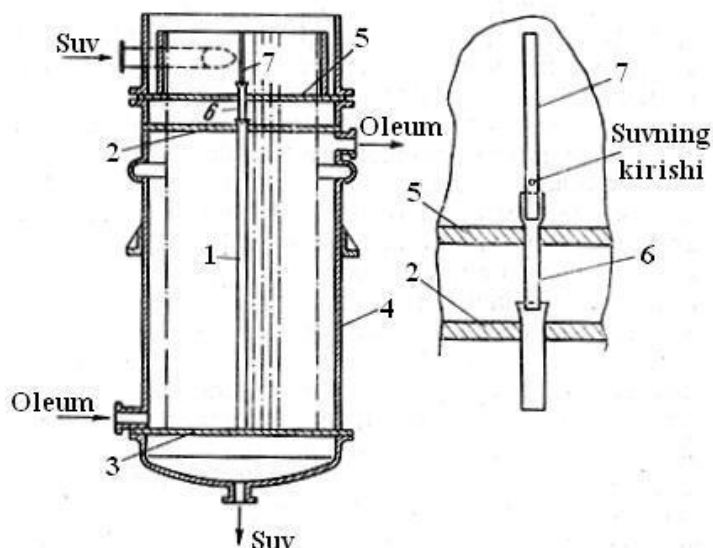


4.19-rasm. Monogidratli sovutgich:

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.

4.20-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.



4.20 – rasm. Oleumning quvurli sovutgichi:

1 – po‘lat quvurlar; 2,3 – to‘rli panjaralar; 4 – po‘lat niqob; 5 – qo‘shimcha to‘rli 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 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, %	

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 oʻrnida ishlatiladi. Shuningdek, sulfat angidrididan reaktiv sulfat kislota olinadi.

100% li sulfat angidrid ishlab chiqarishda quyidagi usullar qoʻllaniladi:

1. Oʻtxona 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 boʻlinmasiga keladigan gazlar issiqligidan foydalangan holda kontakt zavodlarining absorbsiya boʻlinmasida aylanuvchi oleumdan SO₃ ni haydash.

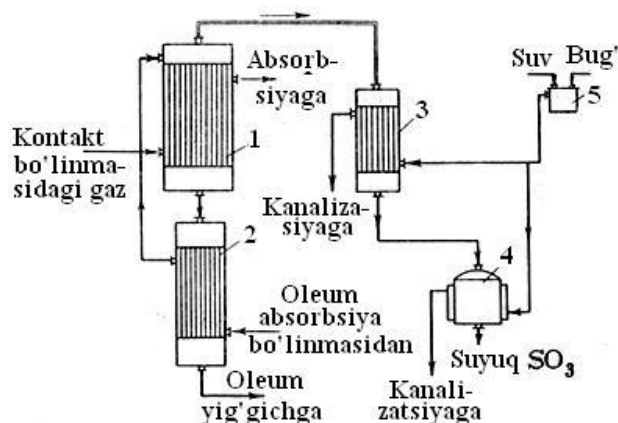
4.21-rasmda kontakt zavodlarida 100% li sulfat angidrid olish uchun qurilmaning tasviri koʻrsatilgan.

Tarkibida SO₃ boʻlgan qaynoq gaz kontakt boʻlinmasidan issiqlik almashtirgich-bugʻlatgichning (1) quvurlararo boʻshligʻi orqali uzatiladi, undagi quvurlar orqali esa issiqlik almashtirgichda (2) oldindan qizdirilgan oleum uzatiladi. Soʻngra sovutilgan gaz kontakt tizimining odatdagi sxemasi boʻyicha absorbsiyaga yuboriladi.

Bugʻlatgichdan chiqadigan sulfat angidrid miqdori kamaytirilgan qaynoq oleum issiqlik almashtirgichga (2) tushadi, u yerda absorbsion boʻlinmadan uzatilgan oleumga issiqligini uzatadi, soʻngra esa birinchi (oleumli) absorberning yigʻgichiga uzatiladi, u yerda yana dastlabki konsentratsiyasigacha sulfat angidrid bilan toʻyinadi. Oleumni qizdirilishidan hosil boʻladigan gaz holatdagi sulfat angidrid kondensatorga (3) soʻrib olinadi, u yerga yigʻgichdan (4) suyuq SO₃ tushadi. Yigʻgich suvli niqob bilan jihozlangan, unga rezervuardan (5) qaynoq bugʻ bilan 30-40°C gacha isitilgan suv keladi. Bu esa sulfat angidridning muzlashi va kristallanishidan saqlaydi. Shuni ham taʼkidlash lozimki, texnik kristall sulfat angidrid qizdirilganda u suyuqlanmasdan toʻgʻridan-toʻgʻri gaz holatiga aylanadi (sublimatlanadi).

Yuz foizli sulfat angidrid xona haroratidayoq (16,8°C) kristallanadi, shuning uchun uning olinishi va tashilishi koʻpgina qiyinchiliklar bilan bogʻliqdir va koʻpgina hollarda uning oʻrniga 65% SO₃(erkin) boʻlgan yuqori konsentratsiyali oleum qoʻllaniladi. Bunday oleumning kristallanish harorati birmuncha past (0°C) dir. Yuqori konsentratsiyali oleum texnik oleumni yuqoridagi koʻrsatilgan usullardan biri boʻyicha olingan gaz holatdagi 100% li SO₃ bilan toʻyintirish orqali tayyorlanadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI



4.21 – 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'gichi; 5 – issiq suv olish uchun rezervuar.

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°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 $-30^{\circ}C$ da ham bir necha oygacha polimerlanmaydi.

Chiqindi gazlarini zararsizlantirish. Kontaklanish 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/m^3 .

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

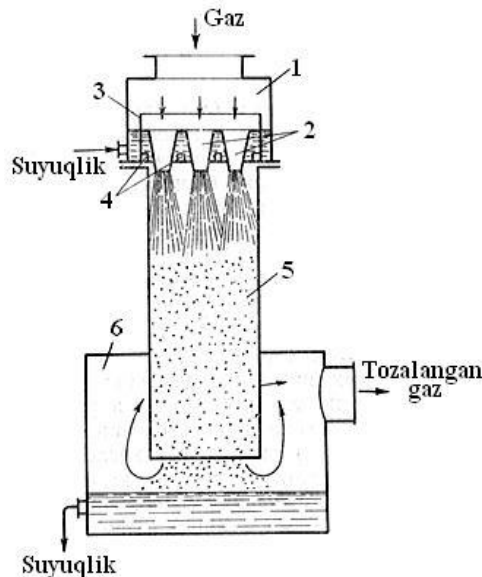
Agar bu formula bo'yicha hisoblangan quvurning balandligi juda ham uzun bo'lsa, u holda chiqindi gazlari qayta tozalanadi va shundan so'ng quvur orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

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 mineralarda amalga oshiriladi, u yerda sulfid angidrid soda eritmasiga yuttiriladi. Bunda hosil bo'ladigan natriy bisulfid ishlab chiqarish korxonasining mahsuloti hisoblanadi.

Chiqindi gazlaridagi sulfid angidrid bisulfidli mineralarda tutib qolinishi qiyin bo'lgan tuman hosil qiladi. Shuning uchun gazlar ho'l elektrofiltrlarga yuboriladi. Bisulfidli minoradan va elektrofiltrdan o'tgan gazlardan ham sulfat kislota tomchilari ajratiladi.

SO_2 ning absorbenti sifatida ammiakli suv ham ishlatiladi, lekin bunda gazdan sulfid angidridni yuttirish changlatuvchi turdagi jihozlarda (CHTJ) amalga oshiriladi (4.22-rasm). Unda konusdan 20-25 m/sek tezlikda chiqadigan suyuqlik tozalanadigan gaz oqimi bo'yicha changlatiladi.



4.22-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.

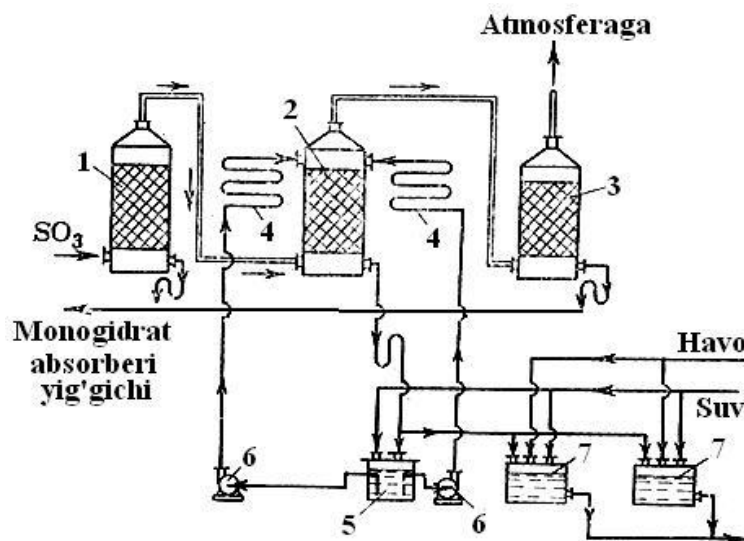
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

4.23-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.

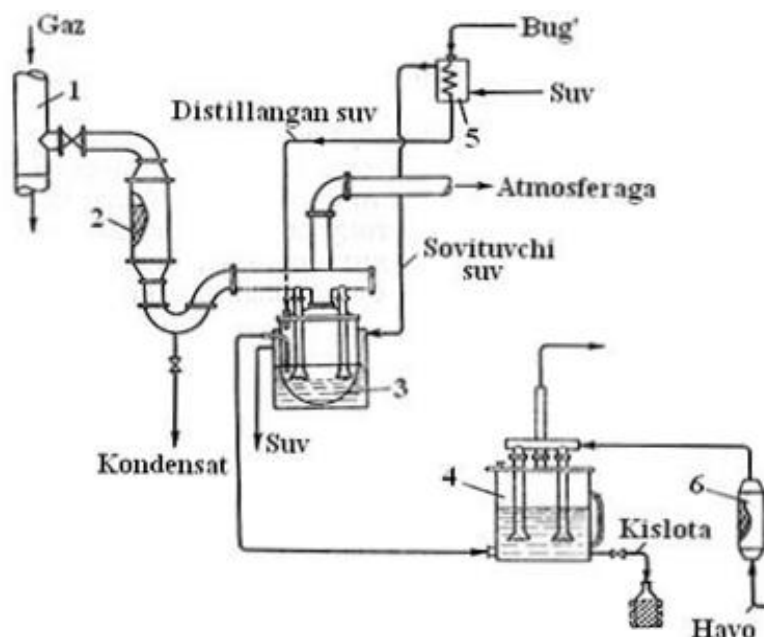
Kislotaga sulfat angidridning absorbsiyalanishi natijasida kislota konsentratsiyasi ortib boradi va u maxsus jihozda olinadigan distillangan suv bilan suyultiriladi. Akkumulyator kislotasining sifatini oshirish uchun bu qurilmalarga yuqori quvvatli suyuqlik taqsimlanadigan sovutgichlar (4) o'rnatiladi, uning quvurlarida kislota kichik tezlik bilan aralashadi, buning hisobiga quvurlarning korroziyasi sekinlashadi. Bu maqsadda sovutgich quvurlari ferrosilisiddan tayyorlanadi, yig'gich va oraliq idishlar esa kislota bardosh materiallar bilan himoyalanganadi.

Reaktiv sulfat kislotasi 100% li sulfat angidridni suv bilan suyultirib olinadi. Reaktiv sulfat kislotasini sulfat kislotali tizimlar kontakt bo'linmasidan keladigan gazlardan ham olinadi. U holda barbotajli (yoki skrubberli) absorber bilan jihozlangan kichik absorbsiya qurilmasi va tegishli filtrlar o'rnatiladi (4.24-rasm). Bunday qurilmalarning barcha jihozlari kislota bardosh materiallar yoki emallangan cho'yandan tayyorlanadi.



4.23- 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.



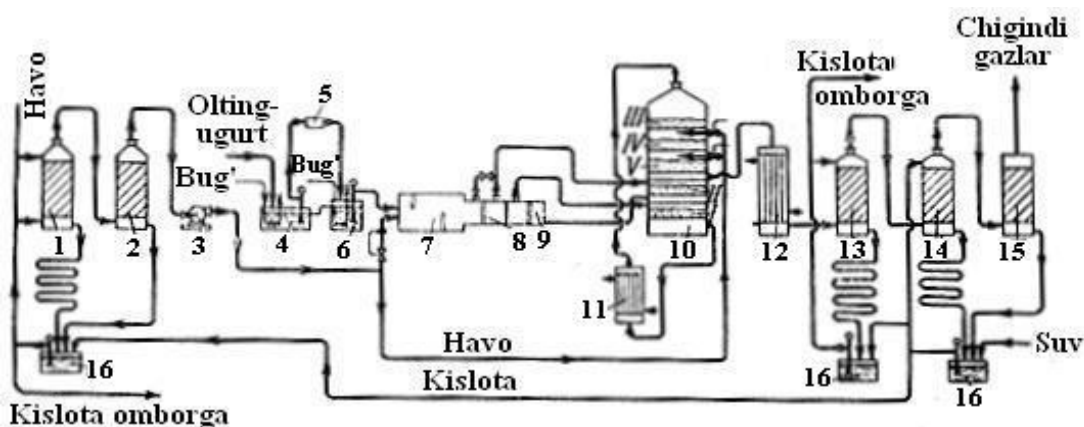
4.24-rasm. Reaktiv sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1 – oleumli absorber gaz o‘tkazgichi; 2 – gaz filtri; 3 – barbotajli absorber; 4 – SO₂ purkash absorberi; 5 – suv bug‘i kondensatori; 6 – havo filtri.

Oltिंगugurt va boshqa xomashyolardan kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish

Oltिंगugurtdan kontakt usulida sulfat kislota olish. Tarkibida mishyak va selen tutgan oltिंगugurtdan (masalan, oltिंगugurt 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 oltिंगugurtni yoqish uchun tegishli pech o‘rnatilgan bo‘ladi va quruq elektrofiltrlar bo‘lmaydi. Ammo mishyak va selen tutmagan tabiiy oltिंगugurt 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.

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



4.25-rasm. Tabiiy oltinugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1 – quritish minorasi; 2 – tomchi ushlagich; 3 – havo purkagich; 4 – tindirgich; 5 – filtr; 6 – toza oltinugurt yig‘gichi; 7 – pech; 8 – bug‘latgich; 9 – bug‘li isitgich; 10 – kontakt jihozi (kontakt massaning I-V qatlamlari); 11 – issiqlik almashtirgich; 12 – anhidridli sovutgich; 13 – oleumli absorber; 14 – monogidratli absorber; 15 – tomchi ushlagich; 16 – aylanma yig‘gichlar.

Yondirish jarayoni uchun kerakli havo quritish minorasi (1) tomchi ushlagichlardan (2) o‘tib pech (7) va kontakt jihoziga (10) purkaladi. Oltinugurt 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^oC haroratdagi sulfit anhidrid yuttirish qozonida 440-450^oC 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), so‘ngra 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 to‘rtinchi qatlamlaridan o‘tadi, undan so‘ng quritilgan atmosfera havosi kiritish orqali sovutiladi va so‘ngra kontakt massaning beshinchi qatlamiga kiradi.

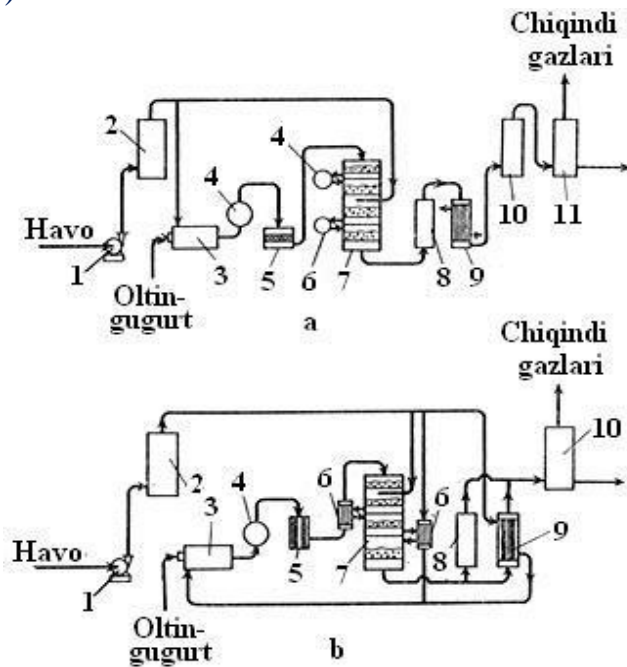
Kontakt jihozidan chiqadigan gaz anhidridli sovutgichda (12) sovutiladi va oleumli (13) va monogidratli (14) absorberlardan iborat hamda tegishli qo‘shimcha jihozlari bo‘lgan absorbsiya bo‘linmasiga yuboriladi.

Tabiiy oltinugurt tarkibida kerosin va bitumlar aralashmasi (flotoreagent qoldiqlari) bo‘ladi, ular pechda yonganda suv bug‘i hosil qiladi. Oltinugurt 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 kislolaning bir qismini chiqindi gazlari bilan yo‘qotilishiga olib keladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 $80-90^{\circ}C$ va chiqishda $110-120^{\circ}C$ 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 (4.26-rasm).



4.26-rasm. Oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

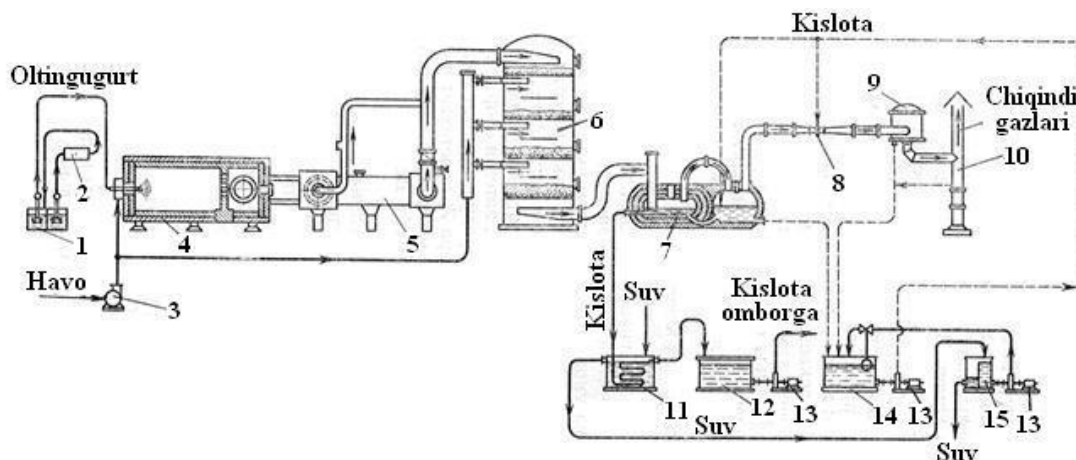
a – «Monsanto» firmasi sxemasi: 1 – havo purkagich; 2 – quritish minorasi; 3 – oltingugurtni yondirish pechi; 4 – yuttirish qozonlari; 5 – gaz filtri; 6 – bug'li qizdirgich; 7 – kontakt jihozi; 8 – yuttirish qozonlaridan ta'minlanadigan suvli qizdirgich; 9 – angidridli sovutgich; 10 – oleumli absorber;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

4.27-rasmda tasvirlangan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Xemiko» sxemasi unchalik ko'p ishlatilmasada, o'zining soddaligi bilan ajralib turadi. Qattiq qo'shimchalardan filtrlangan suyuqlantirilgan oltingugurt pechning (4) forsunkasi bilan sachratiladi va ventilyator (3) bilan uzatiladigan havo bilan aralashtirilib yondiriladi. Sulfit angidrid yuttirish qozonida (5) sovutiladi 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kamerada gazlar aralashmasi sulfat kislota qatlami orqali o'tadi va soviydi; bunda gazdagi sulfat angidrid va suv bug'ining asosiy qismi kondensatsiyalanib sulfat kislota taga aylanadi. Ikkinchi kamerada gaz sulfat kislota ustidan o'tish orqali qo'shimcha sovutiladi; bunda qolgan sulfat kislota bug'lari kondensatsiyalanadi va birinchi kameradan gaz bilan chiqadigan sulfat kislota tomchilarining bir qismi tutib qolinadi.



4.27-rasm. Oltinugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Xemiko» sxemasi:

1 – oltinugurtni suyuqlantirgich; 2 – filtr; 3 – ventilyator; 4 – oltinugurtni 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.

Absorberdan chiqadigan gaz Venturi quvuri (8) orqali siklonga (9) yuboriladi. Venturi quvurida gaz yuqori tezlikda harakatlanadi va unga forsunkalar orqali suyultirilgan 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.

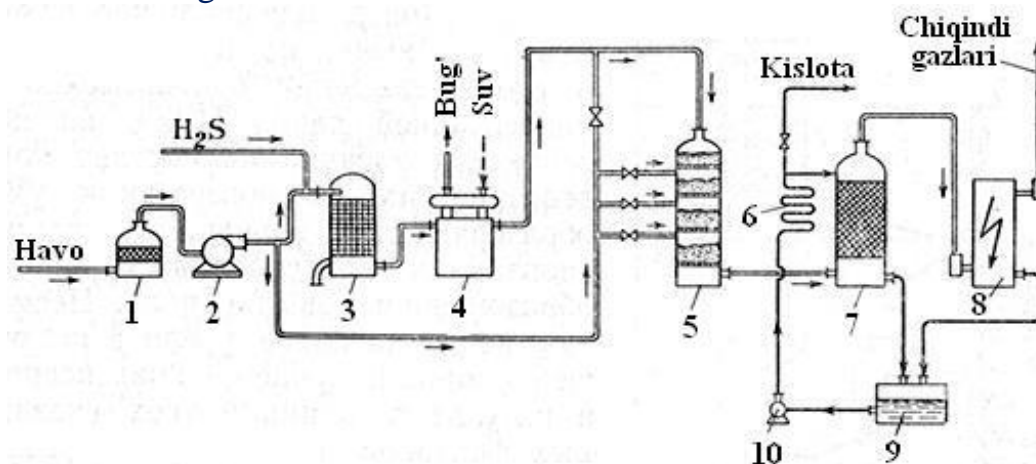
Absorberning (7) birinchi kamerasidan chiqadigan mahsulot sifatidagi 93-97% li kislota sovutgichga (11), so'ngra yig'gichga (12) tushadi, u yerdan tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Absorberning (7) ikkinchi kamerasida yig'iladigan kislota birinchi kameraga oqib tushadi. Agar kerak bo'lsa uni yig'gichga (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, sulfid gaz 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 sulfid

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 4.28-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.



4.28-rasm. Yuqori konsentratsiyali sulfit 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 minorali 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.

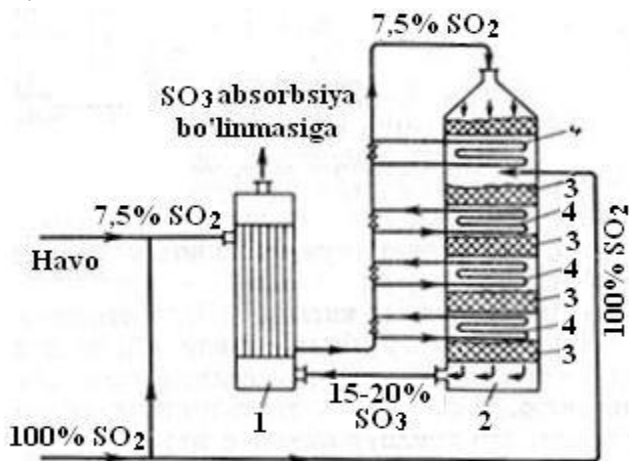
Konsentrlangan sulfit angidriddan kontakt usulida sulfat kislota olish.
O'txona gazlari yoki rangli metallurgiya gazlaridan ajratib olingan konsentrlangan sulfit angidridni qayta ishlashning texnologik sxemasi ancha soddadir, chunki bunda sulfat kislotali tizimda pech bo'linmasi bo'lmaydi. Bundan tashqari,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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Oltinugurtli xomashyoni yondirish uchun texnologik kislorod (95% O₂) ishlatilganda kuyundi gazidagi SO₂ 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 SO₂ ni oksidlash uchun yetarli miqdordagi kislorod havo bilan yoki texnik kislorod tarzida kiritiladi. 100% li SO₂ ni havo bilan aralashtirilganda sulfid 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 sulfid angidrid ikkita bir xil oqimga ajratiladi, ulardan biriga barcha sulfid angidridni oksidlash uchun kerak bo‘ladigan havo aralashtiriladi; bunda gaz aralashmasidagi SO₂ 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 sulfid angidrid oqimi (yoki oqimning bir qismi) bilan qo‘shiladi, gazlar aralashmasi 460-470°C haroratgacha sovitiladi va kontakt massasining ikkinchi va keyingi qatlamlariga uzatiladi (4.29-rasm).

Bu sxemaning absorbsiya sxemasi odatdagicha bo‘ladi. Kontakt gazidagi SO₃ ning konsentratsiyasi yuqori bo‘lganligi uchun tarkibida 35% SO₃ (erkin) bo‘lgan oleum olinishi mumkin.



4.29-rasm. Konsentrlangan sulfid 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 sulfid angidridning miqdori kolchedanni kuydirilishi natijasida hosil bo‘ladigan sulfid

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

angidrid miqdoridan anchagina oz bo‘lganligi sababli namlash minorasi va ikkinchi bosqichdagi nam elektrofiltrlar 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.

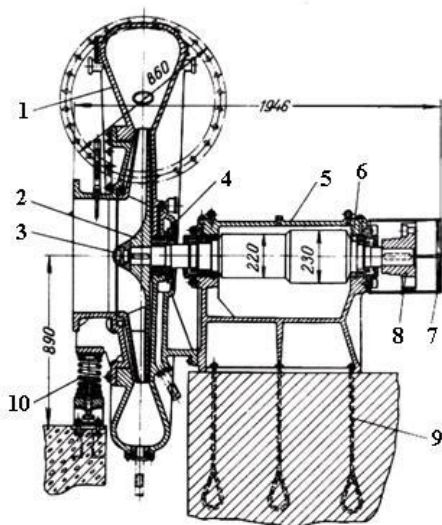
Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislota olish. Ishlatilgan kislota tarkibida ko‘p miqdordagi qo‘shimchalar tutganligi uchun yaroqsizlanadi va bunday kislotalarni parchalanadi. Ifloslangan kislota pechda 1200°C haroratda organik birikmalar va ularning kuyundi mahsulotlari bilan parchalanadi:



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

Gaz va kislotani 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. 4.30-rasmda gaz unumdorligi 42000 m³/soat bo‘lgan quvurli havo purkagich ko‘rsatilgan.



4.30-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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 – jihazning 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 jihazning 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.

Gaz purkagich unumdorligini hisoblash. Boshlang‘ich ma’lumotlar: Kontakt tizimning umumiy gidravlik qarshiligi (umumiy dispersiya) $H_1 = 24700 \text{ n}/\text{m}^2$; gaz purkagich to‘la quvvat bilan ishlaydi; kontakt bo‘linmasi parallel ishlayotgan ikkita kontakt jihazidan iborat; jihozlarning gidravlik qarshiligi $h_1 = 11800 \text{ n}/\text{m}^2$.

Aniqlash talab etiladi: uchinchi kontakt jihozi o‘rnatilgandagi gaz purkagich unumdorligining ortishi, umumiy gidravlik qarshilik va elektroenergiya sarfining ortishi.

Uchinchi kontakt jihozi o‘rnatilgandagi kontakt bo‘linmasining jihazlarida gaz teziligi w_1 ning pasayishi: $w_2 = \sqrt[2]{3}w_1$ ni tashkil qiladi. Shuning uchun kontakt bo‘linmasining gidravlik qarshiligi h_1 qiymati h_2 kattalikkacha pasayadi:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$h_1 = h_2 \left(\frac{w_2}{w_1} \right)^2 = 11800 \left(\frac{\frac{2}{3} w_1}{w_1} \right)^2 = 5230 \text{ H} / \text{M}^2$$

Demak, umumiy gidravlik qarshilikning kamayishi:

$$\Delta H = 11800 - 5230 = 6570 \text{ n/m}^2 \text{ ni tashkil etadi.}$$

Olingan natijadan tegishli yuqorida keltirilgan tenglama asosida K ni topamiz:

$$\frac{1,8 - 0,8K}{2} = 1 - \frac{\Delta H}{H_1} = 1 - \frac{6570}{24700}$$

Bundan $K = 1,12$, ya'ni gaz purkagich unumdorligi 12% ga ortishi kelib chiqadi.

Uchinchi kontakt jihozi o'rnatilgandan va gaz purkagichning unumdorligi 12% ga oshirilgandan keyin kontakt tizimning umumiy gidravlik qarshiligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$H_2 = (H_1 - \Delta H)K^2 = (24700 - 6570) \cdot 1,12^2 = 22700 \text{ n/m}^2$$

Gaz purkagich ta'minlanadigan umumiy quvvat:

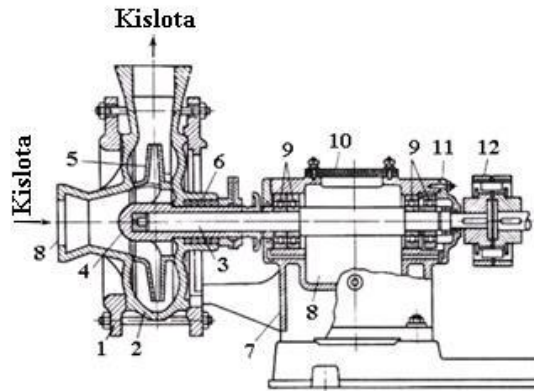
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{Q_2 H_2}{Q_1 H_1} = \frac{1,12 \cdot 22700}{24700} = 1,027$$

ya'ni 2,7% ni tashkil etadi.

Hisoblashda foydali ta'sir koeffitsienti η doimiy deb qabul qilinadi, chunki ishlab chiqarishni ozgina o'zgartirilganda uning o'zgarishi sezilarsizdir.

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 kislotalarni haydashga to'g'ri keladi. Kislotalarni uzatish uchun turli xil konstruksiyadagi markazdan qochma nasoslar ishlatiladi. 4.31-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.



4.31-rasm. Kislota uchun markazdan qochma nasos:

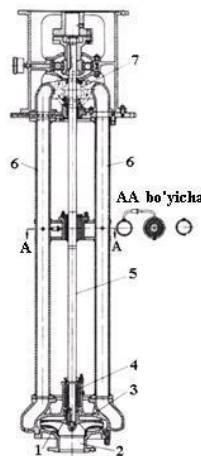
1 – stanina (korpus qismi) birlashtirgichi; 2 – korpus; 3 – val; 4 – himoya ftulkasi; 5 – ishchi g‘ildirak; 6 – zichlashtirgich (salnik); 7 – stanina; 8 – moyli vanna; 9 – sharli podshipniklar; 10 – stanina qopqog‘i; 11 – zaglushka (bo‘g‘ib qo‘yilgan qism); 12 – elastik birlashtiruvchi mufta.

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

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

bu yerda: Q – nasosning unumdorligi, m³/sek; N - to‘la bosim kuchi (siquv), mm.sim.ust.; γ – suyuqlikning solishtirma og‘irligi, n/m³; 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. 4.32-rasmda botirma nasoslardan biri tasvirlangan. Har xil konsentratsiyadagi kislotalarni uzatish uchun ishlatiladigan botirma nasoslarning unumdorligi 45 dan 288 m³/soat ni tashkil etadi.



4.32-rasm. Botirma nasos:

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Nazorat uchun savollar

1. Katalizatorlar ishtirokida sulfat 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?
4. Qanday turdagi vanadiyli kontakt massalarni bilasiz?
5. Vanadiyli katalizatorlarda SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish jarayonining shart-sharoiti qanday bo'ladi?
6. Kontakt massa miqdori qanday aniqlanadi?
7. Vanadiyli katalizatorlarda SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish jarayonining maqbul (optimal) sharoiti qanday bo'ladi?
8. Qaynovchi qatlamli katalizatorlarda SO_2 ning oksidlanish jarayonini tushuntiring.
9. Qanday kontakt jihozlari bilasiz?
10. Issiqlik almashtirgich jihozlarining qanday turlarini bilasiz?
11. Gazlar aralashmasidan sulfat angidridni ajratib olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring
12. SO_3 ni sulfat kislotasi bilan absorbsiyalash jarayonini tushuntiring.
13. Sulfat kislotasi kondensatsiyalanish jarayonini tushuntiring.
14. Kontakt usulida sulfat kislotasi ishlab chiqarish korxonasi absorbsiyalash bo'linmasida qanday jihozlar ishlatiladi.
15. 100% li sulfat angidrid va konsentrlangan oleum qanday olinadi?
16. Chiqindi gazlarini qanday zararsizlantiriladi?
17. Yuqori sifatli sulfat kislotasi olish usullarini ayting.
18. Akkumulyator sulfat kislotasi ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
19. Reaktiv sulfat kislotasi ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
20. Oltingugurtdan sulfat kislotasi olishning kontakt usulini tushuntiring.
21. Oltingugurtdan kontakt sulfat kislotasi olishning «Xemiko» usulini tushuntiring.
22. Nam kataliz usuli bilan vodorod sulfididan sulfat kislotasi olishning kontakt usulini tushuntiring.
23. Konsentrlangan sulfat angidrididan sulfat kislotasi olishning kontakt usulini tushuntiring.
24. Gipsdan kontakt usulida sulfat kislotasi qanday olinadi?
25. Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislotasi qanday olinadi?

**5-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHNING NITROZALI
USULI**

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 anhidridning nitrozaga absorbsiyasi
5. Sulfit anhidridning 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 anhidridi 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 azot oksidlarining 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:

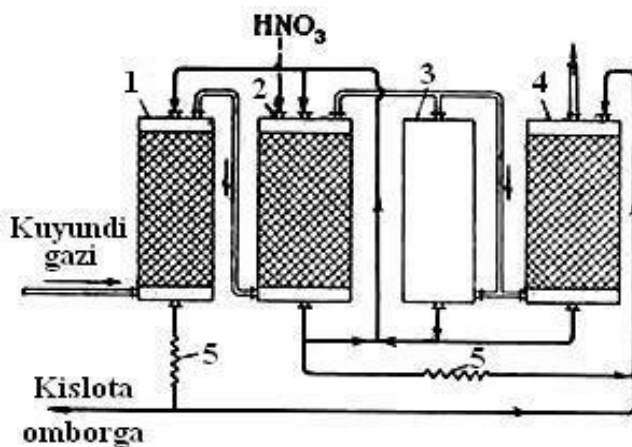
- 1) Sulfit anhidrid olish.
- 2) Sulfit anhidridning nitrozaga yutilishi.
- 3) Sulfit anhidridni nitroza bilan oksidlash.
- 4) Nitrozaning azot oksidlaridan ajratish (denitratsiya).
- 5) Nitrozadan ajraladigan azot oksidlarini gaz fazasida oksidlash.
- 6) Azot oksidlarini sulfat kislota yuttirish.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 sulfat angidridni qayta ishlashning barcha asosiy va oraliq jarayonlari to'ldirgichli va sulfat kislota suyuqligi taqsimlanadigan minoralarda sodir bo'ladi.

5.1-rasmda minorali usulda sulfat kislota ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Issiq kuyundi gazi kiradigan birinchi minora minoralarga taqsimlanadigan kislotadan 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.



5.1-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. Kislota denitratsiyasi bilan bir paytda minorada (1) sulfat angidrid sulfat kislota 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 kislota gaz fazasiga suv bug'i ajratib bug'lanishi, o'rta zonada nitrozaning suyuqligi hisobiga undan azot oksidlarining ajralishi, yuqori zonada esa quyidan chiqadigan suv bug'ining kondensatlanishi sodir bo'ladi va shu tufayli kondensatlangan suv nitrozaning suyuqligini hamda unda erigan SO_2 ni qisman oksidlaydi. Yuqorida bayon etilgan jarayonlarni zonalar bo'yicha qat'iy bo'lish

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

mumkin emas, chunki ular bir-biri bilan qisman qo‘shilib 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.

Kameralli usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning prinsiplial 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

turlichadir: kamerali jarayonning barcha bosqichlarida nisbatan past konsentratsiyali kislota ishlatiladi, nitroza tarkibida esa oz miqdordagi azot oksidlari bo'ldi 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 anhidrid 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:

$$K_p = \frac{p_{\text{NO}}^2 p_{\text{O}_2}}{p_{\text{NO}_2}^2}$$

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:

$$K_p = \frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2}$$

haroratga bog'liq holda:

$$\lg K_p = -\frac{2692}{T} + 1,75 \lg T + 0,00484T - 7,144 * 10^{-6} T^2 + 3,062$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda: p_{NO_2} , $p_{\text{N}_2\text{O}_4}$ – gaz fazasidagi NO₂ va N₂O₄ ning parsial bosimi, atm.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kislota 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:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Nitroza jarayonida boshlang'ich sulfat kislotaning, ya'ni kislotadagi 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 kislotadagi H_2SO_4 miqdori, %;

N – tahlil natijasiga ko'ra nitrozadagi H_2SO_4 miqdori, %;

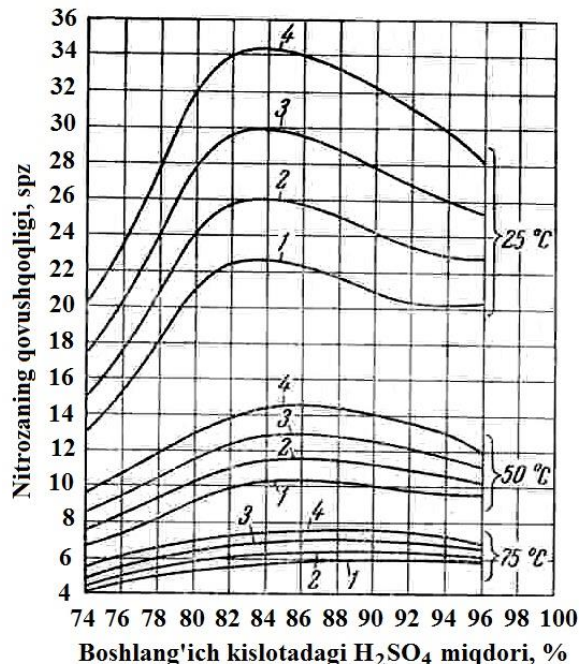
B – tahlil natijasiga ko'ra nitrozadagi N_2O_3 miqdori (HNO_3 hisobida), %

NO ning sulfat kislota suvli eritmasidagi eruvchanligi juda kamdir. NO ning nitrozadagi eruvchanligi suvsiz sulfat kislotadagiga 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 kislotasi miqdori ko'payishi bilan ortadi va haroratning ortishi bilan kamayadi (5.2-rasm).



5.2-rasm. Nitrozaning qovushqoqligi:

1 – 5% $HNSO_5$ da; 2 – 10% $HNSO_5$ da; 3 – 15% $HNSO_5$ da; 4 – 20% $HNSO_5$ da.

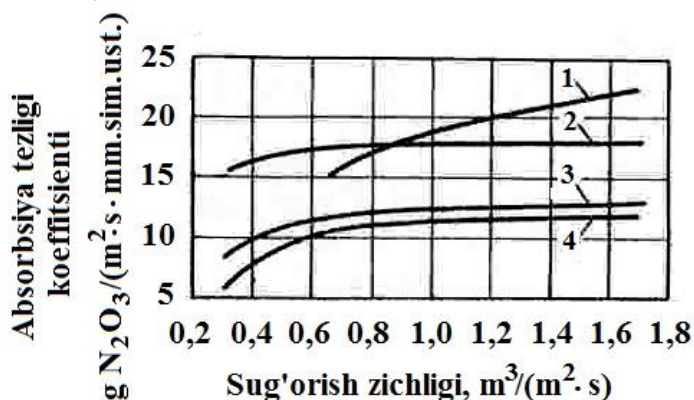
Azot oksidlarining absorbsiya tezligi

Minorali tizimdagi gaz tarkibida turli oksidlanish darajali azot oksidlari (NO, NO₂, N₂O₃) bo‘ladi. Ular nitroza jarayonining oxirgi bosqichida gaz tarkibidan to‘la ajratib olinishi kerak, chunki suyuq fazada SO₂ 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 NO₂ ning ekvimolekulyar aralashmasini oksidlanish darajasi o‘zgarishsiz absorbsiyalaydi. Shuning uchun suyuq fazadagi azot oksidlari N₂O₃ tarzida bo‘ladigandek ko‘rinadi. Ammo nitrozali jarayondagi gaz tarkibida dissotsilanmagan N₂O₃ miqdori NO va NO₂ ning umumiy miqdoridan juda ham oz bo‘ladi. Bundan sulfat kislolaning NO va NO₂ molekularini N₂O₃ molekulariga nisbatan ko‘p yutishi kuzatiladi.

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 (5.3-rasm).



5.3-rasm. N₂O₃ 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Azot oksidlarini sulfat kislota absorbsiyasi tezligining gaz tezligi va minora to'ldirgichi suyuqlikni taqsimlash zichligiga bog'liqlik xususiyati shuni ko'rsatadi, yutish tezligiga gaz va suyuqlik plenalaridagi 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.

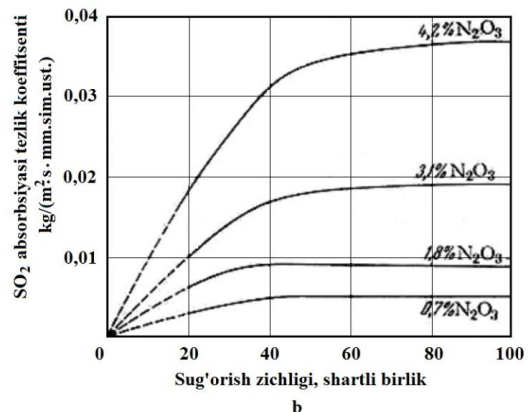
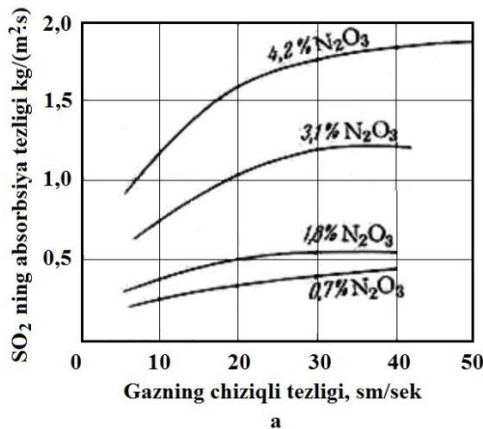
Yuqorida ko'rsatilganlardan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

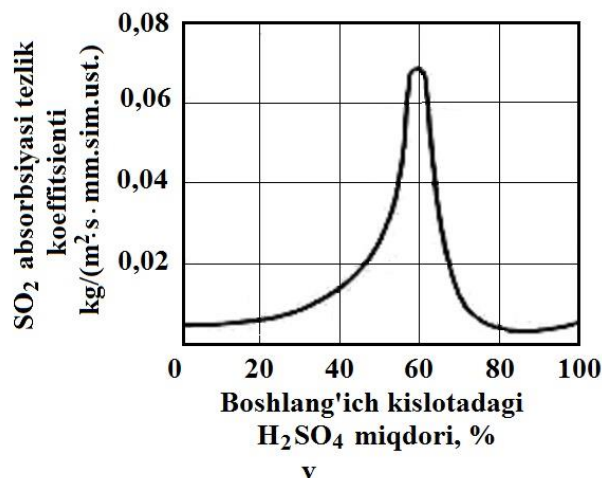
1. Azot oksidlarining sulfat kislota absorbsiya jarayoni suyuq fazadagi kimyoviy reaksiyalar orqali sodir bo'ladi.
2. Maksimal absorbsiya tezligi gazdagi NO va NO₂ ning ekvimolekulyar nisbatiga to'g'ri keladi.
3. To'ldirgichdagi gazning harakat tezligi va suyuqlikni taqsimlash zichligi katta bo'lganda jarayonning umumiy tezligi asosan suyuq fazada kechadigan kimyoviy jarayonlar tezligi bilan aniqlanadi.

Sulfit anhidridning nitrozaga absorbsiyasi

Nitroza jarayonida sulfit anhidridning azot oksidlari bilan oksidlanishi suyuq fazada sodir bo'ladi. Shu sababli bu jarayon qachonki sulfit anhidrid nitrozaga yutilgandan so'nggina sodir bo'ladi. Shuning uchun SO₂ ning absorbsiya tezligi sulfat kislota olish nitroza jarayonining tezligini belgilaydigan asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Absorbsiya minoralarida nitrozaga sulfit anhidridning yutilish tezligi – suyuqlikni taqsimlash zichligiga, sulfat kislotaning konsentratsiyasiga, haroratga va boshqa omillarga bog'liqdir (5.4-rasm). Suyuqlikni taqsimlash zichligining sulfit anhidrid absorbsiya tezligiga bog'liqligi xuddi sulfat kislota azot oksidlarining absorbsiyasiga o'xshaydi.





5.4-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^oC 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 SO₂ konsentratsiyasi kam o'zgaradi va shunga bog'liq holda kislorod konsentratsiyasi ham kam o'zgaradi. Bu o'zgarishlar nitrozaga sulfit anhidrid absorbsiyalanish tezligiga katta ta'sir ko'rsatmaydi.

Sulfit anhidridning nitroza bilan oksidlanishi

Nitroza jarayonida sulfat kislota hosil bo'lishini quyidagi sxemalar orqali ifodalash mumkin:

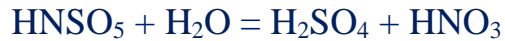
- gazning suyuqlikka yutilishi:



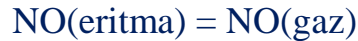
- suyuq fazadagi reaksiyalar:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



- suyuq fazadan azot oksidini ajratish:

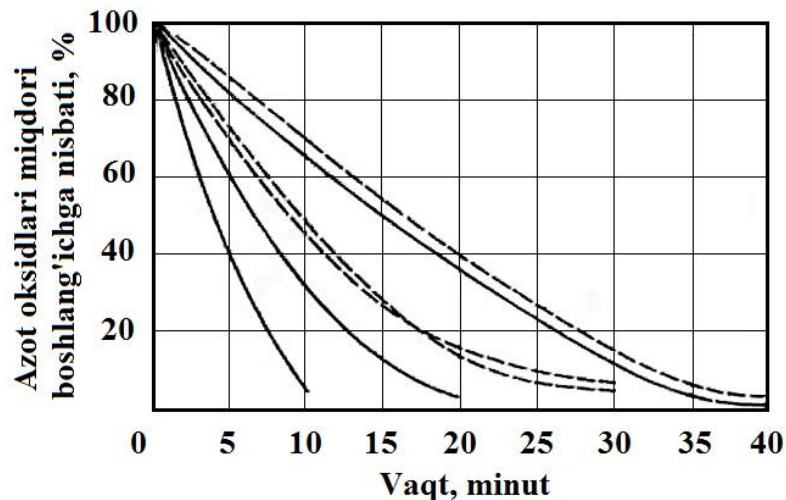


SO_2 ning gaz fazasida oksidlanishi aniqlanmagan. Agar bunday reaksiya sodir bo'lsa ham juda oz darajada bo'ladi va u nitroza jarayonida sulfat kislota hosil bo'lishining umumiy jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi.

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 kislota denitratsiya tezligi uning konsentratsiyasi ortishi bilan kamayadi va haroratning ortishi bilan ortadi. Denitratsiya tezligining sulfat kislota qayta ishlashda ishlatiladigan gazli aralashma tarkibiga bog'liqligi 5.5-rasmda tasvirlangan.



5.5-rasm. Gaz aralashmasi tarkibining sulfat kislota denitratsiyasi tezligiga bog'liqligi:

1 – 9% SO_2 va 91% N_2 ; 2 – 24% SO_2 va 76% N_2 ; 3 – 56% SO_2 va 44% N_2 ; 4 – 9% SO_2 9% O_2 va 82% N_2 ; 5 – 24% SO_2 16% O_2 va 60% N_2 ; 6 – 56% SO_2 31% O_2 va 13% N_2 .

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

chiziqlar). Gazdagi kislorod miqdorining ortishi bilan denitratsiya jarayoni birmuncha sekinlashadi (4-6 egri chiziqlar), chunki NO kislorod bilan NO₂ gacha oksidlanadi va bunda hosil bo'ladigan azot oksidlarining aralashmasi sulfat kislotada yaxshi eriydi.

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_p kattaligini qo'yish kerak. 200°C dan past haroratda NO, O₂ va NO₂ gazlar aralashmasi muvozanatida NO miqdori juda kamdir. Shuning uchun nitroza jarayonida NO₂ 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:

$$2kP\tau = \frac{2,303}{(n-m)^2} \left[\frac{X(n-m)}{2,303m(1-X)} + \lg \frac{1-X}{1-\frac{mX}{n}} \right]$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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:

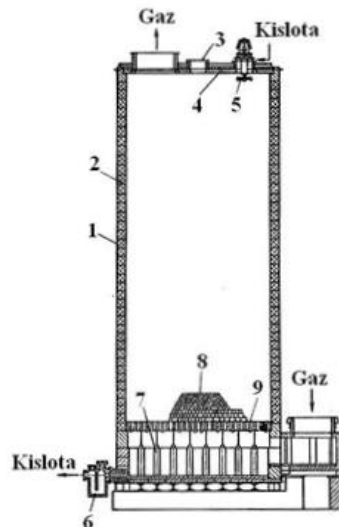
$$\tau = \frac{2,303}{(n-m)^2 kP} \left[\frac{n-m}{2,303m} + \lg\left(2 - \frac{m}{n}\right) \right]$$

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. 5.6-rasmda halqa shaklidagi to'ldirgichli niqoblangan po'lat minora tasvirlangan.



5.6-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.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

yuqori haroratli gaz keladi. Minora tomi armaturali kislotabardosh betondan tayyorlanadi.

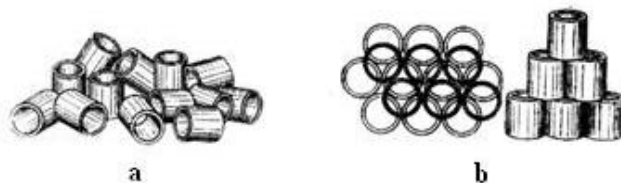
Minora to'ldirgichlari. Gazning suyuqlik bilan iloji boricha to'la to'qnashishini ta'minlash uchun minoralar to'ldirgichlar bilan to'ldiriladi. To'ldirgichli minoralarda gaz suyuqlik bilan namlangan to'ldirgichlarning sirtida to'qnashadi, ochiq minoralarda esa – changlanadigan suyuqlikning mayda tomchilari 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:

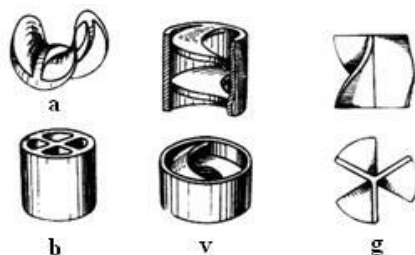
- 1) solishtirma sirt yuzasi to'ldirgich 1 m³ hajmdagi to'ldirgichning sirt yuzasi (m²/m³ da);
- 2) erkin hajmi to'ldirgich 1 m³ hajmdagi to'ldirgichning gaz o'tadigan bo'shliq hajmi (m³/m³ da); bu ko'rsatkich to'ldirgichning gidravlik qarshiligini aniqlaydi;
- 3) hajmiy massa (kg/m³ da);
- 4) kislotabardoshligi;
- 5) arzonligi.

5.7- va 5.8-rasmlarda sulfat kislota sanoatlarida qo'llanilayotgan to'ldirgichlar turlari tasvirlangan.



5.7-rasm. Minoralarning halqali to'ldirgichi:

a – to'kib qo'yilgan; b – taxlangan.



5.8-rasm. Har xil shakldagi keramik to'ldirgichlar:

a – egarsimon to'ldirgich; b – to'r teshikli halqa; v – spiralli halqa; g – propellerli to'ldirgich.

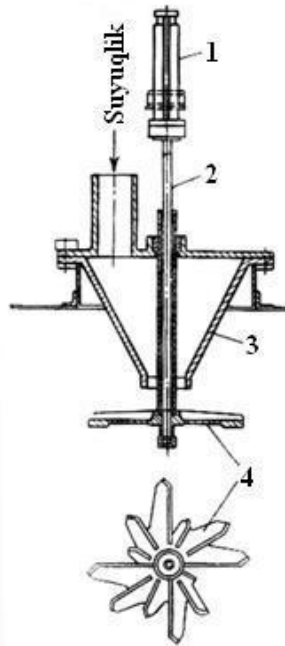
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Minoraning to'ldirgich to'ldirilgan balandligi H ning uning ichki diametri D ga nisbati (H/D) 2-3 dan kam bo'lmisligi va 6-8 dan katta bo'lmisligi 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. Minoralarning, shuningdek, barcha minorali tizimning me'yorida ishlashi nafaqat taqsimlanadigan kislota miqdoriga, balki minora ko'ndalang kesimi bo'yicha kislota bir xilda taqsimlanishiga ham bog'liqdir.

Minoraning ko'ndalang kesimi bo'yicha taqsimlanadigan kislota taqsimlash uchun juda ko'p turdagi qurilmalar ishlatiladi.

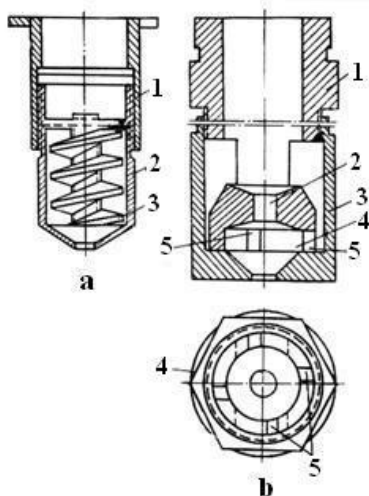
Zamonaviy korxonalarda minora tomining markaziga o'rnatiladigan markazdan qochma sachratqichlar keng ko'lamda ishlatilmoqda (5.9-rasm).



5.9-rasm. Markazdan qochma sachratqich:

1 – aylanma harakatlantirgich; 2 – val; 3 – kislota uchun kamera; 4 – minora tomi; 5 – parrakli taqsimlagich.

Keyingi yillarda nitrozali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda minoralarga suyuqlikni taqsimlash uchun mexanik forsunkalar juda keng miqyosda ishlatilmoqda. Ularning asosiy afzalligi shundaki, qurilmalar sodda ishlangan va kislota bir xilda taqsimlanadi. 5.10-rasmda ichki qismi bo'sh minoralarda suyuqlikni sachratuvchi mexanik forsunkalarning ikki turi tasvirlangan.

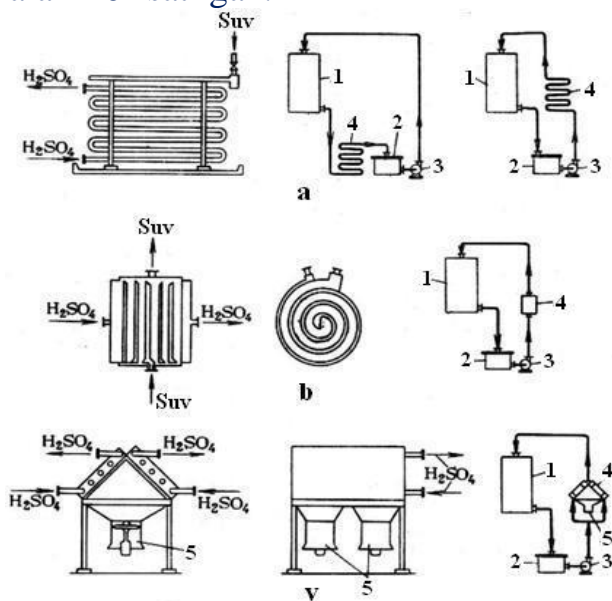


5.10-rasm. Mexanik forsunkalar:

a: 1 – stakan; 2 – korpus; 3 – vint; b: 1 – vkladish; 2 – vkladishning markaziy teshigi; 3 – forsunka korpusi; 4 – aralashish kamerasi; 5 – vkladish chamberaging 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. 5.11-rasmda bunday sovutgichlarning sxemalari ko‘rsatilgan.



5.11-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:

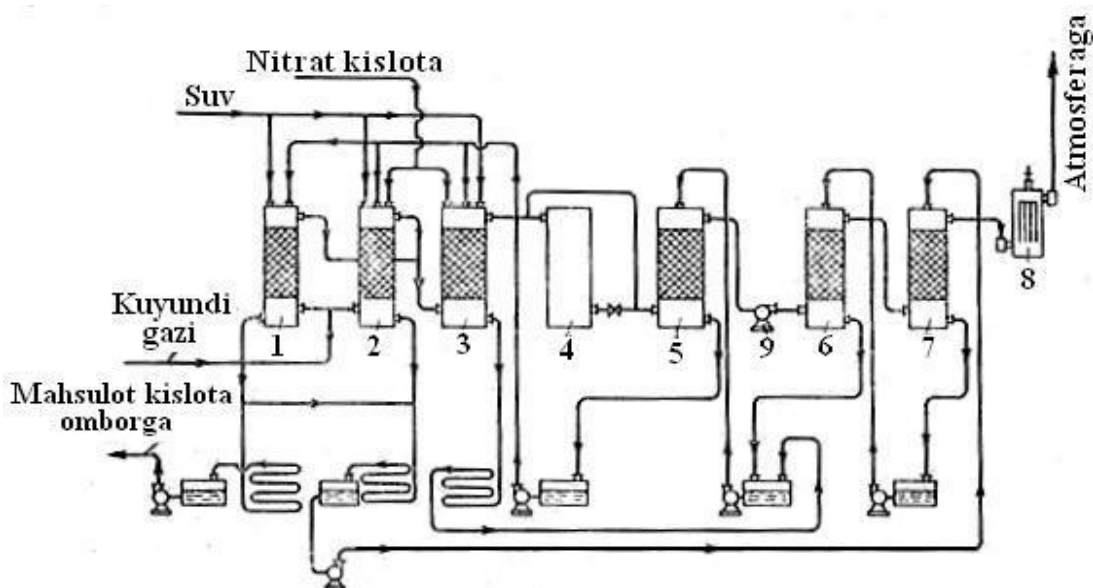
- 1) sulfit angidridni oksidlash va sulfat kislota olish;
- 2) chiqindi gazlaridan azot oksidlarini absorbsiyalash.

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 kislotalarga 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 kislotali ($100\% \text{H}_2\text{SO}_4$ hisobidagi) miqdori bilan tavsiflanadi. Shuning uchun qayta jihozlanayotgan minorali tizimlarda yuqori jadallikka va nitrat kislotalarini kam sarflanishiga erishish uchun yettita minora, tizim oxirida esa – chiqindi gazlaridan sulfat kislotalarini ushlab qolish uchun elektrofiltr o'rnatish ko'zda tutilgan (5.12-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.



5.12-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 kislodata 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

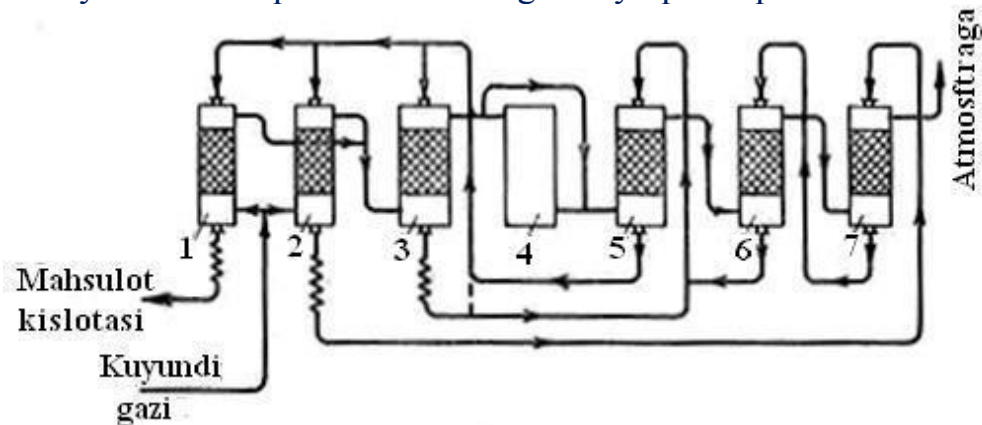
oksidlaridan yetarlicha tozalash imkoniyatini yaratadi. Shuning uchun bu minorani *sanitar minora* deb ham ataladi.

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 5.13-rasmda ko'rsatilgan.

Ikkala (5.12- va 5.13-rasm) sxemada ham konsentrlangan va denitrolangan sulfat kislota minora-konsentratordan (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 sulfat angidrid oksidlanishini yuqori tezlikda borishini ta'minlaydi.

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.



5.13-rasm. Yetti minorali tizimdagi suyuqlikni taqsimlash tizimining tasviri (minoralarni belgilash 5.12-rasmdagi kabidir).

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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. 5.13-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 $-51^{\circ}C$ 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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, sulfid 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 sovituvchi 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 sezilsiz darajada ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi absorbsiya minorasiga taqsimlanadigan kislota 45-55°C haroratga ega bo'ladi. Azot oksidlarining absorbsiyasi va suv bug'ining kondensatsiyasi natijasida ajraladigan issiqlik hisobiga kislota 15-20°C ga qiziydi va birinchi absorberdan chiqishda 60-75°C haroratga ega bo'ladi. Kislota shu haroratda denitratorga va mahsulot minoralariga taqsimlashga keladi. Denitratsiya minorasidan chiqadigan kislota harorati, asosan, undagi H₂SO₄ 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 sulfid angidridni sulfat kislotaga to'la qayta ishlashini amalda ta'minlashi kerak: oxirgi mahsulot minorasidan chiqadigan gazdagi SO₂ miqdori 0,2% dan oshmasligi lozim. Suyuqlikni taqsimlash nitrozaliligi ortishi bilan minoralardagi SO₂ ni qayta ishlash jadalligi ortadi. Shuning uchun zamonaviy minorali tizimlarda mahsulot minorasiga taqsimlanadigan kislotaning nitrozaliligi 15-16% ga yetadi. Lekin kislota nitrozaliligining ortishi bilan SO₂ 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 HNO₃ kg hisobida)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bog‘liqdir. Minorali tizimlarda ularning jadalligi sutkasiga 200-250 kg/m³ 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:

$$G_{HNO_3} = \frac{\sum G_k N_k - \sum G_y N_y + B}{Q}$$

bu yerada: G_k va G_{ch} – mahsulot minorasiga kiradigan va undan chiqadigan nitroza miqdori, kg/soat; N_k va N_{ch} – kiradigan va chiqadigan nitrozalardagi HNO₃ miqdori, birlik ulushda; V – yo‘qotishni to‘ldirish uchun tizimga beriladigan HNO₃ miqdori, kg/soat; Q – 100% li H₂SO₄ 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 N₂O₃ ning sulfat kislotaga absorbsiyalanishining borishi ikkala jarayon tezligini ham pasaytiradi. Agar dastlab NO ni N₂O₃ 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 NO₂ ekvimolekulyar nisbatiga nisbatan oz miqdordagi NO ni NO₂ ga oksidlanadi. Absorbsiya minoralarida NO ning qo‘shimcha oksidlanishi natijasida ekvimolekulyar nisbatdagi NO va NO₂ 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 SO₂ 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

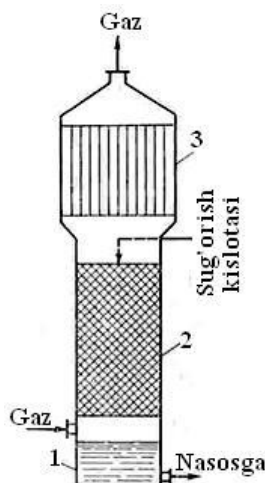
Chiqindi gazlarini azot oksidlaridan tozalashning eng samarador usuli – gazni konsentrlangan sulfat kislota bilan qayta ishlashdir. Buning uchun tashqaridan yoki denitratsiya minorasidan olinadigan kislota hisobiga to'ldirilgan va «o'z-o'ziga» suyuqlik taqsimlaydigan sanitar absorbsiya minorasi o'rnatiladi.

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 minerali zavodlar chiqindi gazlarining 1 m^3 da 5 g sulfat kislota bug'i bo'ladi.

Chiqindi gazlaridan bug' va tomchilarni ajratib olish uchun minerali zavodlarda elektrofiltrlar o'rnatiladi. Ayrim zavodlarda elektrofiltr oxirgi absorbsiya (sanitar) minorasining yuqori qismiga o'rnatilgan. Bu jihoz (5.14-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 elektrofiltrning po'lat quvurlari joylashtirilgan. Jihoz to'ldirgichlariga minora-denitrator yoki minora-konsentratordan keladigan sovitilgan sulfat kislota taqsimlanadi.



5.14-rasm. Minerali tizimda chiqindi gazlarini tozalash uchun jihoz:

1 – kislota yig'gichi; 2 – to'ldirgich; 3 – elektrofiltr.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Minorali tizim me'yorida ishlaganda chiqindi gazlaridagi SO₂ miqdori 0,1-0,2% ni tashkil qiladi; bunday gazlarni maxsus tozalashsiz 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 anhidridning nitrozaga absorbsiyasi qanday amalga oshadi?
8. Sulfit anhidridning 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 takroriyli nima? Uning ahamiyati qanday?
16. Nima uchun minorali tizimda nisbatan yuqori konsentratsiyali (75% H₂SO₄ 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.

6-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 kislotada 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,

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

ular da 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 kislotasi suvli eritmalarini 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 kislotasi suvli eritmalarini 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 kislotasi konsentratsiyalarining nisbati umumiy bug' bosim hamda sulfat kislotasi va suv bug'ining to'yingan bug' bosimlari kattaligi bo'yicha hisoblanishi mumkin (1-ma'ruza).

1.3-rasmdan (1-ma'ruza) ko'rinadiki, sulfat kislotasi konsentratsiyasi ortishi bilan suyuq va gaz fazalaridagi H_2SO_4 miqdorlari orasidagi farq kamayadi. Masalan, agar 80% li sulfat kislotasi bug'lari tarkibida o'ziga H_2SO_4 bo'lsa, 90% li sulfat kislotasi ustidagi bug'da H_2SO_4 konsentratsiyasi taxminan 10% ga yetadi, 98,3% li sulfat kislotada esa suyuq va gaz fazasining tarkibi bir xil bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, sulfat kislotasi eritmasini bug'latilganda uning konsentratsiyasi 98,3% H_2SO_4 gacha muntazam ortadi va keyingi qizdirish natijasida o'zgarmay qoladi. Shunday qilib, sulfat kislotasi eritmasini 98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyagacha bug'latib bo'lmaydi.

98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali bo'lgan sulfat kislotasi (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 kislotasi 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 – kislotani 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 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 kislotani $0^\circ C$ dan boshlang‘ich harorati t_1 gacha va konsentrlash harorati t_2 gacha qizdirish uchun kerak bo‘ladigan issiqlik miqdori, kkal/kg.

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 yerada: Q_2 – suvni yo‘qotish uchun kerak bo‘ladigan issiqlik (1 kg H_2SO_4 hisobida), kj (yoki kkal); a – kislotaning boshlang‘ich konsentratsiyasi, % H_2SO_4 ; b – kislotaning 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 kislotadagi suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati; M_2 – oxirgi (konsentrlangan) kislotadagi 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.

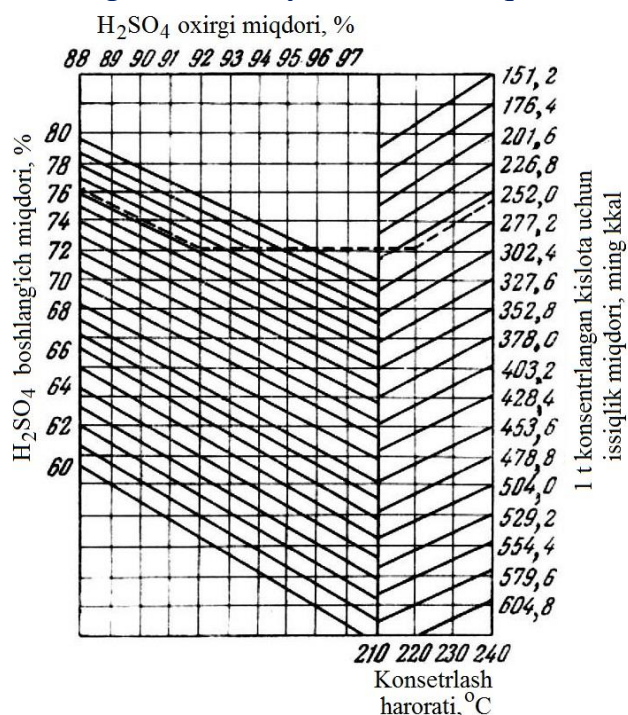
Suyultirilgan sulfat kislotadan yo‘qotilishi kerak bo‘lgan suv miqdori (kg da) quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$G = 100B \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

bu yerda: B – olinadigan konsentrlangan kislota miqdori, kg.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Konsentrlash uchun talab etiladigan issiqlikning umumiy miqdori (yo‘qotilish hisobga olinmaganda), nomogramma bo‘yicha ham aniqlanishi mumkin (6.1-rasm).



6.1-rasm. Kislota 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 konsentrlash

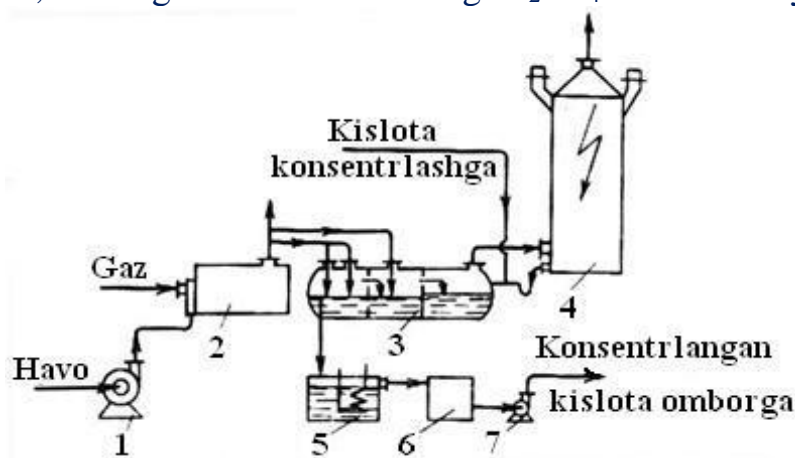
Qaynoq gazni kislota bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashishi orqali konsentrlash. Qaynoq gazni kislota bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashishi orqali konsentrlash jihozlarda issiqlik almashinishning yaxshi sharoiti yaratiladi; bunday jihozlarda harorat konsentrlanadigan kislota qaynashigacha yetkazilmaydi, jihozlarda sodda va kerakli tejamkor.

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, atmosferaga 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Lekin bayon etilgan minorali qurilmalar unumdorligi kamdir va keyingi yillarda yuqori unumdorlik bilan ishlaydigan tejamkor barbotajli konsentratorlar ishlatish yoʻlga qoʻyilgan.

Barbotajli konsentrator qurilmasi. Bunday qurilma oʻtxona (2) va gorizontaal silindr (baraban) shaklidagi uchta kameraga vertikal toʻsiqlar bilan ajratilgan konsentratordan (3) iboratdir (6.2-rasm). Kuchsiz sulfat kislota uchinchi kameraga (gaz harakati boʻyicha) tushadi va ichki kameralar boʻyicha uchinchidan ikkinchiga va soʻngra birinchiga toʻsiqlar osha oqib tushadi. Oʻtxonadan keladigan qaynoq gaz birin-ketin quvur va tirsaklar boʻyicha 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 boʻladi. Kislota kameradan kameraga oqib oʻtishda doimo qizib boradi, uning ustidagi bugʻ bosimi ortadi, suv bugʻlanadi va kislota H₂SO₄ konsentratsiyasi ortadi.



6.2-rasm. Barbotajli konsentrator qurilmasining tasviri:

1 – havo purkagich; 2 – oʻtxona; 3 – barbotajli konsentrator; 4 – elektrofiltr; 5 – kislota sovutgich; 6 – kislota yigʻgichi; 7 – nasos.

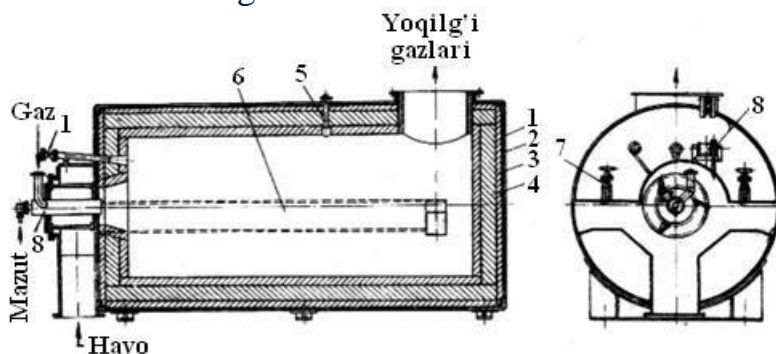
Birinchi kamerada kislota harorati 230-250°C ga, uning konsentratsiyasi esa 93-95% H₂SO₄ ga yetadi. Shuning uchun bu kamerada suv bilan bir paytda sulfat kislota ham bugʻlanadi. Issiqlik almashinish jadal borganligi sababli birinchi kameradan chiqadigan gaz H₂SO₄ bugʻlari bilan (50 g/m³ gacha) toʻyingan boʻladi. Ikkinchi kamerada suyultirilgan sulfat kislota ustidagi toʻyingan suv bugʻining bosimi bu kameraga kiradigan gazdagiga nisbatan yuqori boʻladi. Shuning uchun bu yerda suv bugʻlanadi va buning oqibatida kislota birmuncha konsentrlanadi. H₂SO₄ ning toʻyingan bugʻ bosimi kiradigan gaznikiga nisbatan bir necha yuz marta kichik boʻladi, shu tufayli ikkinchi kamerada sulfat kislota kondensatlanadi. Madomiki shunday ekan, bu kamerada kislota harorati va konsentratsiyasi nisbatan past, bu yerda vujudga keladigan sulfat kislota bugʻlarining toʻyinishi S qariyb 80 ni tashkil etadi, yaʼni kritik toʻyinishdan anchagina yuqori boʻladi (150°C haroratda kritik

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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 konsentratoridan 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 (6.3-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.

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.

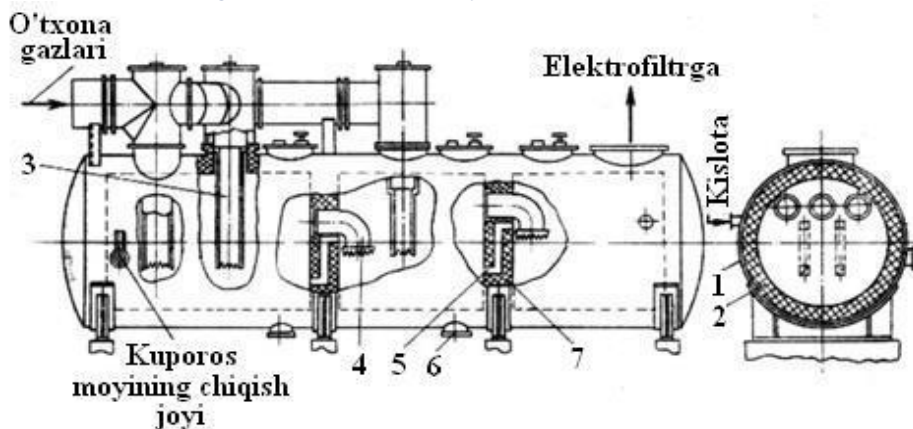


6.3-rasm. Barbotajli konsentrator o'txonasi:

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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Barbotajli konsentrator. Barbotajli konsentrator qalinligi 12 mm po‘lat listdan gorizontal silindr shaklida payvandlangan ko‘rinishda bo‘ladi (6.4-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 himoyalanadi.



6.4-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 uchtadan 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 birlashtirilgan 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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‘lmazligi 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 kislotaga bug‘lari elektrofiltrdan oldin 35-40 g/m³ ni tashkil etadi, ikkinchi kamerada ham qaynoq gaz berilganda esa u 11 g/m³ gacha kamayadi.

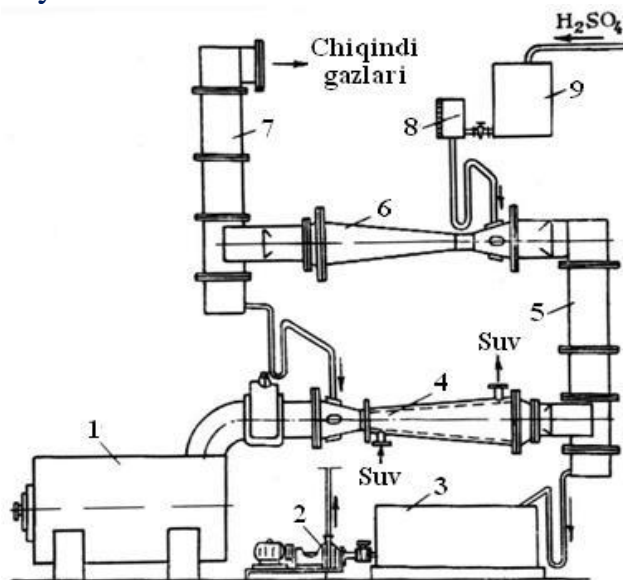
Venturi quvurli qurilma. Mavjud konsentratsiyalash qurilmalarining ko‘pchiligida bir necha (10 va undan ortiq) barbotajli konsentratorlar o‘rnatilgan, chunki bitta jihozning unumdorligi nisbatan yuqori emas, bunday jihozlarning unumdorligini oshirish ancha mushkuldir – ular anchagina katta va murakkab

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

hisoblanadi. Shu munosabat bilan quvurdagi qaynoq gaz oqimida kislotaning changlanishi bilan ishlaydigan konsentratirlarga 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.

6.5-rasmda Venturi quvurlari shakliga ega bo'lgan ikki changlatuvchi jihozdan iborat qurilma tasviri keltirilgan. Venturi quvurlarida xuddi ikki kamerali konsentratir kameralaridagi kabi jarayonlar sodir bo'ladi.



6.5-rasm. Venturi quvurlarida sulfat kislotani konsentrlash jarayonining tasviri:

1 – o'txona; 2 – nasos; 3 – kislota sovutgichi; 4 – Venturi quvuri (konsentratir); 5,7 – siklon-separatorlar; 6 – Venturi quvuri (tuman tutgich); 8 – me'yorlashtirgich (dozator); 9 – ta'minlash idishi.

Konsentrlash jarayoni quyidagilardan iborat: konsentrlanadigan sulfat kislota 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 kislota birinchi Venturi quvuriga (4) tushadi, u yerda barcha kislota changlanadi va gaz oqimi bilan siklonda (5) ushlab qolinadi, u yerda ajratilgan konsentrlangan sulfat kislota sovutgichga (3) o'tadi.

Kislota tomchilari hosil qiladigan va uni bug'latadigan qaynoq o'txona gazi 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.

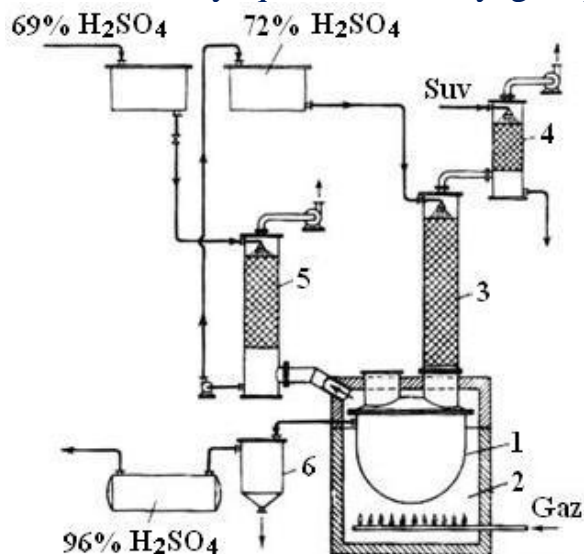
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kondensatordagiga nisbatan taxminan ikki marta kamdir.

Keltirilgan konsentrlash qurilmasining muhim yutug'i shundaki, jarayon yuqori jadallikda borganligi sababli barbotajli konsentratorga nisbatan konsentrlanadigan kislota quvurdagi 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 6.6-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.



6.6-rasm. Deflegmatsiya turidagi konsentrlash qurilmasi:

1 – retorta; 2 – o'txona; 3 – deflegmator; 4 – kondensator; 5 – o'txona gazlari issiqligidan foydalanish minorasi; 6 – kislota sovutgichi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kondensatorlarda 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 konsentratlarda ifloslangan kislotalarni ham konsentrlash mumkindir.

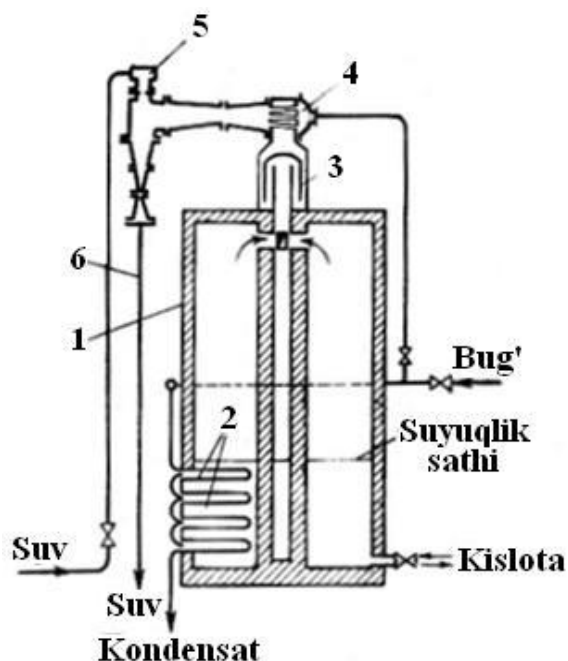
Deflegmatorli qurilmalarda kislolaning qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagiga nisbatan yuqori konsentratsiyali (98% H_2SO_4 gacha) kislota olinadi. Kislolaning yo‘qotilishi (barcha mahsulot kislotasining 1-2% qismi) kamdir, ammo kislolaning qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagi 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.

Vakuumba konsentrlash. Kislota (barcha suyuqliklar singari) vakuumba atmosfera haroratidan anchagina past haroratda qaynaydi. Past haroratda energiya kam sarflanadi, jihozlar korroziyalanishi kamayadi, shuningdek H_2SO_4 yo‘qotilishi ham kamayadi.

Vakuumba, ayniqsa, tarkibida organik qo‘shimchalar bo‘lgan (masalan, kislotali gudrondan ajratilgan) kislotalarni konsentrlash maqsadga muvofiqdir, chunki vakuumba va past haroratda sulfat kislolaning qaytarilishi anchagina kamayadi.

Davriy ishlaydigan vakuum-bug‘latgichli qurilma tasviri 6.7-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. Kislotadan 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 kislotani bug‘latib 50 t 93% li sulfat kislota olinadi. 50 t sulfat kislotani bug‘latish bitta bosqichining vaqti 12 soatni tashkil etadi.



6.7-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 kislota 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 kislota 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 kislota jadallik bilan bug‘lanishi sodir bo‘ladi va uning konsentratsiyasi ortadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Tabiiyki, konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda minorali tizim ish sharoiti qiyinlashadi, chunki birgina minoraning o'zida ham kislota 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 kislota 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 kislota azot oksidlari miqdorining ortishiga olib keladi. Suyuqlikni taqsimlash zichligi minora diametrini kamaytirish yo'li bilan oshiriladi.

Kuyundi gazning 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?

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kislota 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 jihozlari 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?

7-MAVZU: SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHDAGI JARAYONLAR NAZORATI, AVTOMATIK BOSHQRISH TIZIMI VA HAYOTIY FAOLIYAT XAVFSIZLIGI. SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHNING ISTIQBOLLI YO‘LLARI

Reja:

1. Ishlab chiqarish nazorati
2. Sulfat kislota ishlab chiqarishda jarayonni avtomatik boshqarish
3. Sulfat kislota ishlab chiqarishda hayotiy faoliyat xavfsizligi
4. Sulfat kislota ishlab chiqarishda kimyoviy energiyadan foydalanish

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.

Nazorat usullarini shartli ravishda: davriy (qo‘lda amalga oshiriladigan) va avtomatik nazorat turlariga bo‘lish mumkin. Nazoratning davriy usuli kimyoviy tahlil

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

yoʻllari orqali amalga oshiriladi. Dastlab xomashyo, yarim mahsulotlar, mahsulotlardan namunalari olinadi, soʻngra namunalarni kimyoviy qayta ishlanadi, tegishli hisoblashlar bajariladi va hokazo. Shuning uchun koʻpchilik holatlarda kimyoviy tahlil natijalari namuna olingan vaqtdan bir necha soat keyin tayyor boʻladi. Bu paytda barcha uzluksiz jarayonlarda oʻrnatilgan maqbul (optimal) rejimga nisbatan texnologik rejim parametrlarining oʻzgarishini oʻz vaqtida aniqlash sulfat kislotasi olishda ham va uni konsentrlashda ham muhim ahamiyatga ega boʻladi.

Nazoratning avtomatik usullarida oʻlchashlar toʻxtovsiz amalga oshiriladi. Avtomatik nazorat uskunalari nafaqat koʻrsatadi, balki koʻrsatkichni qayd etib boradi, shuningdek oʻlchanadigan parametrning belgilangan qiymatidan ogʻishi (chetlanishi) haqida signal uchun belgilangan impuls beradi. Bunda koʻrsatkich qayd etilishi uni oʻlchanadigan joydan bir qadar uzoq masofada – distansiyali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu esa nazorat maskanidan turib jarayonni boshqarish imkonini beradi. Lekin koʻpgina koʻrsatkichlar boʻyicha oʻlchashning ishonchli avtomatik usullari boʻlmaganligi uchun sulfat kislotasi ishlab chiqarishda davriy, xususan, kimyoviy nazorat usullari hali ham koʻp ishlatilmoqda.

Haroratni oʻlchash. Sulfat kislotasi ishlab chiqarishda gaz va kislotaning harorati simobli termometrlar, qarshilik termometrlari va termoparalar yordamida oʻlchanadi. 500°C gacha boʻlgan haroratni oʻlchash uchun *simobli termometrlardan* keng miqyosda foydalaniladi. Sanoat sharoitida haroratni oʻlchash uchun *qarshilik termometrlaridan* foydalanish eng qulay hisoblanadi. Ularning ishlash prinsipi metallar harorati oʻzgarishi bilan ular elektr oʻtkazuvchanligining oʻzgarishiga asoslangandir. Qarshilik termometrining asosiy qismi ingichka (misdan, platinadan, mahsus qotishmadan tayyorlangan) sim hisoblanadi, ularning bir uchi qarshilikni oʻlchash uchun uskuna (logomer yoki qarshilik mosti) bilan ulangan boʻladi; uskunaning oʻlchash darajasi yuz gradusli darajaga tegishli boʻlimlarga ajratilgan boʻladi. Simobli termometrغا nisbatan qarshilik termometrining afzalligi shundaki, uzun sim orqali logomer yoki mostni uzoq masofaga, masalan nazorat punktiga joylashtirgan holda oʻlchashni amalga oshirish mumkin.

Nisbatan yuqori haroratlar (300-800°C) ni oʻlchashda turli xil metall va qotishmalardan tayyorlangan ikkita payvandlangan simlardan iborat *termoparalar* ishlatiladi. Harorat oshganda simlarning payvandlangan joyida («qaynoq» payvand) galvanometr bilan oʻlchanadigan elektr toki vujudga keladi, galvanometr klemmalariga termoparaning boʻsh uchi biriktirilgan («sovuq» payvand) boʻladi. Termopara poʻlatli, sopol yoki kvarsli himoya gilzasiga joylashtiriladi.

Qarshilik termometrlari va termoparalar katta aniqlikda haroratni oʻlchaydi; buning uchun bir necha koʻrsatkichlarni va signallarni avtomatik qayd etadigan va koʻrsatadigan turli xildagi logomerlar, galvanometrlar va potensiometrilar ishlatiladi.

Bosim va vakuumni oʻlchash. Bosim va vakuum U-simon manometrlar va mikromanometrlar yordamida oʻlchanadi. U-simon manometr suv, simob yoki boshqa

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

shunga o'xshash suyuqliklar to'ldirilgan shishadan tayyorlangan quvurcha ko'rinishida bo'ladi; quvurchaning bir uchi gaz o'tkazgichga joylanadi, ikkinchi uchi esa ochiq holatda qoladi. Ortiqcha bosim yoki vakuum bo'lmaganda quvurchaning ikkala ustunidagi suyuqlik sathi bir xil darajada turadi. Agar gaz o'tkazgichdagi gazlar aralashmasi bosim ostida bo'lsa, quvurchaning ochiq ustunidagi suyuqlik sathi ko'tariladi. Suv sathlari farqidan bosim yoki vakuum o'lchanadi (mm sim. ust. yoki mm suv ust.). Manometrning mm sim. ust. birligidagi ko'rsatkichini simobning zichligi ($13,6 \text{ g/sm}^3$) ga ko'paytirish orqali mm suv ust. birligiga aylantirish mumkin va aksincha.

Unchalik katta bo'lmagan bosim va vakuumni o'lchash uchun odatda mikromanometrlar ishlatiladi. Mikromanometr bilan bosim va vakuumni 0,1 mm. suv ust. aniqligigacha aniqlash mumkin.

Sarflanadigan materiallarni o'lchash. Jihozlardan o'tadigan gaz va suyuqliklar hajmi odatda diafragma – o'rtasida tirqish bo'lgan metall disk yordamida aniqlanadi. Diafragma quvurli o'tkazgichning ikkita flaneslari orasiga mahkamlanadi. Diafragma tirqishi quvurli o'tkazgich diametridan kichik bo'ladi. Quvurli o'tkazgichdagi gaz (suyuqlik) ning tezligi qanchalik yuqori bo'lsa, gaz (suyuqlik) ning diafragmadan o'tishida yuzaga keladigan qarshilik ham shunchalik katta bo'ladi. Agar quvurli o'tkazgichga manometrning bir ustunini diafragmadan oldin va ikkinchi ustunini diafragmadan keyin biriktirilsa, bunda manometr bosim farqini ko'rsatadi, u orqali oqim tezligi, so'ngra gaz yoki suyuqlikning vaqt birligi ichidagi sarfi aniqlanadi.

Kolchedan va kuyundi tahlili. Xomashyo va kuyundidagi oltingugurt miqdori, kolchedanda esa namlik ham aniqlanadi. Oltingugurtni aniqlash uchun tortib olingan kolchedan namunasi kuchli oksidlovchi – zar suvida eritiladi. Buning natijasida hosil bo'ladigan sulfat kislota keyinchalik bariy xlorid bilan cho'ktiriladi. Cho'kma filtrlanadi, yuvindi suvida Cl^- ionlari qolmaguncha suv bilan yuviladi, quritiladi va o'zgarmas massagacha kuydiriladi, tortiladi va namunadagi, so'ngra esa kolchedandagi oltingugurt miqdori hisoblanadi.

Oltingugurtni aniqlashning *tezkor usulida* – kolchedan namunasi maxsus pechda kuydiriladi, hosil bo'ladigan sulfit anhidrid yuttirgich idishga keladi, u yerda vodorod peroksid bilan H_2SO_4 gacha oksidlanadi.

Sulfat kislota to'g'ridan-to'g'ri yuttirgich idishning o'zida ishqor bilan titrlanadi.

Kuyundi tarkibidagi yonmagan oltingugurt miqdorini aniqlash ham xuddi kolchedandagi oltingugurtni aniqlashdagi kabi amalga oshiriladi. Namlik odatdagi usullar bilan aniqlanadi – namunaning massasi quritishdan oldin va keyin tortiladi.

Kislota tahlili. Kislotaning konsentratsiyasi ba'zan areometrlar yordamida uning zichligini o'lchash orqali aniqlanadi. Jadvallardan foydalanib kislota zichligi orqali uning konsentratsiyasi aniqlanadi. Harorat ko'tarilishi bilan sulfat kislota

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

zichligi kamayadi. Shuning uchun areometr bilan zichlik aniqlanganda kislotaning harorati ham o'lchanadi va tegishli jadvallardagi ma'lumotlar asosida zichlikka to'g'rilash kiritiladi.

Areometr ko'rsatkichlari orqali kislota konsentratsiyasini yaqinlashtirilgan aniqlikda topiladi. Kislota konsentratsiyasini yuqori aniqlikda aniqlash uchun tahlilning kimyoviy usullari (titrlash) dan foydalaniladi. Sulfat kislota namunasi suvda eritiladi va ishqor eritmasi bilan tirtrlash orqali neytrallanadi. Sarflanadigan ishqor eritmasi miqdori bo'yicha sulfat kislota konsentratsiyasi hisoblab topiladi.

Quritish minoralari kislotasi, monogidrat va oleumning konsentratsiyasini nazorat qilish uchun, shuningdek, KSO-3 turidagi avtomatik konsentratomerlar ishlatiladi. Uning ishlashi sulfat kislotaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan. KSO-3 turidagi konsentratomerlarning o'lchash aniqligi $\pm 0,2\%$ dan $\pm 0,5\%$ gachani tashkil etadi.

Kislotadagi N_2O_3 miqdori (nitrozalilik) - kaliy permanganat eritmasi bilan azot oksidlarini HNO_3 gacha oksidlash orqali titrlash yo'li bilan aniqlanadi. Titrlashga sarf bo'ladigan $KMnO_4$ eritmasining miqdori bo'yicha nitrozadagi azot oksidlari miqdori hisoblanadi.

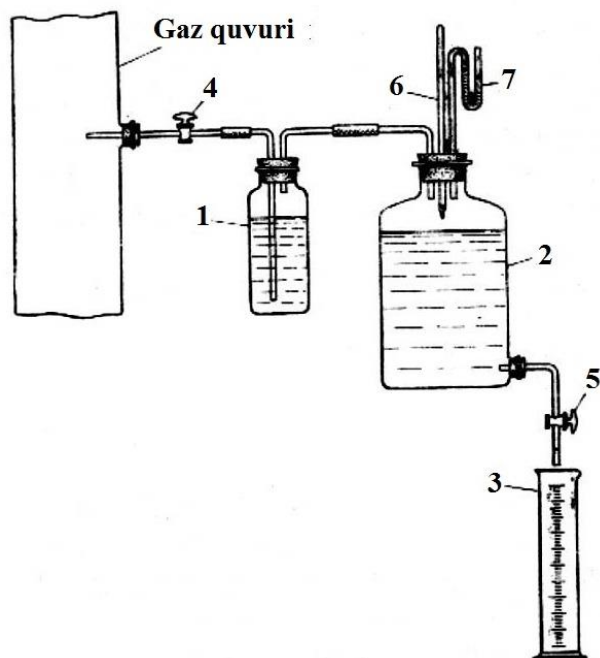
Gazlar tahlili. Gazdagi chang miqdori (chaglilik) tahlil qilinadigan gazning o'lchangan miqdorini oldindan tortilgan, tagi teshikli shisha paxta to'ldirilgan stakanchadan o'tkazish orqali aniqlanadi. Stakancha qopqog'ida teshik bo'lgan po'lat patronga joylashtiriladi. Bunday patron gaz o'tkazgichga joylanadi va stakan og'irliklari orasidagi farqdan gazning changliligi hisoblanadi.

Hozirgi paytda gazdagi chang konsentratsiyasini avtomatik aniqlash uchun fotokolorimetrlar ishlab chiqarilgan. O'lchash fotoelement yordamida amalga oshiriladi, uning ishlash prinsipi gazning changlanganligiga bog'liq holda uning tiniqligi (shaffofligi) ning o'zgarishiga asoslangan. Fotoelement zanjiridagi tok gazdagi chang miqdoriga bog'liq holda o'zgaradi, chunki gaz orqali o'tgan nur gazdagi muallaq chang zarrachalariga yutiladi va unda yoyiladi.

Gazdagi SO_2 yodometrik usul bilan – sulfit angidridni oksidlash uchun sarflanadigan yod miqdori bo'yicha aniqlanadi.

Kislotali suv va kraxmalli yuttirish sklyankasiga o'lchangan miqdordagi yodning titrlangan eritmasi quyiladi (yod ishtirokida kraxmal ko'karadi) va undan tahlil qilinadigan gaz eritma rangsizlanguncha o'tkaziladi. Olingan yod miqdori va o'tkazilgan gaz hajmi bo'yicha sulfit angidrid konsentratsiyasi hisoblanadi (7.1-rasm).

Gazdagi sulfit angidrid konsentratsiyasini avtomatik aniqlash uchun ishlatiladigan qurilmaning ishlash prinsipi uning issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlashga asoslangan. SO_2 konsentratsiyasi o'zgarishi bilan sulfitli gaz issiqlik o'tkazuvchanligi ham o'zgaradi va shunga muvofiq ravishda gazoanalizator platina simining ham qarshiligi o'zgaradi.



7.1-rasm. Gazdagi sulfit angidrid konsratsiyasini aniqlash uchun qurilma tasviri:

1 – yod eritmasi bo‘lgan yuttirish sklyankasi; 2 – aspirator; 3 – o‘lchov silindri; 4,5 – jo‘mraklar; 6 – termometr; 7 – manometr.

Avtomatik kimyoviy gazoanalizatorlar ham mavjud bo‘lib, ularda gaz namunasi SO_2 ni yutadigan moddalar bilan qayta ishlanadi. Gaz hajmining kamayishidan sulfit angidrid konsratsiyasi aniqlanadi.

Gazdagi SO_2 va azot oksidlari miqdori, ular birgalikda bo‘lganda, aniqlash uchun vodorod peroksid bilan H_2SO_4 va HNO_3 gacha oksidlanadi, bu kislotalarning umumiy miqdori ishqor bilan titrlash orqali aniqlanadi, shundan keyin sulfat kislota miqdori xromatometrik usul bilan, nitrat kislota miqdori esa bu aniqlashlar farqi orqali topiladi.

Gazdagi sulfat kislota bug‘lari (tumani) miqdori aniqlanadigan gaz hajmini gigroskopik paxta to‘ldirilgan quvur orqali o‘tkazilganda o‘zgarishi orqali aniqlanadi. Paxta quvurdan chiqarib olinadi, suvga solinadi va titrlash yo‘li bilan H_2SO_4 miqdori aniqlanadi. Nam elektrofiltrlardan keyin gazdagi sulfat kislotali bug‘ miqdorini avtomatik o‘lchash uchun ATF-2 turidagi tumanomerlar qo‘llaniladi, ularning o‘lchash chegarasi $0\text{-}200 \text{ mg/m}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ bug‘lari (tumani) ga tengdir. Tumanomerning ishlash prinsipi gazni changliligi o‘lchangandagi kabi gazning shaffofligini o‘lchashga asoslangandir.

Gazdagi mishyak miqdorini, gazning namligini, chiqindi gazlari tarkibini va boshqalarni aniqlash usullari bilan amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarida batafsil tanishtiriladi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda jarayonni avtomatik boshqarish

Jarayonni avtomatik boshqarish. Sulfat kislota ishlab chiqarishning sifat va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari, asosan, texnologik rejimni aniq ushlab turilishiga bog'liqdir. Uning buzilishi unumdorlikning pasayishiga va mahsulot sifatining yomonlashishiga olib keladi. Shuning uchun nazoratning avtomatik usullarini kiritish va jarayonni boshqarish, ya'ni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish halq xo'jaligida katta amaliy ahamiyatga egadir. Kimyoviy, xususan, sulfat kislota ishlab chiqarishda jarayonlarni avtomatik nazorat qilish va boshqarish juda ham zarur, chunki kimyoviy jarayonlar natijasida ishlab chiqarish binolari atmosferasiga ko'p miqdordagi zararli mahsulotlar (gazlar, bug'lar, chang va boshqalar) ajralib chiqishi mumkin.

Sulfat kislota ishlab chiqarish uzluksiz jarayon hisoblanadi, unda texnologik sxemadagi barcha asosiy jihozlar birin-ketin bog'langandir. Bitta jihozdagi jarayon buzilsa, keyingi jihozlardagi ish rejimi ham buziladi. Masalan, kontaktlanishga keladigan gazdagi sulfit angidrid konsentratsiyasining pasayishi natijasida kontakt jihozlaridagi harorat pasayadi va kontaktlanish darajasi kamayadi. Me'yoridagi ish tartibini tiklash va SO₂ kontaktlanishini talab etilgan me'yorgacha ko'tarish uchun gaz oqimini tegishli jo'mraklar bilan sozlashga to'g'ri keladi. Bunda absorbsiya bo'linmasida yutiladigan SO₃ miqdori kamayishi bilan bog'liq holda tozalash bo'linmasidan monogidratli absorberdagi yig'gichga beriladigan kislota miqdorini hamda oleumli yig'gichga yuboriladigan monogidrat miqdorini o'zgartirish kerak bo'ladi.

Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, sulfat kislota korxonalarida texnologik tartibga qat'iy rioya qilinsa, uzoq vaqt hech qanday boshqarishsiz ishlashi mumkin. Sulfat kislota ishlab chiqarish normal ishlashida jihozlarni boshqarish juda kam amalga oshiriladi va xizmat qiladigan shaxslar faqatgina texnologik rejimni kuzatadi va uning parametrlarini qayd etib boradi. Bundan sulfat kislota ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish hech qanday iqtisodiy samara bermaydi, chunki bunda ozginagina mehnat sarfi kamayadi xolos, degan noto'g'ri xulosaga kelmaslik kerak. Lekin sulfat kislota ishlab chiqarishda kompleks avtomatlashtirishni joriy etish, ayniqsa mehnat sharoitini yaxshilanishini, xomashyo, elektroenergiya, suv va boshqalar sarfini kamayishini, jarayon jadalligini ortishini belgilab beradi, madomiki shunday ekan avtomatlashgan jarayon nisbatan yuqori (optimal) ko'rsatkichlarda amalga oshirilishi mumkin. Bunday ko'rsatkichlarni qo'lda boshqarish orqali ushlab turish amalda mumkin emas, chunki maqbul (optimal) tartibdan ozginagina chetlanish avtotermik jarayonning buzilishiga yoki ishlab chiqarishdagi kattagina yo'qotishlarga olib keladi.

Kolchedan xomashyosiga ishlaydigan sulfat kislota ishlab chiqarish korxonasini to'la avtomatlashtirishi tez-tez ta'mirlash talab etiladigan va xizmat ko'rsatish qiyin bo'lgan jihozlar (kislota sovutgichlari, nasoslar va boshqalar)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kiradigan texnologik sxemalarning ulkanligi tufayli katta qiyinchiliklar bilan bog'liqdir. Lekin bu sxemalar ayrim alohida tarmoqlarini avtomatlashtirish tajribasi shuni ko'rsatadiki, ushbu jarayonni avtomatlashtirish iqtisodiy jihatdan o'z-o'zini to'la oqlaydi.

Tabiiy oltingugurt, vodorod sulfid, konsentrlangan sulfid angidridga ishlaydigan kontaktli tizimni avtomatlashtirish ayniqsa samaradordir. Bunda ishlab chiqarishning texnologik tizimi birmuncha soddalashadi, chunki undan tozalash bo'linmasi olib tashlanadi, sulfid angidrid olish jarayoni soddalashadi hamda kontaktli va minorali bo'linmalar soddalashadi. Avtomatik nazorat va boshqarish kiritilishi bilan texnologik jarayonni takomillashtirishning yangi, katta imkoniyatlari yuzaga keladi.

Avtomatik sxemaning nazorat qilinadigan parametrlari iloji boricha minimal bo'lishi kerak, va holanki nazorat va boshqarish nuqtalarining haddan ziyod ko'payib ketishi jihozlarni keltirilish, ularga xizmat ko'rsatish va o'lchash natijalarini qayta ishlashga sarflanadigan katta xarajatlar bilan bog'liqdir.

Kolchedanni kuydirishni avtomatik boshqarish. Sulfat kislota ishlab chiqarish barcha tarmoqlarining barqaror ishlashini belgilab beradigan sulfid angidrid olish jarayonining muhim ko'rsatkichlari – olinadigan sulfidli gaz hajmining doimiyliigi va undagi SO₂ konsentratsiyasining bir xildaligi hisoblanadi. Bu ko'rsatkichlar birinchi navbatda muttassil bir xilda avtomatik ushlab turilishi lozimdir.

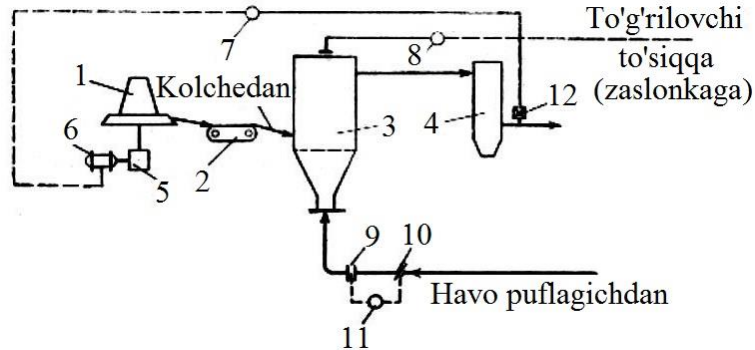
Olinadigan gazning o'zgarish hajmini ushlab turish nisbatan osondir; buning uchun xomashyo yoqiladigan pechga bir xil miqdordagi havo beriladi. Gazdagi sulfid angidrid konsentratsiyasini bir xilda ushlab turish ancha mushkuldir, chunki SO₂ miqdori nafaqat pechga beriladigan xomashyo miqdoriga, balki boshqa ko'pgina omillar: xomashyoning maydalanish darajasi, undagi oltingugurt, namlik va boshqa qo'shimchalar miqdori, kuydirish sharoiti va boshqalarga ham bog'liqdir.

Sulfidli gazdagi SO₂ konsentratsiyasini avtomatik boshqarilishiga shunday erishiladiki, bunda sulfid angidrid konsentratsiyasini o'lchaydigan gazoanalizator tegishli qurilmalar yordamida kolchedan ta'minlagichga ta'sir ko'rsatadi va shu yo'l bilan pechga beriladigan kolchedan miqdorini o'zgartiradi.

Ba'zan gazdagi SO₂ konsentratsiyasi pech yoki pechdan chiqadigan gaz harorati bo'yicha pechga beriladigan kolchedan miqdorini o'zgartirish yo'li bilan boshqariladi, chunki sulfid angidrid konsentratsiyasi va gazning harorati bir-biriga o'zaro bog'liqdir. Lekin bunday boshqarish gazning konsentratsiyasi bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri boshqarishga nisbatan aniqligi kamdir, va holanki uning harorati nafaqat SO₂ miqdoriga, balki pechga kiradigan havo haroratiga, kolchedanning namligiga va boshqalarga ham bog'liqdir. Bundan tashqari, pech ichki niqobining va gaz o'tkazgichlarning qizib ketishi hisobiga gaz haroratining o'zgarishi undagi SO₂ konsentratsiyasi o'zgarishidan birmuncha orqada qoladi, bu ham boshqarish aniqligiga ta'sir ko'rsatadi.

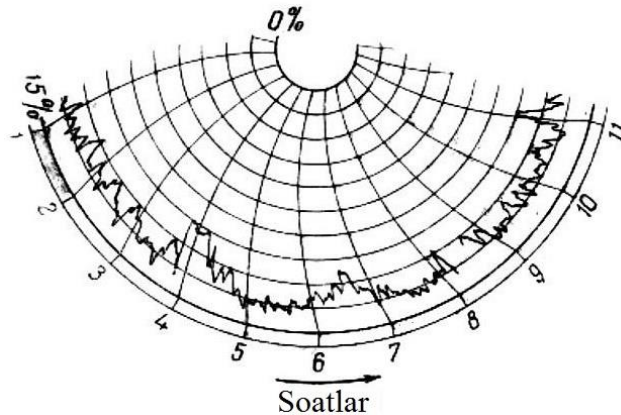
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

7.2-rasmda kolchedanga ishlaydigan qaynovchi qatlam pechini avtomatlashtirish tizimi tasvirlangan. Gaz hajmining doimiyligiga quyidagicha erishiladi. Pechga keladigan havo miqdorini o'ldaydigan diafragmadan (9) beriladigan impuls boshqargich (11) orqali kiradigan havo miqdorini boshqaradigan gaz to'sgichga (zaslonka) (10) ta'sir ko'rsatadi. Kuyundi gazidagi SO₂ konsentratsiyasining bir xilligi shunday ta'minlanadiki, bunda qozon-yuttirgichdan (4) keyin o'rnatilgan gazoanalizator (12) beriladigan impuls boshqargich (7) orqali tarelkali ta'minlagich (1) tezligiga (variator yoki boshqariluvchi reostat yordamida) ta'sir ko'rsatadi. Pech yuqori qismidagi vakuumning doimiyligi (4-5 mm.suv ust.) boshqargich (8) orqali ushlab turiladi. Bu regulyator gaz purkagichdan oldingi boshqarish elementi (masalan, zaslonka) holatini mos ravishda o'zgartirib turadi. Bayon etilgan boshqarish tizimidagi SO₂ konsentratsiyasining og'ishi o'rtacha 0,3% ni tashkil etadi (7.3-rasm).



7.2-rasm. Qaynovchi qatlamli kuydirish pechini avtomatik boshqarish tizimining tasviri:

1 – tarelkali ta'minlagich; 2 – oraliq transportyor; 3 – pech; 4 – qozon-yuttirgich; 5 – reduktor; 6 – ta'minlagichni aylantirish manbasi; 7,8,11 – boshqargichlar; 9 – diafragma; 10 – boshqariladigan zaslonka; 12 – SO₂ gazoanalizatori.

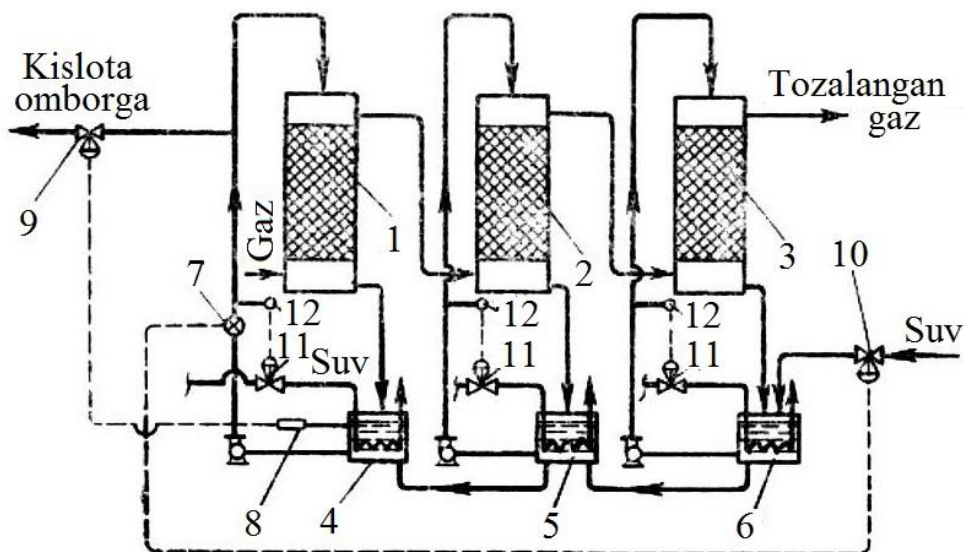


7.3-rasm. Avtomatik gazoanalizator vositasi bilan pechga beriladigan xomashyoni boshqarilishida kuyundi gazidagi SO₂ konsentratsiyasining kartogrammasi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kuyundi gaz yuvilishini avtomatik boshqarish. Changdan tozalangan kuyundi gazi birinchi va ikkinchi yuvish minoralarida nisbatan past haroratda sulfat kislotasining suyultirilgan eritmasi bilan yuviladi. Bu sharoitda kuyundi gazidagi asosiy qo‘shimchalar (sulfat, arsenit va selenit angidridlar) tuman (bug‘) ga o‘tadi, u qisman yuvish minoralarida va to‘la – namlash minorasida va nam elektrofiltrlarda cho‘ktiriladi. Minora va elektrofiltrlarda to‘planadigan kislota ikkinchi yuvish minorasiga, undan esa birinchi yuvish minorasiga uzatiladi.

Namlash va ikkinchi yuvish minoralaridagi H_2SO_4 konsentratsiyasi birinchi yuvish minorasidagi kislota konsentratsiyasi, yuvish bo‘linmasining harorat rejimi va ayrim boshqa sharoitlar orqali belgilanadi. Shunga muvofiq holda 7.4-rasmda tasvirlangan yuvish minorasini avtomatlashtirish tizimining tasviri chizilgan. Birinchi yuvish minorasidagi kislota konsentratsiyasining bir xilligiga shunday erishiladiki, bunda konsentratomer daraja to‘g‘rilagichi (chiqarma o‘lchash o‘zgartirgichi) (7) namlash minorasidagi yig‘gichga beriladigan suv miqdorini o‘zgartiruvchi klapanga (10) ta’sir ko‘rsatadi. Birinchi yuvish minorasidagi yig‘gich 4 dan ortiqcha kislota omborga chiqarib yuboriladi. Chiqarib yuboriladigan kislota miqdori daraja to‘g‘rilagichni (8) klapanga (9) ta’sir etishi yo‘li bilan boshqariladi.



7.4-rasm. Yuvish bo‘linmasini avtomatlashtirish tizimi tasviri:

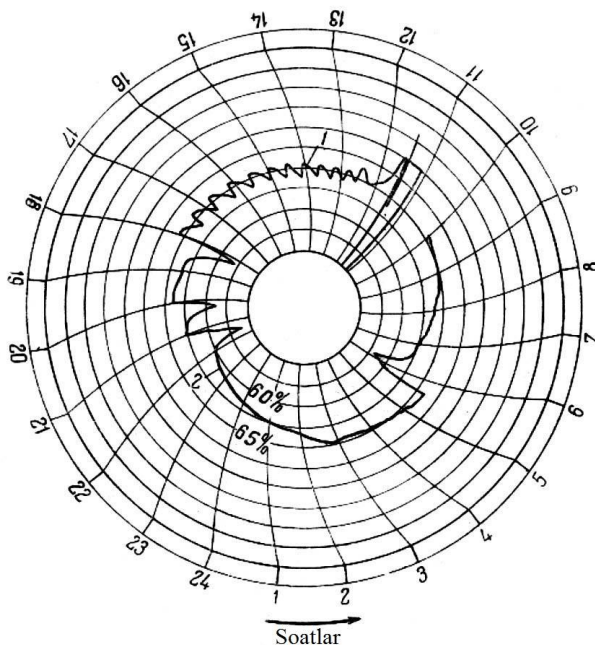
1,2 – yuvish minoralari; 2 – namlash minorasi; 4-6 – kislota yig‘gichlari; 7 – konsentratsiya to‘g‘rilagichi; 8 – daraja to‘g‘rilagichi; 9-11 – to‘g‘rilash klapanlari; 12 – termoparalar bilan harorat to‘g‘rilagichlari.

Harorat rejimining bir xilligiga shunday erishiladiki, bunda termoparalar (12) impulslari klapanlarga (11) uzatiladi, u shunga mos holda kislota sovutgichlariga yuboriladigan suv miqdorini o‘zgartiradi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Boshqarish tizimi soddadir, uning kamchiligi katta inersiyalilikka egalidir. Lekin ushbu holatda bu katta ahamiyatga ega emas, chunki birinchi yuvish minorasidagi kislota konsentratsiyasining me'yoridan yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan og'ishi 2-3% ni tashkil etadi, ortgan inersiyaning ta'siri bu chegaradan chiqmaydi.

Namlash minorasi bo'lmagan taqdirda suv ikkinchi yuvish minorasidagi yig'gichga (5) qo'shiladi; bunda tizim inersiyaliligi kamayadi va boshqarish aniqligi ortadi. Bunday boshqarish tizimidagi birinchi yuvish minorasi kislota konsentratsiyasining kartogrammasi 7.5-rasmda tasvirlangan.



7.5-rasm. Namlash minorasi bo'lmaganda birinchi yuvish minorasi kislota konsentratsiyasining kartogrammasi:

1 – avtomatik boshqarish; 2 – qo'lda boshqarish.

Quritish-absorbsiya bo'linmasini avtomatlashtirish. Quritish va absorbsiya bo'linmalari bir-biriga uzviy bog'liqdir. Quritish kislotasi konsentratsiyasini oshirish uchun absorbsiya bo'linmasidagi monogidrat ishlatiladi, ortiqcha quritish kislotasi absorbsiya bo'linmasiga uzatiladi. Shunday qilib, quritish minoralarida gazdan yuttiriladigan barcha suv absorbsiya bo'linmasiga keladi, u yerda sulfat angidrid bilan bog'lanib, H_2SO_4 ga aylanadi.

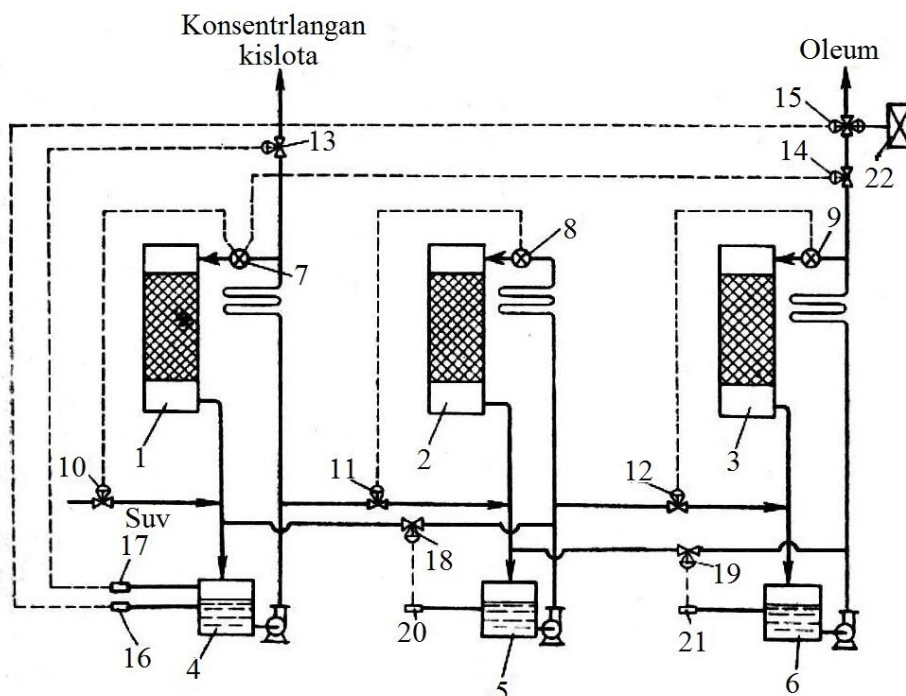
Kontaktli zavodning asosiy mahsuloti oleum hisoblanadi, shuning uchun, agar gaz bilan standart oleumga aylanishi uchun talab etiladigan miqdordan kam miqdordagi suv kelsa, tizimga (quritish yoki absorbsiya bo'linmasiga) suv kiritiladi. Agar kerakligidan ortiqsa suv kiritilsa, bunda mahsulotning bir qismi konsentrlangan sulfat kislota tarzida olinadi.

7.6-rasmda barcha tizimdagi kislotaning talab etiladigan konsentratsiyasini avtomatik ushlab turilishini, shuningdek omborga mahsulotni avtomatik uzatilishini

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

ta'minlaydigan quritish-absorbsiya bo'linmasini avtomatik boshqarish tizimi tasvirlangan.

Oleumning belgilangan konsentratsiyasi oleum yig'gichiga (6) tushadigan monogidrat miqdorini o'zgartiruvchi klapaniga (12) to'g'rilagichning (9) ta'sir etishi yo'li bilan ushlab turiladi. Monogidrat va quritish kislotasining konsentratsiyasi ham xuddi shunday boshqariladi – to'g'rilagichlar (7 va 8) klapanlarga (10 va 11) ta'sir etadi.



7.6-rasm. Quritish-absorbsiya bo'linmasini avtomatlashtirish tizimi tasviri:

1 - quritish minorasi; 2 - monogidratli absorber; 3 - oleumli absorber; 4-6 - kislota yig'gichlari; 7-9 - konsentratsiya to'g'rilagichlari; 10-15,18,19 - to'g'rilash klapanlari; 16,17,20,21 - daraja to'g'rilagichlari; 22 - boshqarish markazi.

Omborga jo'natiladigan oleum miqdori daraja to'g'rilagich (16) yordamida boshqariladi, u klapaniga (15) ta'sir etadi.

Oleumli absorberda (3) barcha mahsulotni oleum tarzida ishlab chiqarish uchun talab etiladigan miqdordan ko'p SO_3 (talab etiladigan 31% o'rniga 60-70% SO_3) yuttiriladi, shuning uchun oleumni suyultirish uchun monogidrat yetishmaydi. Bu nomuvofiqlik daraja to'g'rilagichining (21) klapaniga (19) ta'sir etishi natijasida ortiqcha oleumning yig'gichdan (6) yig'gichga (5) oqib o'tishi va u yerda monogidrat konsentratsiyasigacha suyulishi orqali bartaraf etiladi.

Agar quritish minorasiga gaz bilan keladigan namlik miqdori barcha mahsulotni oleum tarzida ishlab chiqarilishi uchun talab etiladiganidan ko'p bo'lsa, quritish kislotasining konsentratsiyasi yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan chegara qiymati (93% H_2SO_4) gacha kamayadi. U holda konsentratsiya to'g'rilagichi (7)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

klapanni (14) berkitishga impuls uzatadi, bunda yigʻichdagi (6) kislota darajasi ortadi. Kislota darajasi qabul qiluvchi daraja toʻgʻrilagichga (17) yetgach, u klapanni (13) ochishga impuls uzatadi, natijada mahsulotning bir qismi tizimdan quritish kislotasi sifatida chiqarib olinadi. Suv yetishmaganda tizimga suv berilishini boshqaruvchi klapanga (10) toʻgʻrilagichning (7) datchigi taʼsir etishi natijasida quritish kislotasi yuqori yoʻl qoʻyilishi mumkin boʻlgan chegarada (93,5% H₂SO₄) ushlab turiladi. Bu holda barcha mahsulot oleum tarzida klapan (15) orqali chiqariladi.

Quritish kislotasining oʻrnatilgan konsentratsiyasi klapanga (18) daraja toʻgʻrilagichining (20) taʼsir etishi natijasida monogidratning yigʻichdan (5) yigʻichga (4) uzatilishi orqali ushlab turiladi.

Quyida qoʻlda va avtomatik boshqarishdagi jarayon asosiy parametrlarining ushlab turilish aniqligi haqidagi maʼlumotlar keltirilgan:

Boshqarish parametrlari	Boshqarish	
	qoʻlda	avtomatik
Monogidrat:		
konsentratsiya, % H ₂ SO ₄	±0,3	±0,1
yigʻichdagi daraja, sm	±30	±3,5
Oleum:		
konsentratsiya, % H ₂ SO ₄	±2	±0,15
yigʻichdagi daraja, sm	±40	±6,2
Quritish kislotasi:		
konsentratsiya, % H ₂ SO ₄	±1	±0,25
yigʻichdagi daraja, sm	±20	±7,5
sarfi, t/soat	oʻlchanmagan	±0,3

Soddalashtirilgan sikl boʻyicha ishlaydigan quritish-absorbsiya boʻlinmasining avtomatlashtirish tizimi (7.7-rasm) chet ellardagi zavodlarda amalga oshirilgan va unchalik murakkab boʻlmagan texnik vositalar, asosan elektrik toʻgʻrilagichlar tizimini qoʻllash orqali bajarilgan.

Kontakt boʻlinmasini avtomatlashtirish. Gazning berilgan tarkibi va miqdorida nisbatan yuqori kontaktlanish darajasiga erishish uchun kontakt jihozining harorat rejimini ±(3-5) aniqlikda ushlab turilishi kerak. Maʼlumki, kontakt boʻlinmasining harorat rejimi gaz bilan keladigan sulfit angidrid konsentratsiyasiga bogʻliqdir, shuning uchun bu boʻlinmadagi haroratni boshqarish odatda SO₂ stabil konsentratsiyasini avtomatik ushlab turish bilan uygʻunlashtiriladi.

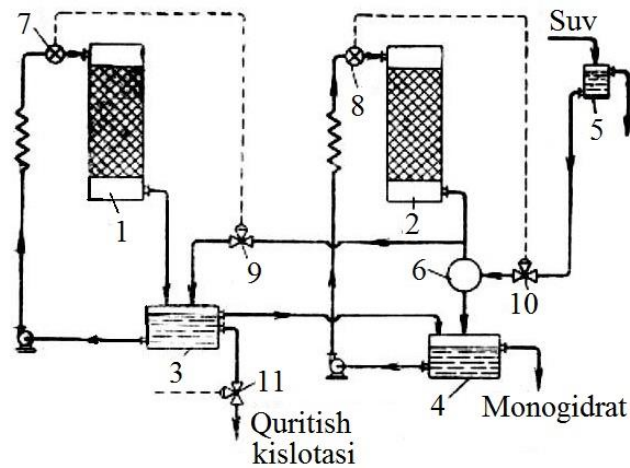
Oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlari shunday avtomatlashtirish sxemalaridan biri 7.8-rasmda tasvirlangan.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Sulfit angidrid oksidlanish jarayoni nazariyasiga asoslanib, hisoblash texnikasi yordamida kontakt jihozining maqbul (optimal) harorat rejimini aniqlash qoʻllanmasi keltirilgan. Adiabatik (oralik issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlardagi) jarayon uchun quyidagi nisbat oʻrinlidir:

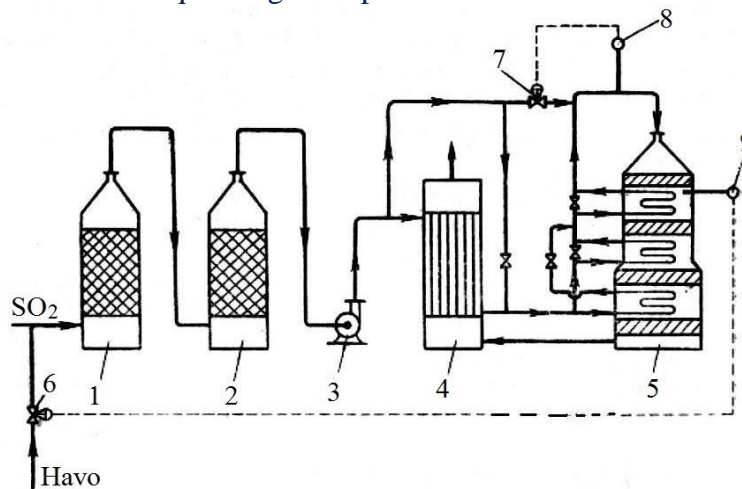
$$T = T_o + \lambda(x - x_o) \quad (7.1)$$

bu yerda: T_o va T – kontakt massa qatlamiga kirishda va undan chiqishda gazning harorati; λ – kontaktlanish darajasi 0 dan 1 ga oʻzgargandagi gaz haroratining ortish koeffitsienti; x_o va x – kontakt massa qatlamiga kirishdagi va undan chiqishdagi kontaktlanish darajasi.



7.7-rasm. Quritish-absorbsiya boʻlinmasini avtomatlashtirishning soddalashtirilgan tizim tasviri:

1 - quritish minorasi; 2 - monogidratli absorber; 3,4 - kislotani yigʻgichlari; 5 - suv uchun bak; 6 - aralashtirgich; 7,8 - konsentratomerlar; 9,10 - toʻgʻrilash klapanlari; 11 - elektrik bajaruvchi mexanizmli uzoq masofadan boshqariladigan klapan.



7.8-rasm. Kontakt jihozini avtomatlashtirish tizimi tasviri:

1 - quritish minorasi; 2 - tomchi ushlagich; 3 - quvurli gaz purkagich; 4 - tashqi issiqlik almashtirgich; 5 - kontakt jihozi; 6,7 - toʻgʻrilash klapanlari; 8,9 - termoparalar bilan haroratni toʻgʻrilagichlar.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Vanadiyli katalizatorida SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish reaksiyasi kinetikasini ifodalaydigan kontaktlanish darajasi o'zgarishining tezligi:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{k_c}{a} \left(\frac{x_p - x}{x} \right)^{0,8} \left(b - \frac{ax}{2} \right) \frac{273}{T} \quad (7.2)$$

tenglamadan topiladi, kontakt massa faolligi pasayganda faollanish energiyasi E amalda o'zgarmaydi.

Quyidagi

$$k_c = k_o e^{-\frac{E}{RT}} \quad (7.3)$$

tenglama bilan ifodalangan reaksiya tezlik konstantasining pasayishini kontakt massa faolligini ifodalaydigan k_o koeffitsientini kamayishi keltirib chiqaradi. k_o ni aniqlash reaksiya tezlik konstantasi va jarayonni maqbul (optimal) sharoitini o'rnatish uchun zarurdir.

(7.3) tenglamadagi k_c qiymatini (7.1) tenglamaga qo'yib, tenglama yechiladi:

$$k_o = \frac{2}{273\tau} \int_{x_o}^x e^{\frac{E}{RT}} \left(\frac{x}{x_p - x} \right)^{0,8} \cdot \frac{T}{\frac{2b}{a} - x} dx \quad (7.4)$$

Haroratni o'lchash uchun ancha sodda va ishonchli usullar ishlab chiqilgan, shuning uchun (7.4) tenglamadagi x va x_p kattaliklarni tegishli haroratlar orqali ifodalash maqsadga muvofiqdir. O'zgarimas bosim va gazning berilgan tarkibida muvozanatdagi kontaktlanish darajasi faqat haroratga bog'liqdir:

$$x_p = f(T) \quad (7.5)$$

(7.1) tenglamani:

$$x = x_o + \frac{T - T_o}{\lambda} \quad (7.6)$$

tarzida yozamiz. Undan:

$$dx = \frac{dT}{\lambda} \quad (7.7)$$

kelib chiqadi.

(7.4) tenglamaga (7.5) – (7.7) tenglamalaridagi x_p , x va dx qiymatlarini qo'yish orqali k_o ning katalizator qatlamidan chiqadigan gaz harorati T ga bog'liqligi hosil qilinadi. So'ngra k_o , τ va x_o larning ma'lum bo'lgan qiymatlari bo'yicha (7.4) tenglama yechiladi, $x = f(T)$ bog'liqligi aniqlangan odatdagi usul bilan maksimumda o'rganiladi va shunday yo'l bilan maksimal kontaktlanish darajasiga erishiladigan gazning harorati T_o aniqlanadi. Kontakt massa birinchi qatlamiga kirishda

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kontaktlanish darajasi nolga, ikkinchi va keyingi qatlamlarda esa – oldingi qatlamlardagi kontaktlanish darajalarining yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Hisoblash texnikasi ishlatilganda sanoat kontakt jihozlaridagi jarayonlarning parametrlarini qo‘shimcha o‘lchash talab etilmaydi, vaholanki gazning harorati kontakt massaga kirishda va undan chiqishda har bir qatlam uchun muntazam o‘lchab turilar edi. Shunday qilib, gazning miqdori va tarkibi bir xilligida kontaktlanish jarayonining maqbul (optimal) sharoiti hisoblash qurilmalari yordamida quyidagi yo‘llar bilan ushlab turiladi:

- 1) gazning harorati kontakt massaga kirishda va chiqishda aniqlanadi, (7.4) tenglama bo‘yicha k_o koeffitsienti hisoblanadi;
- 2) olingan k_o qiymati asosida gazning maqbul (optimal) harorati T_o aniqlanadi, buning uchun $x = f(T)$ bog‘liqligi maksimumda o‘rganiladi;
- 3) hisoblash natijalari – maqbul (optimal) haroratni ushlab turadigan to‘g‘rilagichga ta’sir etish uchun hisoblash qurilmasida ishlatiladigan signalga aylantiriladi.

Shuning uchun jarayonning maqbul (optimal) sharoitiga erishish uchun haroratlarning maksimal farqi $\Delta T = T - T_o$ ni ushlab turish kerakdir. Bu holda hisoblash qurilmasining ΔT kattalikni ifodalaydigan signali kontakt massa qatlamiga kirishdagi gaz haroratini to‘g‘rilagichiga yuboriladi, bu esa haroratlarning maksimal farqini ushlab turilishini ta’minlaydi.

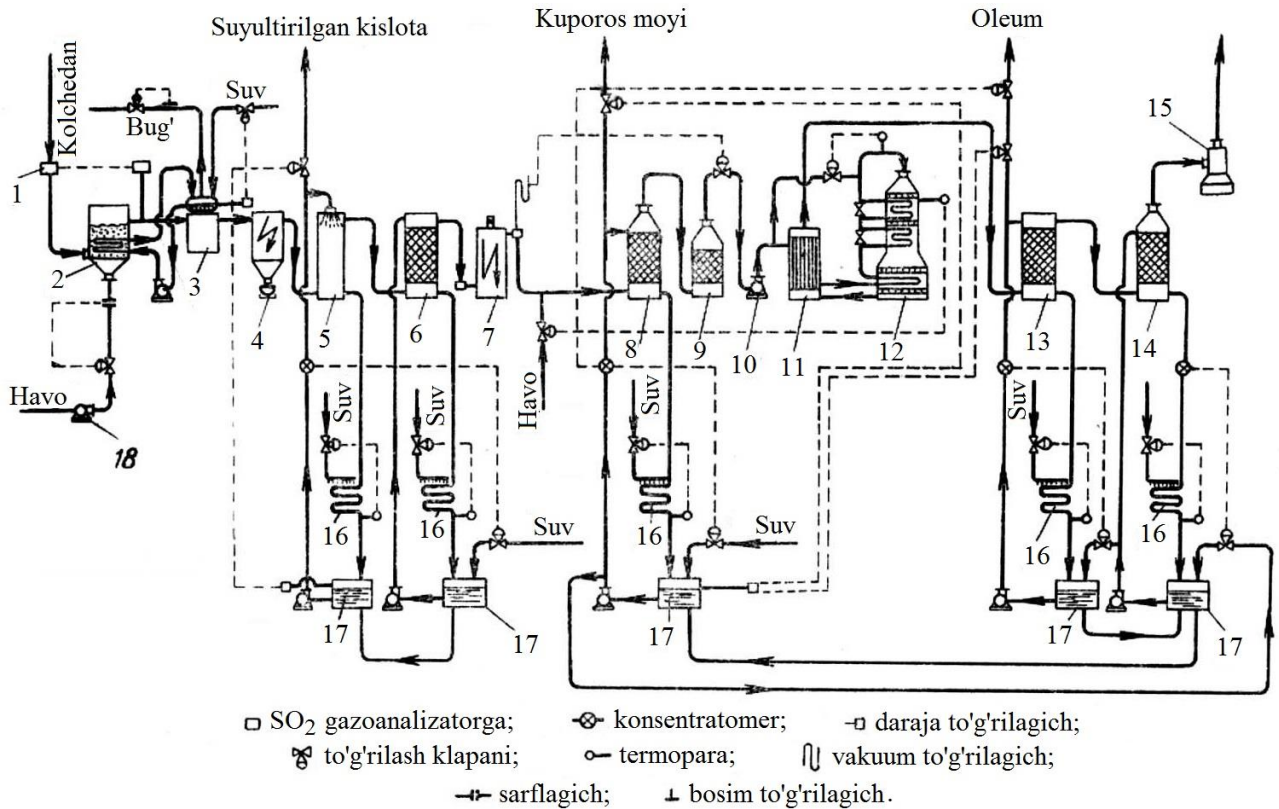
Jihozlar ishi maqbul (optimal) sharoitini ushlab turishning bayon etilgan usullarining yutug‘i va kamchiligi tajriba yo‘li bilan hisobga olinishi kerak.

Kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish. Qaynovchi qatlamda kolchedan kuydirilishidan kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish tizimi 7.9-rasmda tasvirlangan.

Avtomatik boshqaruv sexlarining barpo etilishi. Konsentrlangan sulfit anhidrid, vodorod sulfid va tabiiy oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish soddadir, shuning uchun bu xomashyolardan sulfat kislota ishlab chiqarishni yanada kattaroq darajada avtomatlashtirilishi mumkin va ishga tushirish, to‘xtatish va tizimning avariya holatidan chiqishini o‘z ichiga olgan barcha ishlab chiqarish bosqichlarini kompleks avtomatlashtirishdan to‘la avtomatlashtirishga o‘tkazilishi mumkin. Bunday to‘la avtomatlashtirilgan avtomatik boshqaruv sexlari «berk tizimda», ya’ni xizmat ko‘rsatadigan shaxslar bevosita ishtirok etmagani holda ishlashi mumkin.

Avtomatik boshqaruv sexlari barpo etishda kompleks avtomatlashtirish sexlarida ko‘zda tutilgan avtomatik nazorat va boshqarish qurilmalariga qo‘shimcha ravishda sexni avtomatik ishga tushirish, texnologik rejim va jihozlar ishida buzilishlar bo‘lgan holda barcha jihoz va tarmoqlar ish rejimidan chiqish va ishlab chiqarishni to‘la batamom to‘xtatish uchun qurilmalar ham bo‘lishi kerak.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

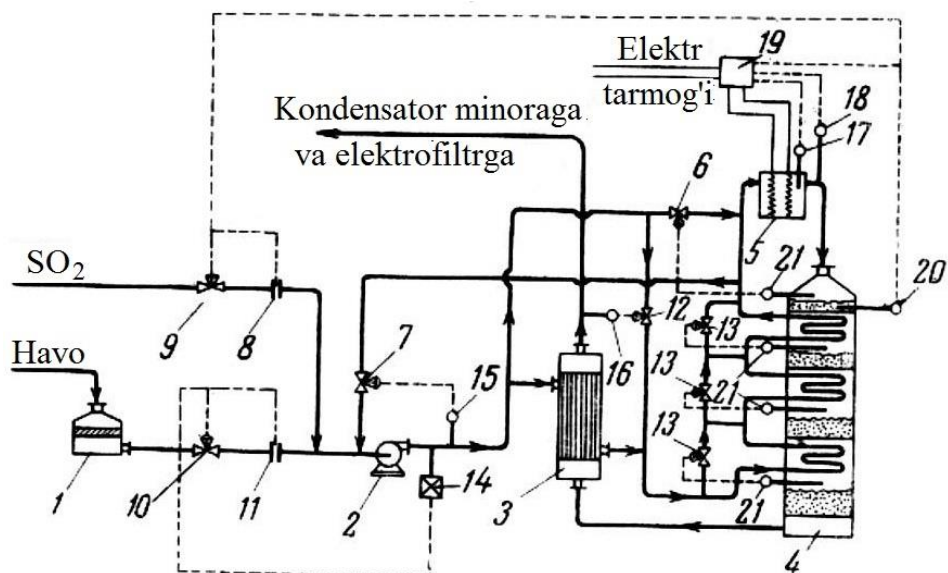


7.9-rasm. Qaynovchi qatlamda kolchedan kuydirilishidan kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish tizimi tasviri:

1 – kolchedan me'yorlashtirgichi; 2 – qaynovchi qatlamli kuydirish pechi; 3 – bug'li qozon-yuttirgich; 4 – quruq elektrofiltr; 5,6 – yuvish mineralari; 7 – nam elektrofiltr; 8 – quritish minorasi; 9,15 – tomchi ushlagich; 16 – suyuqlikni taqsimlash sovitgichlari; 17 – kislota yig'gichlari; 18 – havo purkagich ventilyatori.

Konsentrlangan sulfat angidridga ishlaydigan avtomatik boshqaruv sexi tizimi 7.10-rasmda keltirilgan.

Konsentrlangan SO₂ dan sulfat kislota ishlab chiqarish jarayoni faqat ikki bosqich – kontaktlanish va absorbsiyadan iboratdir. Barcha mahsulot konsentrlangan sulfat kislota tarzida ishlab chiqarilganda uni ishlab chiqarish texnologik tizimi quyidagilardan iborat bo'ladir. Filtrda (1) changdan tozalangan havo konsentrlangan sulfat angidrid bilan aralashadi, so'ngra havo purkagich (2) bilan issiqlik almashtirgichning (3) quvurlararo bo'shlig'iga yuboriladi, u yerda aralashma kontakt gazi bilan qiziydi. Tizimga keladigan havoni quritilmaydi, shuning uchun kontakt jihozidan chiqadigan gazlarda SO₃ dan tashqari suv bug'i ham bo'ladi. Issiqlik almashtirgich (3) quvurlarida sulfat kislota kondensatsiyalanishini oldini olish uchun gazga gaz purkagichga (2) kirishda qaynoq gazning aralashma harorati sulfat kislota shudringlari nuqtasidan yuqori bo'ladigan miqdori qo'shiladi. Gazlar aralashmasining harorati klapan (7) bilan boshqariladi, unga gaz purkagichdan (2) keyin gaz haroratini o'lchaydigan termoparadan (15) keladigan impuls ta'sir etadi.



7.10-rasm. Konsentrlangan sulfit anhidridga ishlaydigan tajriba avtomatik boshqaruv sexi tizimi tasviri:

1 – filtr; 2 – havo purkagich; 3 - issiqlik almashtirgich; 4 - kontakt jihozi; 5 – elektrik (ishga tushiruvchi) qizdirgich; 6,7,9,10,12,13 - to‘g‘rilash klapanlari; 8,11 - sarfni to‘g‘rilagichlar; 14 - gazoanalizator; 15-18,20,21 - termoparalar; 19 - boshqarish qurilmasi.

Gazdagi SO₂ konsentratsiyasining bir xilligiga tizimga keladigan havo miqdorini boshqaruvchi klapaniga (10) gazoanalizatorning (14) ta‘sir etishi yo‘li bilan erishiladi. Kontakt massa birinchi qatlamiga kirishda gaz haroratining bir xilligi klapaniga (6) termoparadan (21) keladigan impuls ta‘sir etishi va issiqlik almashtirgichdan (3) o‘tib kontakt jihoziga keladigan baypasli sovuq gaz miqdorini o‘zgartirish orqali ushlab turiladi. Kontakt massaning ikkinchi va keyingi qatlamlariga kiradigan gaz haroratini boshqarilishi ham kontakt jihozining ichki issiqlik almashtirgichiga keladigan gazning miqdorini o‘zgartiradigan klapaniga (13) boshqa termoparalardan (21) keladigan impulslar ta‘sir etishi orqali amalga oshiriladi. Omborga yuboriladigan kislota miqdori omborning mahsulot keladigan kislota quvuriga o‘rnatilgan klapaniga tegishli (daraja to‘g‘rilagichining impulsi bo‘yicha) ta‘sir etish yo‘li bilan boshqariladi.

Avtomatik boshqaruv sexi kontaktni yoki «ishga tushirish» tugmachasini bosish orqali yohud avariya holati bo‘lmasa, avtomatik suratda ishga tushadi. Boshlang‘ich impulsni olgach, bajaruvchi mexanizm gaz purkagich elektrodvigateli (2) va elektrik qizdirgich (5) tarmog‘ini ulaydi. Shundan so‘ng ventilyator rotorini singari normal aylanish tezligi hosil qiladi, sarf to‘g‘rilagich (11) bajaruvchi mexanizm yordamida klapan (10) to‘g‘rilagichiga ta‘sir etadi. Shunday qilib, kontakt jihozini qizdirish paytida havoning belgilangan hajmi normal rejimdagiga nisbatan ancha kam bo‘ladi.

Gaz purkagich (2) issiqlik almashtirgichga (3), so‘ngra elektrik qizdirgichga (5) havo haydaydi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Elektrik qizdirgich ish rejimi termoparalar (17 va 18) ko'rsatkichlari bo'yicha zanjirdagi tok kattaligi orqali boshqariladi. Termoparalardan birinchisi spirallardagi haroratni o'lchaydi, u belgilangan chegaradagi qiymatdan oshmasligi kerak. Ikkinchi termopara qizdirgichdan (5) chiqadigan gazning belgilangan haroratini ($480-500^{\circ}\text{C}$) o'lchaydi va ushlab turadi. Kontakt massa birinchi qatlamiga kirishda gazning harorati [u yuqoridagi termopara (21) bilan o'lchanadi] 420°C ga yetgach, bajaruvchi mexanizm asta-sekin klapan (9) to'g'rilagichini ochadi. Bu klapaning oxirgi ochilish darajasi sexning belgilangan unumdorligiga muvofiq holda sarf to'g'rilagich (8) bilan cheklanadi.

Kontakt massa birinchi qatlamidan keyin gazning harorati normal ishlashi uchun belgilanganidan $30-50^{\circ}\text{C}$ ga past bo'lsa, termoparalar (18) impulsining unga ta'sir etishi natijasida bajaruvchi mexanizm elektroqizdirgich ta'minlanadigan tokni o'zgartiradi. Kontakt jihozida harorat ortib borishiga ko'ra termoparalar (21) klapanlarga (13) ta'sir etadi, buning oqibatida gaz kontakt massaning har bir qatlamiga kirishida maqbul (optimal) haroratga ega bo'ladi.

Sulfat kislota kondensatsiyalanish jarayonining harorat rejimi kislotani sovutishga beriladigan suv miqdorini boshqaruvchi klapanlarga ta'sir etadigan qarshilik termometrlarining impulslari bo'yicha boshqariladi.

Avtomatik boshqaruv sexlarini to'xtatish kontakt yoki «to'xtatish» tugmachasini bosish yohud SO_2 yetishmaganda ishlaydigan bajaruvchi mexanizm orqali, yoxud alohida tarmoq va jihozlar ishida buzilganlik va buzilish haqida signal beruvchi avariya qurilmalari yordamida amalga oshiriladi. Impuls olgan bajaruvchi mexanizm klapani (6) yopadi. SO_2 konsentratsiyasi kamayishi natijasida klapan (7) kirayotgan havo miqdori kontakt jihozini qizdirishda beriladigan uning miqdoriga teng bo'lgunga qadar asta-sekinlik bilan yopiladi. Gazning harorati belgilanganidan 20°C past darajaga yetgach, elektroqizdirgichdagi tok avtomatik suratda ulanadi va kontakt jihoziga pufkash uchun (SO_3 ni yo'qotishga) qaynoq havo oqimi kirishi boshlanadi. Havo purkash vaqti kontakt jihozi quvvatiga bog'liq holda 20-30 soatni tashkil etadi. Havo purkash to'xtashi bilan vaqt relesi klapani (7) yopadigan tegishli bajaruvchi mexanizmga ta'sir etadi va tizimga havo puflaydigan havo purkagich (2) to'xtaydi.

Agar havoni quritish va mahsulotni oleum tarzida ishlab chiqarish ko'zda tutilgan bo'lsa, texnologik sxema va avtomatlashtirish tizimi birmuncha murakkablashadi. Lekin quritish minorasi va oleumli absorberni sxemaga kiritish avtomatik sex barpo etishda qiyinchiliklar keltirib chiqarmaydi, chunki bu jihozlarni avtomatlashtirish soddadir.

SO_2 ni suyultirishda havo o'rniga kislorod ishlatilganda avtomatlashtirish tizimi birmuncha o'zgaradi, uning jihozlanishi kislorodni me'yorlashtirish usuliga va kontakt jihozining harorat rejimini boshqarilishiga bog'liqdir.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Vodorod sulfid va tabiiy oltingugurt xomashyolari hisobiga ishlashda yuqorida keltirilgan texnologik sxema va avtomatlashtirish tizimi sulfit angidrid olish uchun qo‘shimcha jihozlar bilan to‘ldirilishi kerak. Bunda sexni avtomatik ishga tushirish va to‘xtatish birmuncha murakkablashadi, ammo avtomatik boshqaruv sexi barpo etish uchun ishlatiladigan asosiy usullar o‘zgarmaydi.

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 anhidrididagi 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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, mexanizmlarni 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, elektrofiltrlarda) 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 elektrofiltrlar 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 shaxslariga 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 flanelari (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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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:



7.1-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 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval

Turli xil xomashyolardan 1 t sulfat kislota olishda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

Jarayonlar	Oltingugurt		Kolchedan	Sulfid angidrid
	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 sovuvida 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, 4.25-rasmda tasvirlangan tizim

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

Korxonalaridan 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 (7.11-rasm) chiqarib olinadi, u yerda ajralib chiqadigan umumiy issiqlikning (7.12-rasm) taxminan 50% miqdori ishlatiladi, undan energetik bug' olinadi:

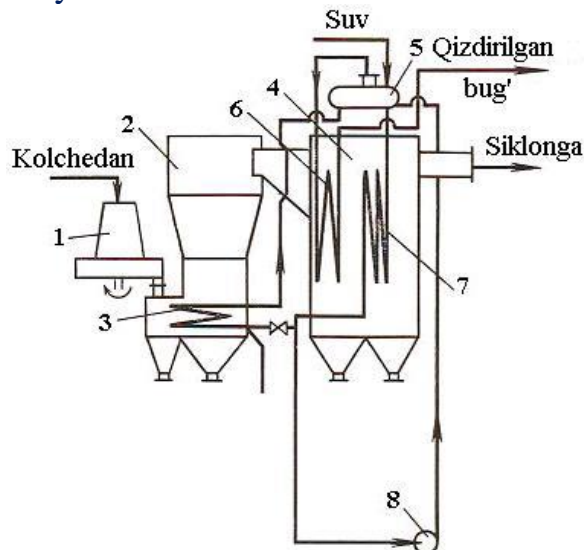
$$P = \frac{6,82 \cdot 0,5}{3,33} = 1,0 \text{ t/t}$$

Alohida holatlarda absorbsiya bo'linmasida issiq suv tarzida ajratib olinadigan issiqlikdan qisman binolarni isitishda, shuningdek, maishiy va sanoat ishlab chiqarish maqsadlari uchun ishlatiladi.

7.13-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

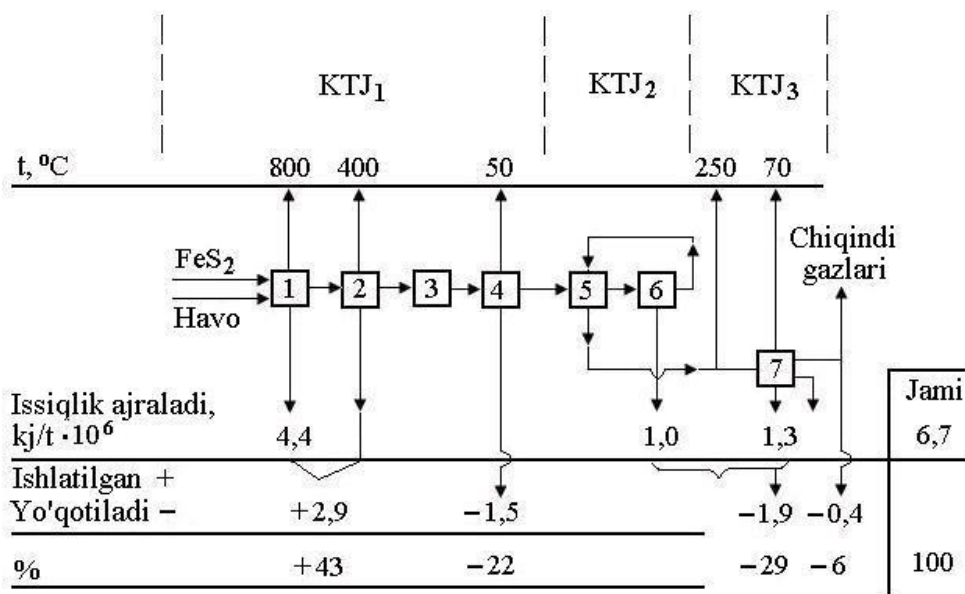
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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.



7.11-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.

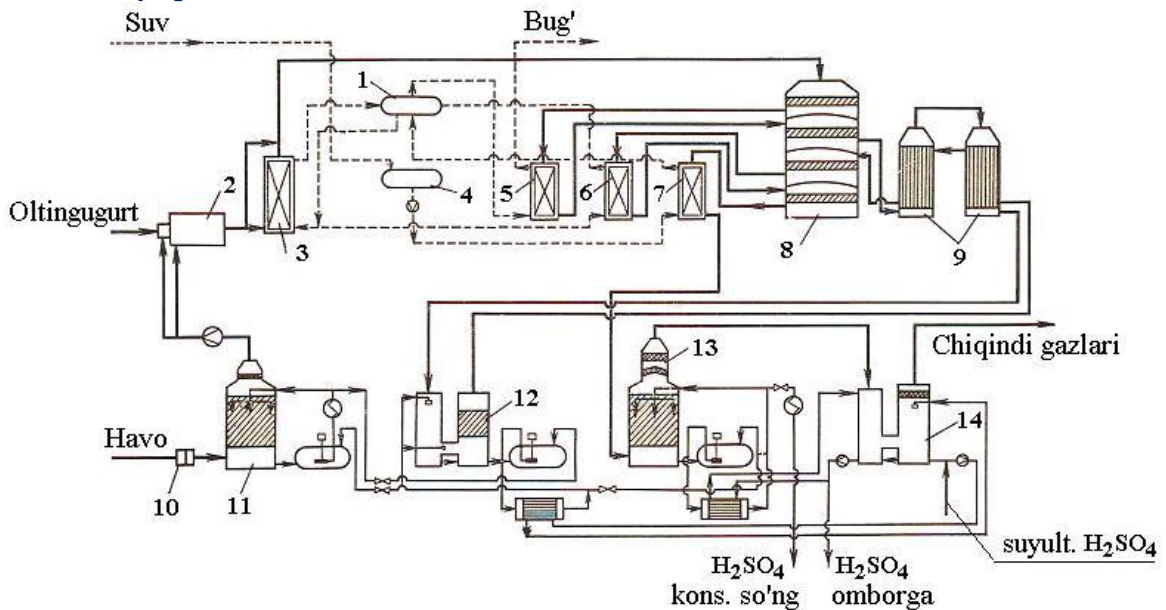


7.12-rasm. Flotatsiyali kolchedandan sulfat kislotasi ishlab chiqarishda reaksiya issiqligidan foydalanish:

1-flotatsiyali kolchedanni kuydirish va kuyundi gazni 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 kislotasi hosil qilish bilan SO₃ ni absorbsiyalash (KTJ₁ – SO₂ olish; KTJ₂ – SO₂ ni SO₃ ga oksidlash; KTJ₃ – H₂SO₄ olish).

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Oraliq absorber (12) to'ldirgichli skrubber minorasi bilan biriktirilgan Venturi quvuri ko'rinishida bo'ladi (7.13-rasm). Taqsimlanadigan kislota Venturi quvurining quyiladigan joyida hamda Venturi quvuri bilan skrubber minorasi biriktiriladigan gaz o'tish joyida sachratiladi. Bunda kislota mayda tomchilari gaz oqimi bilan qo'shiladi va minora to'ldirgichlarini namlaydi, bunda minoraga kislota taqsimlash kerak bo'lmay qoladi.



7.13-rasm. Ishlatilgan chiqindi sulfat kislota konsentrlash uchun issiqlikdan foydalanish yo'li bilan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1-bug' barabani; 2-oltinugurtni 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 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

7.13-rasmda qozon-utilizator (3) va issiqlik almashtirigich o'rtasida suv va bug'ning sirkulyatsiyasi hisobiga mahsulot sifatida qizdirilgan bug' ishlab chiqaradigan shunday sxema ko'rsatilgan.

Nazorat uchun savollar

1. Ishlab chiqarishdagi nazoratlar qanday tashkil etiladi?
2. Haroratni qanday asboblarda yordamida o'lchanadi? Ularning ishlash prinsipini tushuntiring.
3. Bosim va vakuumni qanday asboblarda yordamida o'lchanadi? Ularning ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Sarflanadigan materiallarni qanday asboblarda yordamida o'lchanadi? Ularning ishlash prinsipini tushuntiring.
5. Kolchedan va kuyundi tahlili qanday amalga oshiriladi?
6. Kislota tahlili qanday amalga oshiriladi?
7. Gazlar tarkibidagi qanday komponentlar aniqlanadi? Ularni aniqlash usullarini ayting.
8. Nima uchun jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimi ishlatiladi?
9. Kolchedan kuydirilishini avtomatik boshqarish qanday amalga oshiriladi?
10. Kuyundi gaz yuvilishini avtomatik boshqarish qanday amalga oshiriladi?
11. Absorbsiya-quritish bo'linmasini avtomatlashtirishni tashkil etishni tushuntiring.
12. Kontakt bo'linmasini avtomatlashtirish qanday amalga oshiriladi?
13. Kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarishni kompleks avtomatlashtirish jarayonini tushuntiring.
14. Avtomatik boshqaruv sexlari qanday barpo etiladi?
15. Sulfit angidridning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
16. Sulfat angidridning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
17. Azot oksidlarining qanday zararli ta'sirini bilasiz?
18. Sulfat kislotaning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
19. Vodород sulfitning qanday zararli ta'sirini bilasiz?
20. Elektr toki bilan ishlashda qanday ehtiyot choralarini ko'rish kerak?
21. Mehnat xavfsizligi qoidalarini tushuntiring.

8-MAVZU: SUYULTIRILGAN NITRAT KISLOTA OLISH NAZARIYASI

Reja:

1. Havodan azot va kislorod olish
2. Atmosfera azotini bog'lash usullari
3. Nitrat kislota ishlab chiqarish

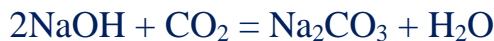
Havodan azot va kislorod olish

Havo yerning gaz holatdagi qobig'i – atmosferasida bo'ladigan gazlarning mexanik aralashmasidir. yer sirti quruq havosining tarkibiga 78% azot, 21% kislorod va 1% argon kiradi. Havodagi suv bug'ining miqdori 0,% dan 2% gacha o'zgaradi. Bundan tashqari, havoda oz miqdorda karbonat anhidrid, vodorod, neon, kripton va boshqalar bo'ladi.

Havo tarkibiga kiruvchi gazlar xalq xo'jaligida keng ko'lamda ishlatiladi. Masalan, azot inert atmosfera hosil qilish uchun, kalsiy sianamid olish uchun va shunga o'xshash ishlarda ishlatiladi. Kisloroddan ko'pgina sanoatlar oksidlash jarayonlarida, payvandlashda, metallurgiya sanoati va xokazolarda foydalaniladi. Inert gazlar elektrolampalarda to'ldirgich sifatida va boshqa sohalarda ishlatiladi.

Havoni tarkibiy qismlarga ajratish havo tarkibiga kiruvchi alohida olingan gazlar qaynash haroratlarining farqlanishiga asoslangandir. Masalan, kislorod – 182,9°C da, argon –185,7°C da, azot –195,7°C da qaynaydi. Havoni ajratish uchun dastlab qisiladi, ya'ni azotning qaynash haroratidan past haroratgacha sovutish orqali suyuq holatga o'tkaziladi, so'ngra rektifikatsiya minoralarida bug'latiladi, u yerda havoni ajratish amalga oshiriladi. Havoni azot va kislorodga ajratish uchta asosiy bosqichdan iboratdir: tozalash va quritish, qisish va rektifikatsiya.

Havoni tozalash va quritish. Qisish va ajratishga beriladigan havo sovutilganda hosil bo'ladigan qattiq zarrachalar (muz, qattiq karbonat kislota, chang) issiqlik almashtirgichlarda tiqilib qolmasligi uchun oldindan chang, suv bug'lari va CO₂ dan tozalanadi. Havo changdan moyli filtr orqali o'tkazish yo'li bilan tozalanadi. Moyli filtr kolonka ko'rinishida bo'lib, unga sirti mineral moylar bilan qoplangan metall halqalar to'ldirilgan bo'ladi. Havoni karbonat anhidriddan tozalash uchun o'yuvchi natriy eritmasiga yuttiriladi:

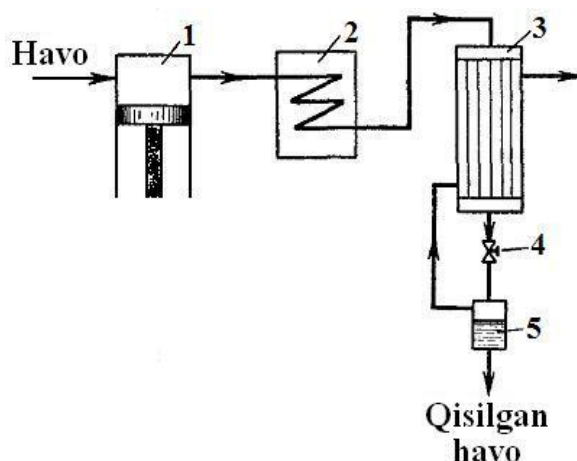


Havo suv bug'idan qattiq adsorbentlar (silikagel, alyumogel kabilar) yoki o'yuvchi natriy to'ldirilgan adsorberlarda tozalanadi.

Qattiq sovutish bilan havoni siqish. Qattiq sovutish bilan havoni siqish sanoatda ikki yo'l bilan amalga oshiriladi:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

– Tor tirqishdan katta hajmga o‘tkazish orqali qisilgan havoni o‘z-o‘zicha kengayishi yo‘li bilan amalga oshiriladi, bu drossellash deb ataladi. Drossellash asosan ventillar yordamida amalga oshiriladi; Drossellashda havoni sovushi real gazlar kengayishida bir qism ichki energiyaning molekular orasidagi tortilish kuchlarini yengishga sarflanishi tufayli yuzaga keladi va bunda gaz soviydi. Agar qisilgan havo ozgina sovutilsa, so‘ngra bosimi pasaytirilsa, uning harorati yanada pasayadi. Masalan, agar havo 50 atm gacha qisilgan va oldindan -50°C gacha sovutilgan bo‘lsa, uning o‘z-o‘zicha kengayishidan termohimoya hajmdagi havo harorati -72°C gacha pasayadi. Drossellash qurilmasining prinsipial sxemasi 8.1-rasmda ko‘rsatilgan. Havo kompressor (1) bilan qisiladi, so‘ngra sovutgichda (2) sovutiladi. Qisilgan havo qarama-qarshi oqimli issiqlik almashtirgich (3) orqali o‘tadi, ventil (4) bilan drossellanadi, buning natijasida havoning bosimi pasayadi va u soviydi. Bunda bir qism havo qisiladi, qisilgan havo qismi esa qarama-qarshi oqimli issiqlik almashtirgichga yuboriladi, u yerda kelayotgan qisilgan havoning sovishi sodir bo‘ladi. Suyuq havo separatorida (5) yig‘iladi.



8.1-rasm. Havoni qisish qurilmasining sxemasi.

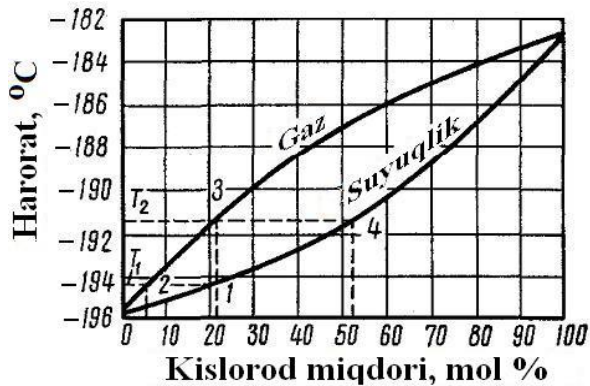
– Tashqi ish bajarish bilan qisilgan gazning kengayishida sovish effektidan foydalanishga asoslangan usulda qisilgan havo bug‘ mashinasiga o‘xshash mashinaga beriladi. Unda havo bir vaqtda kengayish va sovish bilan porshenni surish yoki trubinani aylantirish kabi ishlarni bajaradi.

Suyuq havoni rektifikatsiyalash. Havoni rektifikatsiyalashdan maqsad, yuqoridagi usullardan biri biri bo‘yicha olingan suyuq havoni komponentlarga ajratishdir.

Suyuq azot va suyuq kislorod har qanday nisbatda aralashadi. Suyuqliklar aralashmasining qaynash harorati va gaz fazasining tarkibi aralashma tarkibiga bog‘liqdir. Aralashmada past qaynash haroratli komponent azot qanchalik ko‘p

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bo'lsa, aralashmaning qaynash harorati ham shunchalik past bo'ladi. Suyuq aralashma bilan muvozanatda bo'lgan bug'da bu komponentning miqdori ko'p bo'ladi. 8.2-rasmda 1 atm (760 mm sim. ust.) bosimdagi azot-kislorod aralashmasining muvozanatli qaynash egri chiziqlari tasvirlangan. Tarkibida 20,9% kislorod va 79,1% azot bo'lgan suyuq havo (soddalashtirish uchun ikki komponent olingan) $t_1 = -194,3^\circ\text{C}$ (1-nuqtada) qaynaydi. Suyuqlik ustidagi gaz fazasi azot bilan boyigan bo'ladi, 2-nuqtauning tarkibiga to'g'ri keladi. Bunda suyuqlik kislorod bilan boyiydi va uning qaynash harorati ortadi. Agar t_2 haroratda yuqori qaynash haroratli fraksiya kondensatsiyalansa, hosil bo'ladigan suyuqlik tarkibi 4-nuqtaga muvofiq keladi, ya'ni suyuqlik kislorod bilan boyiydi, gaz fazasi tarkibi esa 3-nuqtaga muvofiq keladi. Shunday qilib, gaz fazasi azot bilan boyitiladi.



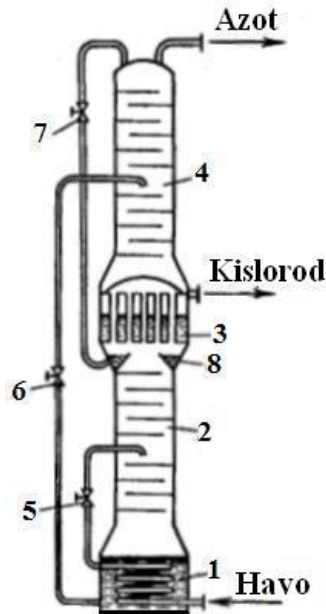
8.2-rasm. Azot-kislorod sistemasi uchun muvozanat diagrammasi.

Havoni ajratish uchun bir va ikki marta rektifikatsiyalashli jihozlar ishlatiladi. Bir marta rektifikatsiyalashli minoralarda tarkibida 7% O_2 bo'lgan azot olinadi. Ikki marta rektifikatsiyalashli jihoz yuqori va quyi minoralardan tuzilgan (8.3-rasm). Quyi minora (2) havoni azot va havo-kislorod aralashmasiga dastlabki ajratish uchun xizmat qiladi. Yuqori kolonnada (4) gazlar aralashmasini azot va kislorodga oxirgi ajratish sodir bo'ladi. Quyi minorada yuqori bosim (5,5-6,5 atm), yuqori minorada esa atmosfera bosimiga yaqin bosim ushlab turiladi. Yuqori va quyi minoralar orasida bug'latgich-kondensator (3) joylashgan bo'ladi. U yuqori minora uchun kislorodni bug'latgich, quyi minora uchun esa azot kondensatori vazifasini o'taydi.

Ikki qaytali rektifikatsiya jihozi quyidagicha ishlaydi. Issiqlik almashtirgichda oldindan $145-150^\circ\text{K}$ gacha sovutilgan va 120-200 atm bosimgacha siqilgan havo quyi minorada joylashgan o'ramli quvurga beriladi. Siqilgan havo u yerda qaynovchi havo-kislorod aralashmasi hisobiga 110°K haroratgacha soviydi. So'ngra havo drossellanadi va mazkur minora o'rta tokchalariga beriladi. Azot bilan boyigan bug' yuqoriga ko'tariladi, bug'latgichda kondensatsiyalanadi. Kislorod bilan boyigan suyuqlik pastga oqib tushadi. Quyi kolonnaning cho'ntaklarida (8) suyuqlik yig'iladi,

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

undagi azot miqdori 98-99,5% ga yetadi. Shu yerdan suyuq azotning bir qismi pastga oqib tushadi, bir qismi esa yuqori minorani sug'orishga beriladi. Tarkibida taxminan 40% kislorod bo'lgan havo-kislorod aralashmasi quyi minoradan yuqori minoraning o'rta qismiga beriladi. Pastga oqib tushishi hisobiga suyuqlik kislorod bilan boyiydi, ko'tarilayotgan azot bug'lari esa yuqoridan oqib tushayotgan suyuq azot bilan kisloroddan tozalanadi. Toza azot yuqori minoradan ajratib olinadi, gaz holatdagi kislorod bug'latgich ustidan ajratib olinadi.



8.3-rasm. Ikki qaytali rektifikatsiyalash orqali havoni ajratish jihozining sxemasi:

1-minora sig'imi; 2-quyi minora; 3-kondensator-bug'latgich; 4-yuqori minora; 5,6,7-drossel jo'mragi; 8-cho'ntak.

Yirik zamonaviy havoni ajratish qurilmasining quvvati 3000-17000 m³/soat azotni tashkil etadi. Elektr energiyasi sarfi esa 0,09-0,16 kvt-soat/m³ N₂ ni tashkil qiladi.

Atmosfera azotini bog'lash usullari

Azot jonli tabiat va inson hayoti uchun muhim rol o'ynaydigan elementlar guruhiga kiradi. Azot uglerod, kislorod va vodorod bilan bir qatorda o'simlik va tirik organizmlar tarkibiga kiruvchi asosiy elementlardan hisoblanadi. U asosiy biokimyoviy jarayonlarda qatnashadi, ozuqa moddalari va oziq-ovqat mahsulotlari tarkibiga kiradi. Lekin, yer atmosferasida azotning katta zaxirasi bo'lishiga qaramay, o'simliklarga ko'pincha «azot ozuqasi» yetishmasligi kuzatiladi, chunki o'simliklarga havo azotidan juda oz miqdorda o'zlashadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Yer qatlamining 0,04% miqdorini azot tashkil etadi, atmosfera havosining 78% miqdori azotdan iboratdir. Azot qattiq yoqilg'ilar (toshko'mir va torf) tarkibida 1-2% miqdorda bo'ladi. Azot sanoatda keng miqyosda ishlatiladigan azotli noorganik qazilma boyliklar holatida faqat Chilida (Janubiy Amerika) va Mariyentaldagina (Janubiy-G'arbiy Afrika) bor xolos. Natriyli selitra XX asrning boshlarigacha xalq xo'jaligining turli tarmoqlari uchun zarur bo'lgan azotli birikmalar olishda yagona tabiiy xomashyo bo'lib hisoblangan. Bunda Chili selitrasi, asosan nitrat kislota olish uchun qayta ishlangan:



Toshko'mirni quruq haydashda ajralib chiqqan azot suv yoki kislotaga yuttirilib (absorbsiyalanib), keyinchalik azotning boshqa birikmalarini olishda xomashyo sifatida ishlatilgan.

Molekulyar azot boshqa elementlar bilan juda qiyinchilik bilan birikadi. Azotning bu xossasi molekuladagi atomlarning mustahkam bog'langanligi tufayli yuzaga keladi va bu bog'lovchi orbitallarda oltita elektron (har bir atomdan uchtdan elektron) qatnashishi bilan izohlanadi. Shuning uchun azot molekulasining dissotsilanish energiyasi juda yuqori (225 kkal/mol) bo'ladi.

O'simliklar azotni tuproqdagi ammoniy va nitrat tuzlaridan o'zlashtiradi. Tuproqda bu birikmalar azotli organik birikmalarning chirishi hamda maxsus mikroorganizmlar tomonidan atmosfera azotini biologik fiksatsiyasi natijasida hosil bo'ladi. Atmosfera havosida chaqmoq chaqqanda ham azot kislorod bilan birikadi. Qishloq xo'jaligi tez sur'atda rivojlanib bormoqda, shu tufayli bunday yo'l bilan o'simliklarni bog'langan azot bilan ta'minlab bo'lmaydi. Shuning uchun qishloq xo'jaligida sun'iy azotli o'g'itlardan foydalaniladi hamda sanoatda ishlab chiqarilayotgan azot birikmalarining ko'p qismi o'g'it ishlab chiqarishga sarflanadi.

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.

Yoy usuli. Bu usulning mohiyati yuqori haroratda (elektr yoyi alangasida) azot elementining havo kislorodi bilan birikib, NO hosil qilishidir:



Bu jarayon yuqori haroratda boradi. Bunda NO juda oz va tez hosil bo'ladi. 2000°C haroratda muvozanat bir daqiqada qaror topadi.

Hosil bo'lgan NO dissotsilanib ketmasligi uchun uni tezda reaksiya zonasidan chiqarib, sovitish kerak. So'ngra uni NO₂ gacha oksidlab, suvda eritib nitrat kislota yoki kalsiyli selitra holiga o'tkazish kerak. Bunday usul bilan 1 tonna azotli birikma olish uchun 60000 *kvt/soat* energiya sarf bo'ladi. Yoy usuli iqtisodiy jihatdan ancha qimmat bo'lgani uchun deyarli qo'llanilmaydi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Sianamid usuli. Bu usul maydalangan kalsiy karbidning yuqori haroratda (1000°C atrofida) azot bilan reaksiyaga kirishib, kalsiy sianamid hosil qilishdan iborat:



Bunda reaksiya natijasida hosil bo'lgan sianamid (azotning miqdori 18-20 %) qishloq xo'jaligida, kimyo sanoatida va rangli metallurgiyada ko'p ishlatiladi. Bu usul bilan 1 t birikma holidan azot olish uchun 10-12 ming kvv/soat energiya sarf bo'ladi. Hozir bu usul ham sanoatda tobora kam qo'llanilmoqda.

Ammiak usuli. Bu usul bilan atmosfera azotini birikma holiga o'tkazish ancha afzalliklarga ega. Bu usul bilan bir tonna azotli birikma hosil qilishda sarf qilingan energiya yoy va sianamid usullarida sarf qilingan energiyadan kam. Ammiak usulida jarayon quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



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 ishlab chiqarish

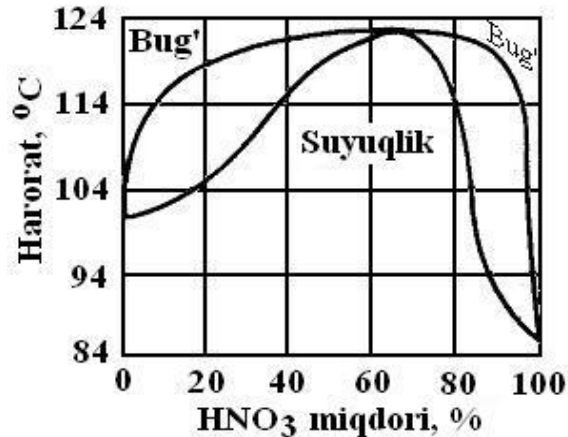
Nitrat kislota – muhim mineral kislotalardan biri hisoblanadi. Suvsiz nitrat kislota HNO_3 zichligi $1,52 \text{ g/sm}^3$ (15°C da) bo'lgan og'ir suyuqlik bo'lib, havoda tutaydi. U -47°C haroratda muzlaydi va 86°C da qaynaydi. Kislotaning qaynaganda qisman u azot(IV)-oksid hosil qilish bilan parchalanadi. 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 hokazo) hosil qiladi. Suyultirilgan nitrat kislota bug'latilganda uning miqdori eritmada $121,9^{\circ}\text{C}$ haroratda qaynaydigan azeotrop aralashmaga muvofiq keladigan konsentratsiyagacha (68,4%) ortadi (8.4-rasm).

Nitrat kislota – kuchli oksidlovchi. Konsentrlangan nitrat kislota metallarning ko'p qismini ularga muvofiq keladigan oksidlar va nitratlarga aylantiradi. Ayrim metallar, masalan Al, Fe, Cr nitrat kislota bilan ta'sirlashganda metall sirtida kislotaning ta'siriga chidamli oksid qatlamlari hosil qiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ko'pgina organik birikmalar nitrat kislota ta'sirida parchalanadi, ulardan ayrimlari konsentrlangan nitrat kislodata yonishi ham mumkin.



8.4-rasm. H₂O–HNO₃ sistema uchun muvozanat diagrammasi.

Konsentrlangan nitrat kislota siklik organik birikmalar bilan ta'sirlashganda ulardagi vodorod atomlari o'rnini nitroguruh oladi va nitroorganik birikmalar hosil qiladi. Hidroksil guruhli organik birikmalar bilan HNO₃ efirlar hosil qiladi.

Nitrat kislota sanoatda ham, xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida ham keng ko'lamda ishlatiladi. Ishlab chiqarish hajmi bo'yicha u sulfat kislotadan keyingi ikkinchi o'rinni egallaydi. Ishlab chiqariladigan nitrat kislota ko'p qismi o'g'itlar, portlovchi moddalar, raketa yoqilg'ilari ishlab chiqarishga sarflanadi. Bundan tashqari u sulfat kislota (nitroza usuli), sintetik bo'yoqlar, turli xil plastmassalar, nitrosellyuloza, sintetik tolalar va x.k. ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Sanoatda uch xil navdagi suyultirilgan (kuchsiz – 45-55% HNO₃) va ikki navdagi konsentrlangan (97-98% HNO₃) nitrat kislota ishlab chiqariladi.

Ammiakdan suyultirilgan nitrat kislota olish jarayoni quyidagi reaksiyalarga asoslangan:

- 1) Ammiakning azot(II)-oksidgacha kontaktli oksidlanishi:



- 2) Azot(II)-oksidning azot(IV)-oksidgacha oksidlanishi:



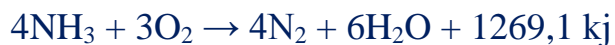
- 3) Azot(IV)-oksidning suvga absorbsiyasi:



Ammiakning kontaktli oksidlanishi. Ammiakning kontaktli oksidlanishi – ekzotermik jarayon bo'lib, jarayonni o'tkazish sharoitiga bog'liq holda ammiak va kislorod orasida quyidagi parallel reaksiyalar sodir bo'ladi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



Oksidlanish jarayoni faqat yuqori haroratda sodir bo‘ladi, lekin ortiqcha (800-900°C dan) yuqori harorat ammiak va hosil bo‘ladigan NO ning qisman parchalanishiga olib keladi:



Yuqori haroratda (900°C gacha) ammiakning azot(II)-oksidga aylanishi alohida reaksiyalar tezliklari nisbati orqali aniqlanadi.

Katalizator bo‘lmaganda ammiakning oksidlanishi asosan azot hosil bo‘lish bilan sodir bo‘ladi. Nitrat kislota ishlab chiqarish uchun ammiakni NO ga nisbatan to‘la oksidlanishini ta‘minlash kerak, shuning uchun reaksiyani nisbatan yuqori tezlikda amalga oshirishni ta‘minlaydigan katalizatorlar ishlatiladi. Amalda ammiakning kislorod bilan NO gacha oksidlanish darajasi 98% gacha yetadi.

Ammiakning azot(II)-oksidga oksidlash jarayonini tezlashtiruvchi katalizatorlar sifatida platina va uning platina oilasi metallari bilan qotishmalari, temir, marganes, kobalt va boshqa metallarning oksidlari ishlatiladi.

Platina katalizatorlari yupqa 0,06-0,09 mm diametrli simdan tayyorlangan to‘r shaklida bo‘lib, 1 sm² yuzada 1024 yacheyka bo‘ladi. Atmosfera bosimi ostida ammiakni oksidlash jarayonini o‘tkazish uchun: Pt+4% Pd + 3,5% Rh tarkibli, bosim ostida jarayonni o‘tkazish uchun esa: Pt+7,5% Rh tarkibli platina qotishmalaridan tayyorlangan to‘rlar ishlatiladi. Platinaga palladiy va rodiyning qo‘shilishi katalizator to‘ri mustahkamligini oshiradi va platina xarajatlarini kamaytiradi.

Ammiakni platina katalizatorida oksidlash – murakkab geterogen katalitik jarayon bo‘lib, birin-ketin bir necha bosqichda sodir bo‘ladi: 1) katalizator sirtiga ta‘sirlashuvchi reagentlar diffuziyasi; 2) kislorodning faollangan adsorbsiyasi; 3) katalizator sirtida molekullarning kimyoviy ta‘sirlashishi; 4) katalizator sirtidan reaksiya mahsulotlarining desorbsiyasi.

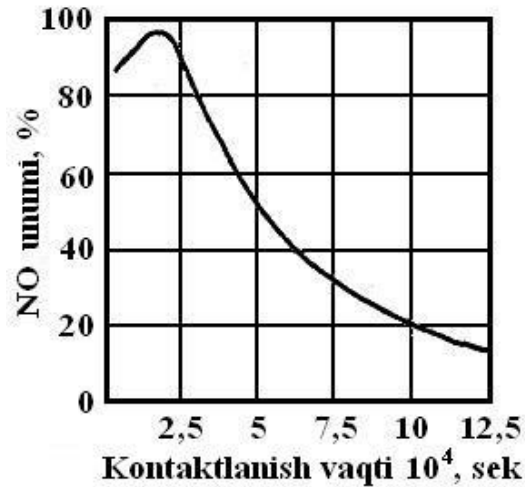
Jarayonning nisbatan sekin sodir bo‘ladigan bosqichi oksidlanish tezligini belgilab beradi va u katalizator sirtiga ammiakning diffuziyasi hisoblanadi.

Harorat, bosim va gazlar aralashmasining tarkibi o‘zgarmas bo‘lganda azot oksidi unumining atmosfera bosimida (platina-rodiy katalizatori) kontaktlanish vaqtiga bog‘liqligi 8.5-rasmda tasvirlangan. Gazning katalizator bilan to‘qnashish vaqti ortishi bilan dastlab azot(II)-oksidning unumi ortadi, so‘ngra pasayadi, bu qo‘shimcha reaksiyalar sodir bo‘lishi bilan izohlanadi. Kontaktlanishning optimal vaqti 0,001-0,002 sek chegarasida o‘zgaradi.

Havo-ammiak aralashmasining katalizator yuzasi bilan ma‘lum vaqt to‘qnashuvini ta‘minlash uchun kontakt jihoziga taxlam tarzida bir necha to‘r joylanadi, ulardan gazlar aralashmasi birin-ketin o‘tadi. Atmosfera bosimda ishlaydigan qurilmalarda taxlamlarga odatda 3-4 ta to‘r kiradi, yuqori bosim ishlatilganda taxlamda 15-20 ta to‘r ishlatiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Platinali katalizatorlar kontakt jihoziga ammiak-havo aralashmasi bilan kiradigan qo‘shimchalarga ta’sirchandır. Ayniqsa kuchli zahar – vodorod ftorid platina katalizatorini xattoki gazlar aralashmasida 0,00001% miqdorda bo‘lganda ham qaytmas zaharlaydi.



8.5-rasm. Azot(II)-oksid unumining kontaktlanish vaqtiga bog‘liqligi.

Tarkibida oltingugurt bo‘lgan birikmalar katalizatorni qaytar zaharlaydi. Katalizator sirtiga chang, yelim va kompressorning surkov moylarini yopishib qolishiga yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Shuning uchun havo odatda yaxshilab tozalanadi. Ko‘rilgan choralarga qaramay, oz miqdorda bo‘lsa ham zararli qo‘shimchalar kontakt jihoziga kiradi, natijada katalizator faolligi sekin-asta pasayadi. Katalizator to‘ri faolligini tiklash uchun xlorid va nitrat kislotalarning kuchsiz eritmalari bilan yuviladi.

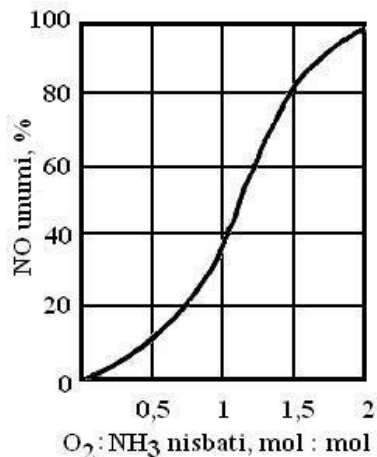
Ammiak oksidlanish jarayoni sharoitida platinali katalizator sekin-asta mo‘rt bo‘lib boradi, boshlang‘ich mustahkamligini yo‘qotadi va uning mayda zarrachalari gaz oqimi bilan chiqib ketadi. 800°C haroratda atmosfera bosimida ishlaydigan qurilmalarda 1 t HNO₃ hisobiga platina katalizatorining yo‘qotilishi 0,04-0,06 g ni tashkil etadi. Bosim va haroratning ortishi bilan katalizatorning yo‘qotilishi ortadi. Masalan, 7 atm bosim va 900°C haroratda ishlaydigan qurilmalarda 1 t HNO₃ hisobiga platina katalizatorining yo‘qotilishi 0,3-0,4 g ga yetadi. Nitroza gazlari bilan yo‘qotiladigan platinaning bir qismi tutib qolinadi, ammo uning ko‘p qismi qaytarilmasdan yo‘qotiladi. Yo‘qotilgan massa taxminan 30% ga yetganda to‘r qayta quyishga yuboriladi. Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan qurilmalarda platina-rodidiy katalizatorlari 12-14 oy, yuqori bosim ostida esa anchagina kam xizmat qiladi. Platina katalizatorlarining ko‘p miqdorda yo‘qotilishi faol va arzon platinasiz katalizatorlar topishni va ishlatishni talab etadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ammiakning oksidlanishi uchun stexiometrik tenglama bo'yicha 1 mol azotga 1,25 mol kislorod to'g'ri keladigan tarkibdagi azot-vodorod aralashmasi talab etiladi. Atmosfera bosimida ishlaydigan platina katalizatori uchun azot(II)-oksid unumining boshlang'ich ammiak-havo aralashmasidagi kislorod va ammiak konsentratsiyalari nisbatiga bog'liqligi 8.6-rasmda ko'rsatilgan. Amalda azot(II)-oksid unumi va jarayon tezligini oshirish uchun $O_2:NH_3$ nisbat 1,7-2,0 ga teng deb qabul qilinadi:

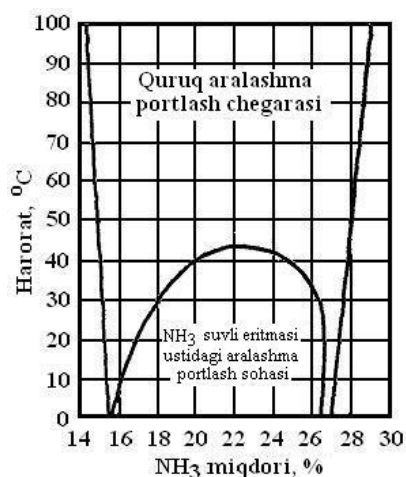


Bu havo-ammiak aralashmasida 9,5-11,5% NH_3 bo'lishini bildiradi.



8.6-rasm. Azot(II)-oksid unumining boshlang'ich ammiak-havo aralashmasidagi kislorod va ammiak konsentratsiyalari nisbatiga bog'liqligi.

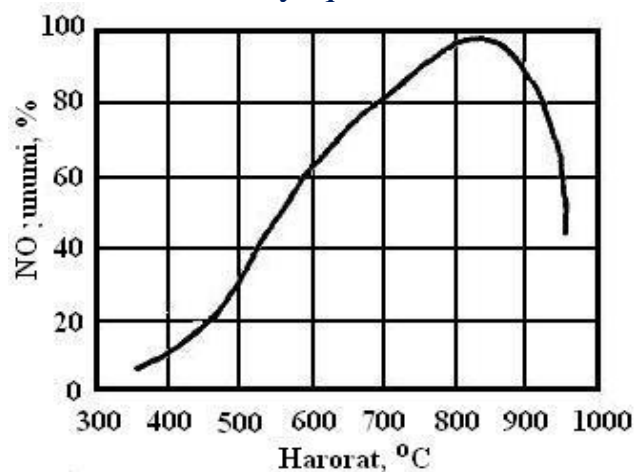
Ammiak va havo ma'lum nisbatda bo'lgan ammiak-havo aralashmasi portlash havfi mavjuddir. 8.7-rasmda atmosfera bosimida ammiak-havo aralashmasidagi NH_3 miqdorining portlash havfi chegarasi ko'rsatilgan. Ishlab chiqarish sharoitida ammiak va havo nisbati portlash havfi chegarasidan tashqarida bo'ladigan ammiak-havo aralashmasi bilan ishlanadi.



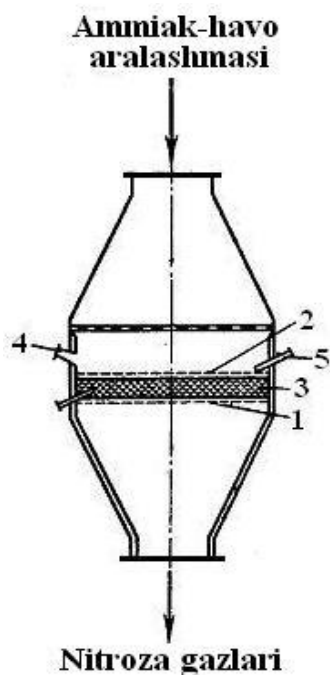
8.7-rasm. Quruq va suv bug'i bilan to'yingan ammiak-havo aralashmasining portlash chegaralari.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

8.8-rasmda atmosfera bosimida platina katalizatorida azot(II)-oksid unumining haroratga bog'liqligi ko'rsatilgan. Bosimning ortishi ammiakning konversiya darajasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, bu esa bosim ostida ishlaydigan jihozlarda to'rlar sonining oshirilishini talab etadi. Bosim ko'tarilishi bilan konversiyaning optimal harorati oshadi. Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan qurilmalarda platina-rodiiy katalizatori ishlatilganda gazning haroratini 700-800°C chegarasida, yuqori bosimda esa 800-900°C chegarasida ushlab turish kerak. Katalizatorning harorati gazlar aralashmasi haroratidan taxminan 75°C yuqori bo'ladi.



8.8-rasm. Azot(II)-oksid unumining haroratga bog'liqligi.



8.9-rasm. Kontakt jihozi sxemasi:

1-panjara; 2-katalizator to'ri; 3-to'ldirgich; 4-ko'rish oynasi; 5-yoqish tirqishi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Reaktor – kontakt jihozi. 3,5-4,0 atm bosim ostida ishlaydigan reaktor – kontakt jihozi 8.9-rasmda ko‘rsatilgan. Jihozning diametri 1,5-2,5 m dir. Gaz kontakt jihozining yuqori qismidan kiradi. Katalizator to‘ri kontakt jihozining markaziy silindr qismiga joylangan. Jihozning quyi qismi havo bilan sovutiladi. Jihozning korpusida yoqish tirqishi va to‘r holatini ko‘rish oynasi o‘rnatilgan. Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan kontakt jihozlarida odatda uchta to‘r o‘rnatilgan bo‘ladi; 7-10 atm bosim ostida ishlaydigan jihozda esa 16-18 ta to‘r bo‘ladi.

Nitroza gazlarini suyultirilgan nitrat kislotaga qayta ishlash. NO ni oksidlash va azot(IV)-oksidini suvga absorbsiyalash amalda bir vaqtda va bitta jihozning o‘zida amalga oshiriladi. Lekin bu jarayonlardagi qonuniyatlar alohida-alohida ko‘rib chiqiladi.

Azot(II)-oksidini oksidlash. Azot(II)-oksidini azot(IV)-oksidiga oksidlash jarayoni ekzotermik reaksiya bo‘yicha amalga oshiriladi:



Yuqoridagi reaksiya nitroza gazlarini qayta ishlashda sodir bo‘ladigan barcha reaksiyalar ichida eng sekin ketadi, shuning uchun u barcha jarayonning umumiy tezligini belgilab beradi.

NO ni oksidlash hajm kamayishi bilan sodir bo‘ladi. Shunga muvofiq, bosim oshirilganda muvozanat o‘ngga siljiydi. 150°C haroratgacha NO ning oksidlanishi amalda to‘la NO₂ hosil bo‘lish tomonga sodir bo‘ladi. Yanada yuqori haroratda muvozanat chap tomonga siljiydi va 800°C da azot(II)-oksidning azot(IV)-oksidga aylanishi amalda sodir bo‘lmaydi. 150°C haroratgacha NO ning NO₂ ga oksidlanish reaksiyasi amalda qaytmasdir, bu sharoitda tezlik tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{dG_{\text{NO}_2}}{d\tau} = k_1 p_{\text{NO}}^2 p_{\text{O}_2}$$

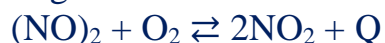
bu yerda: k_1 – reaksiyaning tezlik konstantasi; p_{NO} – azot(II)-oksidning parsial bosimi; p_{O_2} – kislorodning parsial bosimi.

Ko‘pchilik reaksiyalarda haroratning oshirilishi ular tezligini oshiradi. NO ning NO₂ ga oksidlanish reaksiyasi bu umumiy qonuniyatga bo‘ysunmaydi, harorat oshirilganda uning tezligi va reaksiyaning tezlik konstantasi k_1 qiymati kamayadi. Masalan, reaksiyaning tezlik konstantasi (k_1) 0°C haroratda $6,93 \cdot 10^{-3}$ ga, 60°C da $2,92 \cdot 10^{-3}$ ga, 340°C da esa $4,34 \cdot 10^{-4}$ ga tengdir.

NO ning NO₂ ga oksidlanish reaksiyasiga haroratning anomal ta’sirini tushuntirish uchun bir necha gipotezalar taklif etilgan. Ulardan birida NO ning NO₂ ga oksidlanishi oraliq mahsulot – azot(II)-oksid dimeri hosil bo‘lishi orqali izohlanadi:



dimer keyinchalik azot(IV)-oksidga oksidlanadi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Azot(II)-oksid dimeri hosil bo'lishi issiqlik ajralishi bilan boradigan qaytar jarayondir. Demak, harorat oshirilganda bu reaksiya muvozanati chap tomonga siljiydi. Bunda muvozanat konstantasi kattalashadi, gazlar aralashmasidagi dimerning muvozanat konsentratsiyasi kamayadi. Dimerning azot(IV)-oksidga keyingi oksidlanish tezligi esa dimer konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

$$\frac{dG_{NO_2}}{d\tau} = k_1 p_{(NO)_2} p_{O_2}$$

bu yerda: k_1 – (NO)₂ oksidlanish reaksiyaning tezlik konstantasi; $p_{(NO)_2}$ – azot(II)-oksid dimerining parsial bosimi; p_{O_2} – kislorodning parsial bosimi. Shunday qilib, azot(II)-oksidning azot(IV)-oksidga oksidlanish tezligining kamayishini harorat oshirilganda dimer konsentratsiyasining keskin kamayishi bilan izohlanadi.

Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan qurilmalarda azot(II)-oksid taxminan 92% gacha oksidlanadi, chunki to'la oksidlash uchun ko'p vaqt va katta hajmdagi jihozlar kerak bo'ladi.

Bosimning oshirilishi gazning ikkinchi va ayniqsa uchinchi tartibli reaksiyalarini anchagina darajada tezlashtiradi. Bosim 10 marta oshirilganda reaksiya tezligi NO parsial bosimi hisobiga 100 marta va yana O₂ parsial bosimi hisobiga 10 marta oshadi. Shunday qilib, 10 atm bosim qo'llash orqali atmosfera bosimiga nisbatan oksidlanish vaqti va jihoz hajmini 1000 marta kamaytirish mumkin. Shuning uchun bosim 10 atm gacha oshirilgan qurilmalarda azot(II)-oksidni amalda to'la azot(IV)-oksidgacha oksidlanadi va uning 98-99% miqdori to'g'ridan-to'g'ri nitrat kislotaga qayta ishlanadi.

Ko'pgina moddalar, masalan, yog'och ko'miri, silikagel va boshqalar NO ning NO₂ ga oksidlanish jarayonini tezlashtiradi, ya'ni mazkur reaksiya uchun katalizatorlar hisoblanadi, ammo suv bug'ining zaharlovchilik ta'sirida bu katalizatorlardan amalda foydalanish qiyinchiliklar tug'diradi.

Azot(IV)-oksidi dimer (NO₂)₂ hosil qilib assotsilanishi mumkin:



Bu reaksiya tezligi juda katta va muvozanat sharoiti orqali NO₂:N₂O₄ nisbatni amalda belgilanadi. 0°C haroratda NO₂ ning assotsilanish darajasi 71% ni tashkil etadi. Bosim oshirilganda muvozanat dimer hosil bo'lishi tomonga siljiydi.

Azot(IV)-oksid nitrit anhidrid hosil qilish orqali azot(II)-oksid bilan ta'sirlashishi mumkin:



Bu reaksiya muvozanati amalda bir zumda o'rnatiladi. Bosim oshirilishi va haroratning pasaytirilishi muvozanatni o'ngga siljitadi. Amaliy sharoitda ammiak oksidlanishidan olinadigan nitroza gazlari tarkibida N₂O₃ miqdori ko'p bo'lmaydi.

Oksidlanish reaksiyasi va oksidlarning assotsilanishi natijasida nitroza gazlari aralashmasi hosil bo'ladi, uning tarkibida havo bilan kiradigan azot va kisloroddan tashqari NO₂, N₂O₄, N₂O₃, NO, N₂O va H₂O bo'ladi. Turli xil azot oksidlarining

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

nisbati sharoitga bog'liq holda tez o'zgarib turadi, lekin atmosfera bosimidagi suvli absorbsiya jarayonida asosiy komponent NO_2 hisoblanadi.

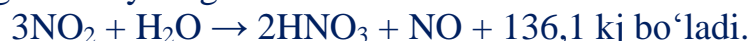
Azot(IV)-oksidni suv bilan absorbsiyalash. Azot(IV)-oksidni suv bilan absorbsiyalash nitrat kislota ishlab chiqarishning oxirgi bosqichi hisoblanadi. Azot(IV)-oksid va uning dimeri suv bilan quyidagi reaksiya bo'yicha ta'sirlashadi:



Hosil bo'lgan nitrit kislota beqaror bo'lib, tez parchalanadi:



Jarayonning umumiy tenglamasi:



Nitrit angidrid suv bilan ta'sirlashib nitrit kislota hosil qiladi. Azot(II)-oksid va azot(I)-oksid suvda amalda erimaydi.

NO_2 absorbsiyasi sodir bo'lish davomida hosil bo'ladigan nitrat kislota konsentratsiyasi ortib boradi. Bunda nitrat kislota ustidagi azot oksidlari bug' bosimi ortadi, bu esa jarayon harakatlantiruvchi kuchini kamaytiradi va shunday qilib, azot(IV)-oksidning nitrat kislota ga aylanishi sekinlashadi. Harorat pasaytirilganda azot(IV)-oksidning yutilish tezligi ortadi, bunda azot(II)-oksidning oksidlanish tezligi ham ortadi. Lekin harorat pasaytirilganda NO_2 ning kislota da eruvchanligi ortada, u suv bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun nitroza gazlarini nitrat kislota ga qayta ishlash, odatda, 20-30°C haroratda o'tkaziladi.

Ammiak-havo aralashmasi (10-12% NH_3) ishlatilishi bilan bosim ostida ishlaydigan tizimlarda nitroza gazlarini qayta ishlash orqali 48-50% li nitrat kislota ning suyultirilgan eritmasi olinadi. Bosimning 10 atm ga oshirilishi tarkibida 60-62% HNO_3 bo'lgan nitrat kislota olish imkoniyatini yaratadi.

Nitrat kislota ishlab chiqarishda kislorod bilan boyitilgan havo ishlatish ko'p miqdorda azot(II)-oksid tutgan nitroza gazlari olishni ta'minlaydi va NO ning NO_2 ga oksidlanish reaksiyasi tezligini oshiradi.

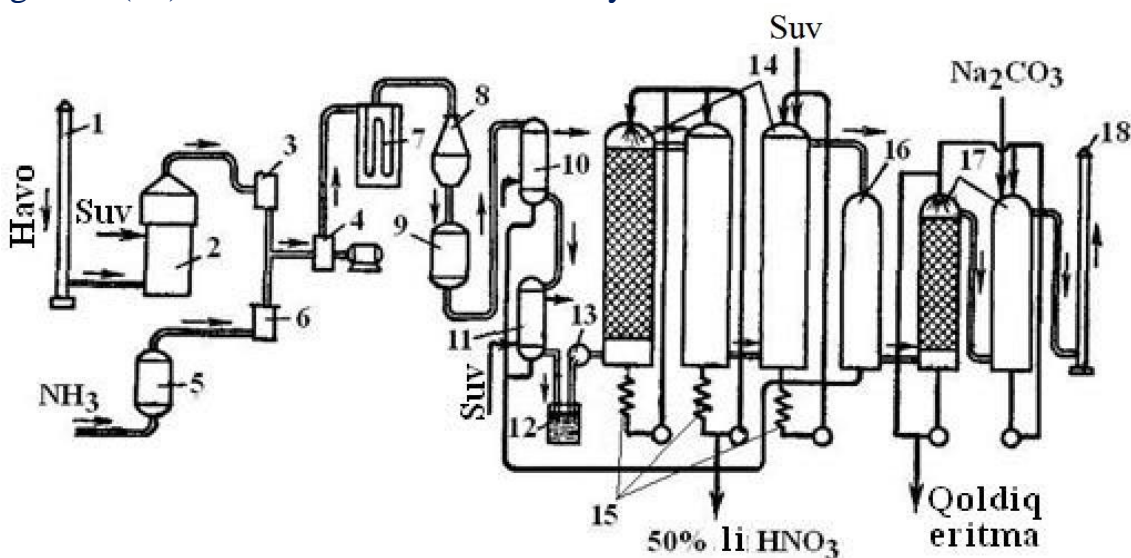
Suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish sxemasi. Suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish qurilmalari bosim ishlatilishiga bog'liq holda klassifikatsiyalanadi: 1) atmosfera bosimi ostida ishlaydigan qurilmalar; 2) yuqori bosim ostida ishlaydigan qurilmalar; 3) kombinatsiyalashgan qurilmalar, bunda ammiakni oksidlash atmosfera bosimida, NO ni oksidlash va NO_2 suv bilan absorbsiyasi esa yuqori bosimda amalga oshiriladi.

Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish sxemasi 8.10-rasmda ko'rsatilgan.

Qurilmaga havo korxonada maydoni tashqarisidan keladigan tashqi quvur (1) orqali kiradi. Havoni mexanik va kimyoviy qo'shimchalardan tozalash uchun elakli ko'pikli yuvgich (2) va karton filtr (3) o'rnatiladi. Ammiak mexanik qo'shimchalar va moydan koksli filtr (5) va karton filtrda (6) tozalanadi. Havo, ammiak va qo'shimcha

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kislorodni uzatish ammiak-havo ventilyatori (4) yordamida shunday hisobda amalga oshiriladiki, bunda gaz aralashmasi tarkibida 10-12% NH_3 bo'lishi kerak. So'ngra gazlar aralashmasi porolit filtr (7) orqali o'tadi, unda g'ovak sopol bilan filtrlab tozalanadi hamda kontakt jihozining (8) (8.9-rasm) yuqori qismiga beriladi. Kontakt jihozidan chiqishda nitroza gazlarining harorati odatda 800°C atrofida ushlab turiladi. Yuttirgich-qozonda (9) gazlar issiqligidan suv bug'i ishlab chiqarishda foydalaniladi va gazlar harorati 250°C gacha pasaytiriladi. So'ngra gazlar suv bilan sovutgich (10) va (11) da 30°C haroratgacha sovutiladi. Bunda suv bug'i kondensatsiyasi va azot(II)-oksidning oksidlanishi qisman sodir bo'ladi. Tezkor sovutgichda (10) NO ning oksidlanish darajasi oz bo'ladi, shuning uchun unda 3% li nitrat kislota hosil bo'ladi. Sovutgichda (11) esa 25% HNO_3 konsentratsiyali kislota olinadi.



8.10-rasm. Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish qurilmasining sxemasi

Nitroza gazlari gidrozatvordan (12) o'tgach, gaz purkagich (13) bilan absorbsiya minorasiga uzatiladi, u yerda birin-ketin ulangan kislotali absorbsiya minoralaridan (14) o'tadi. Minoralar kislotalardosh halqalardan iborat to'ldirgichlar bilan to'ldirilgan. Minoralarga sovutgichlar (15) va nasoslar o'rnatilgan bo'ladi. Agar nitroza gazlarini qayta ishlash atmosfera bosimida amalga oshirilsa, odatda kislotali absorbsiya olti-sakkiz minorada o'tkaziladi. NO_2 ni yuttirish uchun suv oxirgi minoraga (14) gaz yo'nalishi bo'yicha beriladi. Hosil bo'ladigan kislota gaz oqimiga qarama-qarshi oqimda barcha minoralardan o'tadi va oxiri birinchi minoraga kelib tushadi. Mahsulot – taxminan 50% li nitrat kislota eritmasi – ikkinchi minoradan gaz oqimi yo'nalishida ajratib olinadi. Kislotali minoralarda absorbsiyaga keladigan azot oksidlarining taxminan 90% miqdori qayta ishlanadi. Kislotali absorbsiya minoralaridan tashqarida qoldiq NO ni NO_2 ga oksidlash uchun minora (16) o'rnatilgan, nitroza gazlari undan o'tib minorada (17) soda eritmasi bilan ishqorli

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

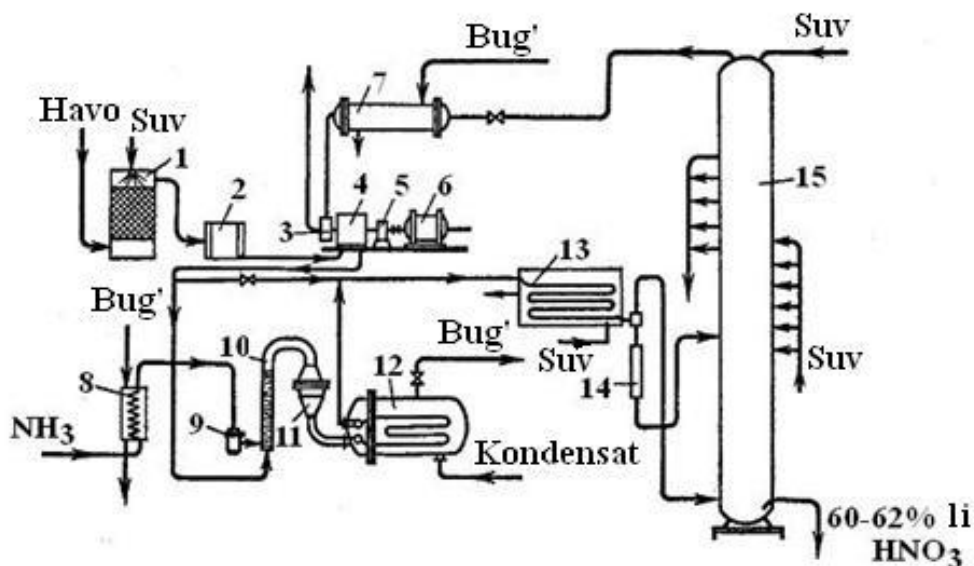
absorbsiyaga keladi va chiqindi gaz chiqarish quvuri (18) orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Ishqoriy absorbsiya minorasida bir vaqtning o'zida azot(IV)-oksid va NO + NO₂ (N₂O₃) aralashmasi yutiladi, bunda gaz fazasiga NO ajralishi yo'qotiladi, bu xuddi suvli absorbsiya kabi sodir bo'ladi:



Tarkibida natriy nitrit va nitrat tutgan eritma gaz harakat yo'nalishi bo'yicha birinchi ishqoriy absorbsiya minorasidan chiqariladi, undan qishloq xo'jaligida mineral o'g'it sifatida ishlatiladigan natriy nitrat olinadi. Chiqindi gaz tarkibida 0,05-0,15% atrofida azot oksidlari bo'ladi.

Yuqori bosim ostida (7-10 atm) suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish sxemasi 8.11-rasmda ko'rsatilgan.



8.11-rasm. 7-10 atm bosim ostida suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi.

Suv yoki soda eritmasi bilan skrubberda (1) yuvilgan va asbest yoki kartonli quruq filtrda (2) filtrlab tozalangan atmosfera havosi belgilangan bosimgacha siqish uchun quvurli kompressorga (4) yuboriladi, bunda u taxminan 110-120°C gacha qiziydi va aralastirgichga (10) boradi. Bu yerda u bug'latgichdan (8) keladigan hamda moy va katalizator changidan tozalash uchun filtr 9 orqali o'tgan ammiak bilan aralashadi. Aralastirgichda (10) olingan tarkibida 10-12% NH₃ tutgan ammiak-havo aralashmasi kontakt jihoziga (11) yuboriladi. Kontakt jihozida ammiakning azot(II)-oksidga oksidlanishi 900°C haroratda sodir bo'ladi. Qaynoq nitroza gazlari kontakt jihozidan yuttirgich qozonga (12) yuboriladi, u yerda 400°C haroratgacha sovutiladi. So'ngra gaz 40-50°C gacha keyingi sovutish uchun kondensator-sovutgichga (13) beriladi. Kondensator yo'li bo'yicha nitroza gaziga havo qo'shib boriladi. Bu NO

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

ning NO_2 ga keyingi oksidlanishini yaxshilaydi. Nitroza gazlarining kondensatorda oksidlanishi tez sodir bo‘ladi, bunda NO_2 kondensatsiyalanadigan suv bug‘i bilan 53-56% li nitrat kislota hosil qiladi. Nitrat kislotaning bu miqdori kislota qurilmasida olinadigan barcha kislotaning 50% gachani tashkil etadi. Kontakt jihozidan nitroza gazlari bilan chiqadigan platina zarrachalarini ajratish uchun kondensatorda hosil bo‘ladigan nitrat kislota filtr (14) orqali o‘tadi va tarelkali absorbsiya minorasiga (15) kelib tushadi. Nitroza gazlari kondensatordan (13) absorbsiya minorasining (15) quyi qismiga yuboriladi va unda pastdan yuqoriga qarab o‘tadi. Absorbsiya minorasining yuqorisidan kondensat beriladi, hosil bo‘ladigan 60-62% HNO_3 konsentratsiyali nitrat kislota esa minoraning pastki qismidan chiqariladi. Nitrat kislota hosil bo‘lishida kolonnada ajraladigan issiqlikni chiqarib olish uchun minora tarelkalariga sovuq suv aylanadigan aylana quvurli sovutgichlar joylashtirilgan bo‘ladi.

Absorbsiya minoralaridan chiqadigan gazlar (chiqindi gazlar) tarkibida 0,15% gacha azot oksidlari (NO va NO_2) bo‘ladi. Bu gazlar qizdirgichga (7), u yerda yuttirgich qozondan olinadigan bug‘ bilan qizdiriladi, so‘ngra ular bosimidan foydalanish uchun kengayish trubinalariga (3) yuboriladi. Bu esa havoni siqish uchun sarflanadigan 40% gacha energiyani tejash imkonini beradi. Minoradan (15) chiqadigan gazlarni qizdirish uchun yuttirgich qozondan keyingi nitroza gazlarini bug‘ bilan birgalikda ishlatish mumkin.

Tizimning asosiy jihozlari (kondensator, absorbsiya minoralari va boshqalar) xrom-nikelli po‘latdan tayyorlanadi. Absorbsiya minorasi konstruksiyasi qalpoqli yoki teshikli (elakli) barbotaj tarelkali tayyorlanadi.

Yuqori bosim ostida ishlaydigan qurilmalar atmosfera bosimi ostida ishlaydigan qurilmalar bilan taqqoslanganda bir qator afzalliklarga ega bo‘ladi: 1) azot oksidlarini nitrat kislotaga qayta ishlash 98-99% gacha, kislota konsentratsiyasi esa 60-62% gacha ortadi. Ishqoriy absorbsiyaning zarurati bo‘lmaydi; 2) absorbsiya minoralarining hajmi atmosfera bosimi ostida ishlaydigan to‘ldirgichli tizim minoralariga nisbatan o‘n martalab kichik bo‘ladi; 3) jihozlarni maxsus po‘latdan tayyorlash sarfi va qurilmani barpo etish kapital xarajatlari kamayadi.

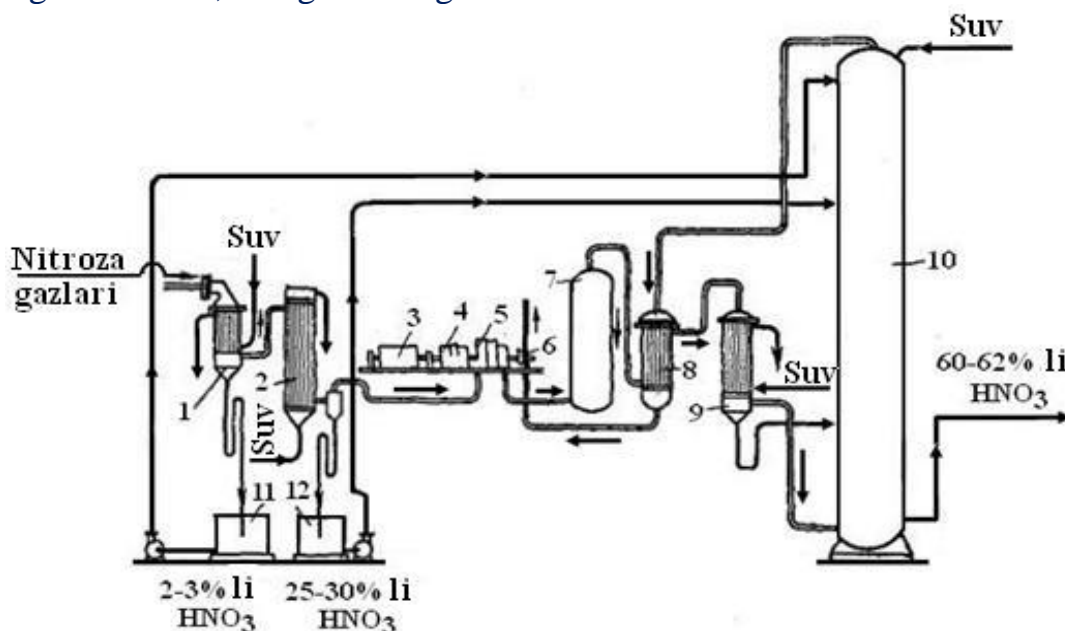
Qimmatbaho platina katalizatori yo‘qotilishining ko‘payishi va bosimni oshirilishi hisobiga energiya sarfining ortishi bu usulning asosiy kamchiligi hisoblanadi.

Nitrat kislota ishlab chiqarishning kombinatsiyalashgan usulida ammiakni oksidlash atmosfera bosimi ostida, azot(II)-oksidni oksidlash va azot oksidlarini suvga yuttirish jarayonlari esa bosim ostida ishlaydigan qurilmalarda amalga oshiriladi (8.12-rasm).

Nitroza gazlari birin-ketin ikkita sovutgichda sovutiladi va quvurli kompressor bilan 3,5 atm bosimgacha siqiladi, bunda ular 120-130°C haroratgacha qiziydi. NO oksidlanish reaksiyasi issiqligi hisobiga oksidlagichda gazlar harorati 200-220°C

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

gacha ortadi. Nitroza gazlari oksidlagichdan soʻng dastlab issiqlik almashtirgichda chiqindi gazlari bilan, soʻngra sovutgich-kondensatorda suv bilan sovutiladi.



8.12-rasm. Kombinatsiyalashgan usulda suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi:

1,2-sovutgichlar; 3-quvurli kompressor dvigateli; 4-reduktor; 5-nitroza gazlari quvurli kompressori; 6-chiqindi gazlarini kengaytirish uchun quvur; 7-oksidlash minorasi; 8-issiqlik almashtirgich; 9-sovutgich-kondensator; 10-absorbsiya minorasi; 11,12-nitrat kislota yigʻigichi.

3,5 atm bosim ostida nitroza gazlarini nitrat kislotaga qayta ishlash tarelkali absorbsiya minoralarida oʻtkaziladi. Chiqindi gazlari energiya rekuperatsiyasi uchun quvurli kompressor elektromotori bilan bir valga birlashtirilgan kengaytirish quvuriga yuboriladi.

Turli xil usullarda nitrat kislota ishlab chiqarish boʻyicha solishtirma maʼlumotlar 8.1-jadvalda keltirilgan.

8.1-jadval

Nitrat kislota ishlab chiqarishning turli xil usullarini solishtirish

Koʻrsatkichlar	Qurilma uchun 1 t HNO ₃ hisobiga sarf koeffitsientlari		
	atmosfera bosimida	yuqori bosimda	kombinat-siyalashgan
Ammiak, t	0,29-0,30	0,29-0,295	0,29
Elektr energiyasi, kvt·soat	70-90	340-500	230
Bugʻ (12 atm), kkal	13·10 ⁶	13·10 ⁶	-
Platina, g	0,048-0,05	0,15-0,2	0,049

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Shunday qilib, yuqori bosim ostida ishlaydigan nitrat kislota ishlab chiqarish tizimi kam kapital xarajatlar hisobiga yuqori ekspluatatsiya (elektr energiyasi, platina) sarfiga ega bo‘ladi. Kombinatsiyalashgan sxemada yuqori bosim (kam kapital xarajatlar) va atmosfera bosimidagi (platina va elektr energiyasi sarfini kamaytirish) yutuqlar uyg‘unlashtiriladi.

Nazorat uchun savollar

1. Azotning xalq xo‘jaligidagi ahamiyatini ayting.
2. Havoni qisish qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
3. Ikki qavatli rektifikatsiyalash orqali havoni ajratish jihozining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Nitrat kislotaning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
5. Nitrat kislota ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
6. Ammiakni kontaktli oksidlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
7. Suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
8. 7-10 atm bosim ostida suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish uchun qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

9-MAVZU: KONSENTRLANGAN NITRAT KISLOTA OLISH NAZARIYASI

Reja:

1. Konsentrlangan nitrat kislota olish
2. Nitrat kislotani to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilish
3. Nitrat kislotani saqlash va tashish

Konsentrlangan nitrat kislota olish

Ayrim ishlab chiqarishlarda suyultirilgan nitrat kislota emas, balki tarkibida 96%dan yuqori HNO_3 bo‘lgan konsentrlangan kislota talab etiladi. Bunday konsentratsiyali nitrat kislota suyultirilgan nitrat kislotani konsentrlash yoki to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez yo‘li bilan olinadi.

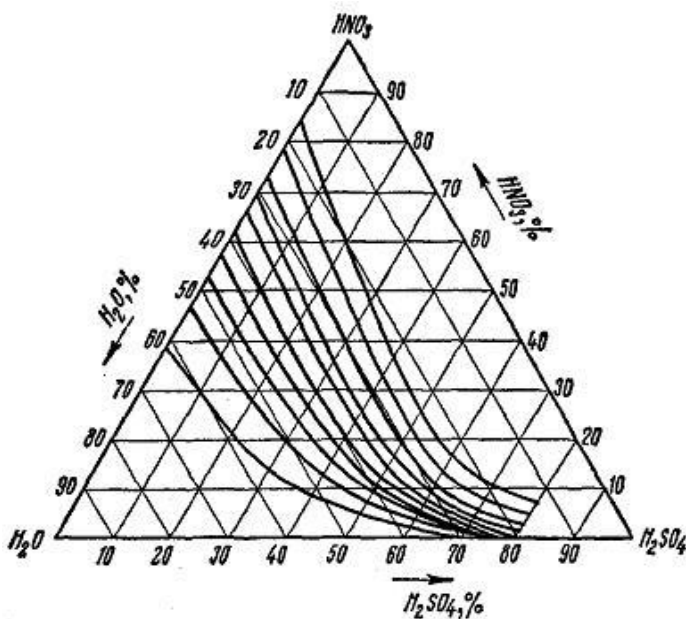
Suyultirilgan nitrat kislotani konsentrlash. Konsentrlangan nitrat kislota olish uchun suyultirilgan HNO_3 sulfat kislota ishtirokida bug‘latiladi.

Maksimal qaynash harorati HNO_3 ning 68,4% miqdoriga to‘g‘ri keladi (8.4-rasmga qarang). Bu nuqtada bug‘ning tarkibi suyuq faza tarkibi bilan bir xil bo‘ladi (azeotrop aralashma) va shundan keyingi haydash orqali nitrat kislota konsentratsiyasini oshirish mumkin emas. Konsentrlangan (68% dan yuqori) nitrat kislota olish uchun suyultirilgan nitrat kislotani haydash odatda suv tortuvchi muhit –

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

konsentrlangan sulfat kislota ishtirokida o'tkaziladi. Konsentrlangan sulfat kislota suyultirilgan nitrat kislota tarkibidagi suvni bog'lab, 100% li HNO_3 qaynash haroratidan yuqori haroratda qaynaydigan sulfat kislota gidratlarini hosil qiladi. Bunday aralashmani bug'latishda bug'da deyarli nitrat kislota bo'lmaydigan sharoitni tanlash mumkin.

9.1-rasmda $\text{H}_2\text{O}-\text{HNO}_3-\text{H}_2\text{SO}_4$ uchlamchi aralashma diagrammasi keltirilgan bo'lib, unda doimiy tarkibdagi bug'ni ifodalaydigan egri chiziqlar keltirilgan. Suyuqlikda nitrat kislota konsentratsiyasi saqlangan holda uchlamchi aralashmada sulfat kislota miqdori ortishi bilan bug'dagi HNO_3 konsentratsiyasi ortadi, suv esa kamayadi.



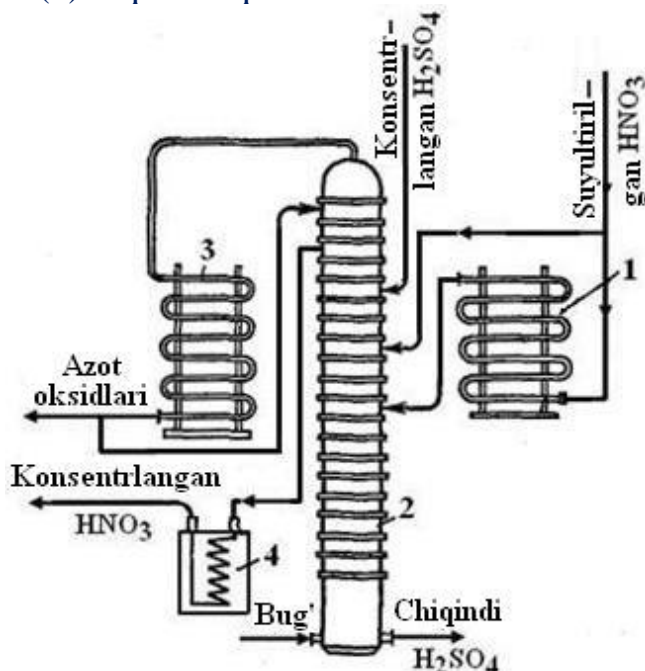
9.1-rasm. Uchlamchi aralashma bug'lari tarkibi.

Suyultirilgan nitrat kislota konsentrlangan sulfat kislota (92-94% li H_2SO_4) bilan haydash tarelkali barbotaj minoralarida yoki halqali to'ldirgichli minoralarda amalga oshiriladi. Minoralarni tayyorlash uchun materiallar sifatida tarkibida 14-18% Si bo'lgan hamda yuqori haroratda sulfat va nitrat kislotalar aralashmasi ta'siriga chidamli kislota bardosh cho'yan (ferrosilitsid) xizmat qiladi.

Suyultirilgan nitrat kislota konsentrlash uchun qurilmaning prinsipial sxemasi 9.2-rasmda ko'rsatilgan. Sulfat kislota minora (2) yuqori tarelkalaridan biriga tushadi. Minoraning sal quyirog'iga tarkibida 50% HNO_3 bo'lgan suyultirilgan nitrat kislota beriladi. Uning bir qismi bug'latgich (1) orqali o'tadi. Aralashmani qizdirish minora ostki qismidan kiritiladigan qaynoq ($180-200^\circ\text{C}$ haroratdagi) bug' bilan amalga oshiriladi. HNO_3 parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan oz miqdorda suv bug'i va azot oksidlari tutgan konsentrlangan nitrat kislota bug'lari minoradan (2) kondensatorga (3) yuboriladi, u yerda kislota kondensatsiyalanadi, nitroza gazlari (azot oksidlari) esa keyingi tutib qolishga boradi. Azot oksidlarining bir qismi nitrat

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kislotalarda eriydi, shuning uchun u kondensatordan (3) minoraning yuqori tarelkasiga qaytariladi, u yerda qizdirilgan bug' bilan nitrat kislota haydaladi. Konsentrlangan nitrat kislota sovutgich (4) orqali chiqarib olinadi.



9.2-rasm. Suyultirilgan nitrat kislota konsentrlash uchun qurilma sxemasi.

Ishlatilgan chiqindi (70% li) sulfat kislota minoraning quyi qismidan oqib tushadi, uni sovutilmagan holda to'g'ridan-to'g'ri bug'latishga beriladi. Konsentrlangan sulfat kislota sarfi 1 t konsentrlangan nitrat kislota uchun 3-4 t ni tashkil etadi. Ishlatilgan sulfat kislota jarayonga qaytarish uchun uni konsentrlash kerak bo'ladi. Bu ko'p miqdorda yoqilg'i sarflash, sulfat kislota bir qismini yo'qotish va jihozlarning kuchli korroziyalanishi bilan bog'liqdir. Shuning uchun hozirgi paytda to'g'ridan-to'g'ri sintez usuli bilan nitrat kislota ishlab chiqarishga e'tibor qaratilgan.

Nitrat kislota to'g'ridan-to'g'ri sintez qilish.

Jarayon suyuq azot qo'sh oksid ($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$) dan quyidagi reaksiya bo'yicha:



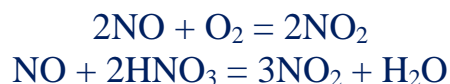
75°C haroratda va 50 atm bosim ostida maxsus avtoklavlarda amalga oshiriladi.

Muvozanatni nitrat kislota hosil bo'lish tomonga siljitish, shuningdek reaksiya tezligini oshirish uchun avtoklavga keladigan aralashmada suyuq azot qo'sh oksid miqdori ortiqcha bo'lishi kerak. Odatda suyuq azot qo'sh oksidi stexiometriyadan 25% ga ortiqcha bo'ladi. Reaksiyaga kirishmagan ortiqcha olingan azot qo'sh oksid hosil bo'ladigan 98-99% li nitrat kislota ajratiladi va ishlab chiqarishga qaytariladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Suyuq azot qo‘shoksidni nitroza gazlaridan ularni bosim ostida sovutish orqali NO_2 ni kondensatsiyalab olinadi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kondensatsiyalab suyuq azot qo‘shoksid olish uchun nitroza gazlaridagi NO ni NO_2 ga to‘la oksidlanishi va azot oksidlarining boshlang‘ich parsial bosimi yetarlicha yuqori bo‘lishi kerak. Ishlab chiqarish sharoitida jihozlarga qattiq N_2O_4 kristallari cho‘kib qolmasligi uchun gazlar -8°C dan past bo‘lmagan haroratgacha sovutiladi.

Ikkinchi usul quyi haroratda konsentrlangan nitrat kislota bilan nitroza gazlaridan NO_2 ni absorbsiyalanishiga asoslangandir. Absorbsiya jarayonida nitroza gazlaridagi azot(II)-oksidning bir qismi kislorod bilan, qolgan qismi esa konsentrlangan nitrat kislota bilan oksidlanadi:



Nitroza gazlaridagi azot qo‘shoksid ishlab chiqarish qurilmalarida 98% li nitrat kislota bilan absorbsiyalanadi va tarkibida 30% gacha NO_2 bo‘lgan nitrooleum $\text{HNO}_3 \cdot n\text{NO}_2$ olinadi. Bu eritmani 80°C gacha qizdirish orqali undan gaz holatidagi konsentrlangan azot qo‘sh oksidi ajratiladi, so‘ngra uni sovutish orqali kondensatsiyalanadi. Amalda kondensatsiya odatda ikki bosqichli: suv va namakob ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$) bilan -8°C haroratgacha sovutish orqali amalga oshiriladi.

Shunday qilib, nitrooleumli usul bilan konsentrlangan nitrat kislota to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilish quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

- 1) ammiakni kontaktli oksidlash orqali nitroza gazlarini olish;
- 2) nitroza gazlaridan ortiqcha suvni yo‘qotish;
- 3) nitroza gazlaridagi NO ni NO_2 ga oksidlash;
- 4) qoldiq NO ni konsentrlangan nitrat kislota bilan qo‘shimcha oksidlash;
- 5) nitroza gazlarini va bir qism konsentrlangan nitrat kislota bilan absorbsiyadan oldin taxminan -8°C gacha sovutish;
- 6) azot qo‘shoksidni konsentrlangan nitrat kislota bilan absorbsiyalash (nitrooleum olish);
- 7) qizdirish yo‘li bilan nitrooleumdan azot qo‘shoksidini desorbsiyalash;
- 8) azot qo‘sh oksidini sovutish orqali kondensatsiyalash (suyuq azot qo‘shoksid N_2O_4 olish);
- 9) 50 atm bosim va 75°C haroratda avtoklavda suyuq azot qo‘shoksidining suv va kislorod bilan ta’sirlashishini amalga oshirish;
- 10) erigan azot qo‘shoksidini haydash uchun konsentrlangan nitrat kislota qizdirish. Bu jarayon tayyor konsentrlangan nitrat kislota «oqartirish» deb ataladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Nitrat kislotani saqlash va tashish

Kuchsiz nitrat kislota (45-60% li HNO_3) po‘latdan yasalgan rezervuarlarda omborda saqlanadi.

Ko‘p bo‘lmagan miqdordagi suyultirilgan nitrat kislota shisha idishlar tashiladi, ular korzinkaga yoki yog‘och panjaraga joylanib, osti va atrofi yong‘inga chidamli moddalar shimdirilgan qirindi bilan o‘raladi. Ko‘p miqdordagi suyultirilgan nitrat kislota zanglamaydigan po‘latdan tayyorlangan temiryo‘l sisternalarida tashiladi.

Konsentrlangan nitrat kislota aluminiydan yasalgan rezervuarlarda saqlanadi va temir yo‘l sisternalarida tashiladi.

Nitrat kislotaning 7,5% H_2SO_4 bilan aralashmasi melanj deb ataladi, u uglerodli po‘latdan tayyorlangan sisternalarda tashiladi. Konsentrlangan nitrat kislotani yog‘och panjarada shisha idishlarda tashish ta‘qiqlanadi.

Azot oksidlari va nitrat kislota zaharlash xossasini namoyon etadi. Binolardagi azot oksidlarining chegaraviy me‘yor konsentratsiyasi N_2O_5 hisobida 0,005 mg/l ni tashkil etadi.

Nitrat kislota teriga tekkanda qattiq kuydiradi va yara hosil qiladi. Konsentrlangan nitrat kislota paxtali materiallar va yog‘ochni yondirishi mumkin.

Nitrat kislota bilan ishlaydiganlar movut jundan tayyorlangan maxsus kiyim kiyishi, sariq rang qutili V markali protivogazi, rezina qo‘lqopi va himoya ko‘zoynagi bo‘lishi kerak.

Nazorat uchun savollar

1. Konsentrlangan nitrat kislota olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
2. Suyultirilgan nitrat kislotani konsentrlashni tushuntiring.
3. Nitrat kislotani to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilishni tushuntiring.
4. Nitrat kislotani saqlash va tashish sharoitlarini tushuntiring.

10-MAVZU: FOSFOR VA FOSFAT KISLOTALARI. TERMİK FOSFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH

Reja:

1. Fosforning kislородli birikmalari
2. Fosfat kislota va uning xossalari
3. Elektrotermik usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarish
4. Termik fosfat kislotaning olinishi

Fosforning kislorodli birikmalari

Fosfor kislotalari. Fosforning quyi oksikislotalari. Fosfit va fosfat anhidridlar suv bilan ta'sirlashib, bir qator: metafosfit HPO_2 ($\text{P}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), fosfit H_3PO_3 ($\text{P}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), metafosfat HPO_3 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$), pirofosfat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) va ortofosfat H_3PO_4 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) kislotalarni hosil qiladi. Fosforning boshqa, masalan, gipofosfit H_3PO_2 , pirofosfit $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$, gipofosfat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$, nadfosfat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_8$ kabi kislotalari esa fosfor yoki ularning tuzlaridan olinadi. Bundan tashqari, poli-, piro- va metakislotalar deb ataladigan turli xildagi fosfor kislotalarining degidratlanish va polimerlanish mahsulotlari ham ma'lumdir. Barcha turdagi fosfor kislotalari ichida ortofosfat kislota (texnikada fosfat kislotasi deb yuritiladi) va uning degidratlanish (yoki P_2O_5 ning gidratlanish) mahsulotlari: piro-, tripoli- va tetrapolifosfat kislotalar muhim ahamiyat kasb etadi. Ular yuqori oksidlanish darajali kislotalar hisoblanadi.

Quyi oksidlanish darajali fosfor kislotalari fosforning quyi kislorodli kislotalari deb ataladi. Ular qizdirilganda parchalanib, yuqori va quyi oksidlanish darajali fosfor birikmalariga aylanadi.

Gipofosfit kislota H_3PO_2 yoki $\text{H}(\text{H}_2\text{PO}_2)$ – bir negzli kuchli kislota bo'lib, H^+ va H_2PO_2^- ionlariga dissotsilanadi. Bu kislota gigroskopik oq kristallardan iborat bo'lib, uning $17,4^\circ\text{C}$ dagi zichligi $1,46 \text{ g/sm}^3$ ga teng; $26,5^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi; suvda yaxshi eriydi. H_3PO_2 ni 50°C dan yuqori haroratda qizdirilganda parchalana boshlaydi:



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. Uning olinishida fosfinni vakuum sharoitida quruq holdagi kislorod bilan oksidlanishi va ayniqsa, fosfor(III)-xloridning gidrolizi muhim ahamiyat kasb etadi. Ko'p miqdordagi reaksiya mahsulotlari (H_3PO_4 va HCl) ishtirokidagi PCl_3 ning gidrolizi $80\text{--}100^\circ\text{C}$ haroratda 80% ga yetadi.

Toza fosfit kislota – rangsiz kristall (21°C dagi zichligi $1,65 \text{ g/sm}^3$) bo'lib, havoda tutaydi, $40,1^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi.

Fosfit kislota qizdirilganda fosfat kislota va uning (PH_3 gacha) qaytarilgan mahsulotlari hosil bo'lishi bilan parchalanadi. Uning oksidlanishi natijasida to'la fosfat kislotaga aylanadi. Bunda u qaytaruvchi bo'lib, lekin undagi qaytaruvchilik

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

xossasi gipofosfit kislota nisbatan kuchsiz ifodalangan bo‘ladi. Fosfit kislotaning tuzlari – fosfitlar ham qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi.

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 fosfini 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. Shuning uchun uni fosfit va fosfat kislotalarga bir molekula suvning birikish mahsuloti sifatida qaralishi mumkin:



Suvli eritmalarda, ayniqsa, qizdirish natijasida $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ parchalanib, H_3PO_3 va H_3PO_4 ga aylanadi. Gipofosfat kislota suvsiz va digidrat holatidagi kristallar hosil qiladi. Suvsiz $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ – oq kristall modda bo‘lib, 70°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi. Digidrat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ esa $62\text{--}62,5^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Qattiq holatdagi gipofosfit kislota xona haroratida sekinlik bilan parchalanib, fosfor kislotalarining aralashmasini hosil qiladi. Uning suvli eritmaları esa hattoki qizdirilganda va qaynatilganda ham ancha vaqtgacha barqaror bo‘ladi. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ ning konsentrlangan eritmalarini 30°C dan yuqori haroratda qizdirilgandagina parchalana boshlaydi.

Gipofosfat kislota – to‘rt asosli kislotadir. Uning 25°C dagi dissotsilanish konstantalari quyidagicha bo‘ladi: $K_1 = 6 \cdot 10^{-3}$; $K_2 = 1,5 \cdot 10^{-3}$; $K_3 = 5,4 \cdot 10^{-8}$; $K_4 = 0,93 \cdot 10^{-10}$.

Gipofosfit kislota tuzlari – gipofosfitlar o‘zining kimyoviy tarkibi va xossalriga ko‘ra, fosfit va fosfat kislotalarning oraliq tuzlariga mos keladi. Ular fosfit kislotasi tuzlariga nisbatan qizdirish ta’siriga ancha bardoshli va juda oz miqdorda parchalanadi.

Fosfat kislota va uning xossalari

Fizik xossalari. Toza holatdagi ortofosfat (yoki soddaroq aytilganda fosfat) kislota rangsiz prizmatik kristall bo‘lib, $42,35^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi va 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 (zatravka) qo‘shilgandagina amalga oshadi. Buni fosfat kislotaning -121°C gacha qayta sovutish orqali suyuqlikning shishasimon holatga

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

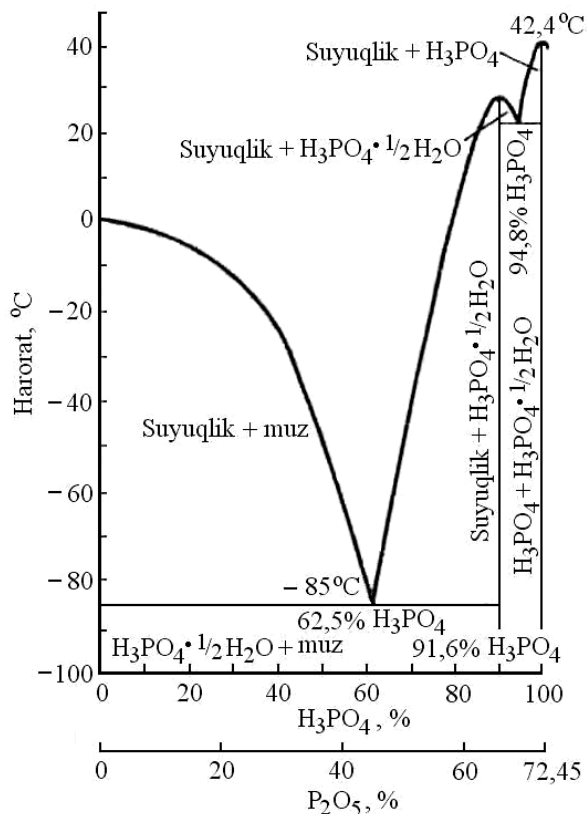
o‘tishga va 13°C gacha sovutish orqali 1,88 g/sm³ zichlikka ega bo‘lgan moysimon suyuqlikka aylanishga moyilligi orqali izohlanadi.

Ozgina miqdordagi suvning ishtiroki kislota suyuqlanish haroratining pasayishiga olib keladi va uning kristallanishi sekinlashadi. Kristallanish jarayoni 29,32°C da suyuqlanadigan yarimgidratli fosfat kislota H₃PO₄·0,5H₂O hosil bo‘lishida tezlashadi.

Fosfat kislota har qanday konsentratsiyadagi suvli eritmalarini hosil qiladi. 0,5°C haroratda suvda 78,7% H₃PO₄ eriydi, 29,3°C haroratda esa tarkibida 91,6% H₃PO₄ bo‘lgan H₃PO₄·0,5H₂O inkongurent suyuqlanadi (10.1-rasm). H₃PO₄ – H₂O sistemasining holat diagrammasidan ham H₃PO₄ va H₃PO₄·0,5H₂O, shuningdek, kristallogidratdan evtetikalarning hosil bo‘lish sharoitini ko‘rish mumkin.

Suyuq holatdagi fosfat kislotaning 25°C da 1,8741 g/sm³ zichlikka ega bo‘lib, 261°C da qaynaydi. Haroratning ortishi bilan uning qovushqoqligi –263 spz dan (20°C da) 4,7 spz gacha (180°C da) keskin kamayadi.

Fosfat kislota eritmalarining konsentratsiyasi ortishi bilan uning xossalari keskin o‘zgaradi – ularning zichligi va qovushqoqligi ortadi va issiqlik sig‘imi pasayadi.

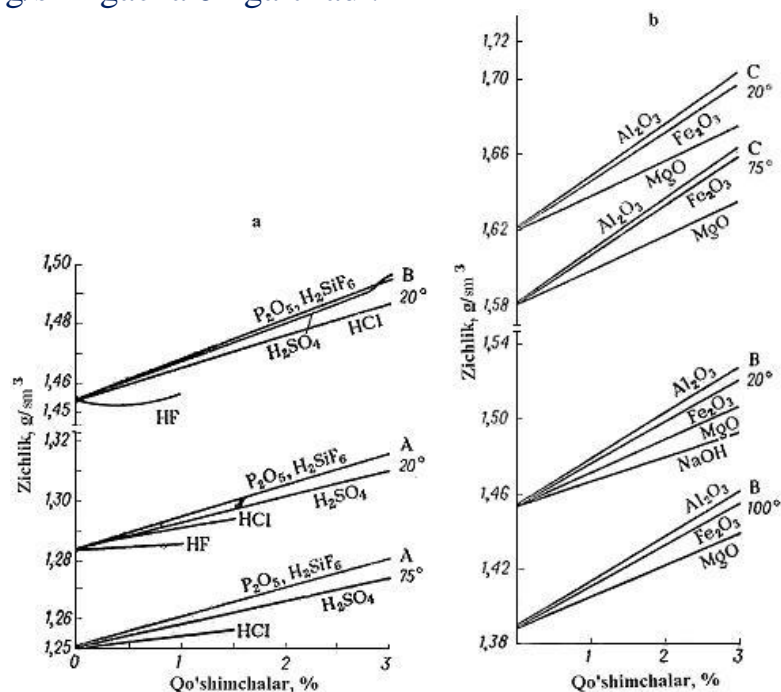


10.1-rasm. H₃PO₄ – H₂O sistemasining holat diagrammasi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Qo‘shimcha anionlar ishtirokida fosfat kislotasi suvli eritmalarining zichligi ortadi (10.2-rasm, a), ammo kislotadagi P_2O_5 miqdorining ekvivalent ortishiga nisbatan sezilarsiz darajada bo‘ladi. Tarkibida 30 va 43% P_2O_5 bo‘lgan boshlang‘ich kislotaga qo‘shimcha 1–3% P_2O_5 kiritilganda, xuddi shunday miqdordagi sulfat kislotasi qo‘shilgandagiga nisbatan eritma zichligining ko‘proq ortishiga olib keladi. HCl yoki HF ishtirokida fosfat kislotasi eritmasining zichligi sezilarsiz ortadi. Kislotasi zichligining sezilarli darajada o‘zgarishi (xuddi qo‘shimcha P_2O_5 kiritilgandagi kabi), unga H_2SiF_6 kiritilganda kuzatiladi.

Tarkibida ma‘lum miqdorda sulfat kislotasi bo‘lgan fosfat kislotasi eritmasining zichligi undagi Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO, NaOH va KOH kabi qo‘shimchalarning ko‘payishi bilan ortadi (10.2-rasm, b). Eritma zichligining ortishiga Al_2O_3 va Fe_2O_3 larning ishtiroki sezilarli darajada, ishqoriy metall ionlari esa sezilarsiz darajada ta‘sir ko‘rsatadi. Masalan, fosfat kislotasi eritmasi (45% P_2O_5) da Fe_2O_3 ning miqdori 3,25% gacha ortishi bilan, eritmaning 20°C dagi zichligi 1,442 dan 1,556 g/sm³ gacha, 70°C da esa – 1,410 dan 1,524 g/sm³ gacha ortadi. Tarkibidagi SO_4^{2-} miqdori (Fe_2O_3 miqdoriga taqqoslanganda) ikki marta oshirilgan fosfat kislotasi eritmasining zichligi taxminan shunday kattalikka ortadi. Tarkibiga 7% gacha sulfat-ionining kirishi fosfat kislotasi eritmasining zichligini 20°C da 1,442 dan 1,532 g/sm³ gacha, 70°C da esa – 1,410 dan 1,496 g/sm³ gacha o‘zgartiradi.



10.2-rasm. Kislotalar (a), oksidlar va ishqorlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalar zichligining o‘zgarishi.

Boshlang‘ich kislotada: A – 30% P_2O_5 va 2% H_2SO_4 ;
 B – 43% P_2O_5 va 3% H_2SO_4 ;
 C – 54% P_2O_5 va 6% H_2SO_4 bo‘ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Tarkibida qo‘shimchalari bo‘lmagan fosfat kislota eritmaları uchun yetarli aniqlikdagi zichlik qiymatlari quyidagi tenglamalar asosida hisoblanishi mumkin:

- tarkibida 60–83% H_3PO_4 bo‘lgan kislotalar uchun:

$$\rho = (0,7972 + 0,01472x) - (3,3 \cdot 10^{-4} + 8,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (10.1)$$

- tarkibida 85–122% H_3PO_4 bo‘lgan kislotalar uchun:

$$\rho = (0,7102 + 0,01617x) - (11,7 \cdot 10^{-4} - 6,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (10.2)$$

Bu yerda, x – kislota konsentratsiyasi, % P_2O_5 ; t – harorat, °C ($t = 25$ – 160 °C da).

- 11–55% H_3PO_4 bo‘lgan kislotalar uchun esa:

$$\rho = A - B \cdot t \quad (10.3)$$

A va B kattaliklar qiymatlari quyida keltirilgan:

H_3PO_4	11,0	13,1	22,9	27,6	55,1
A	1,077	1,085	1,151	1,185	1,399
$B \cdot 10^6$	509	493	520	578	640

Qo‘shimchalar ishtirokida fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi ham kislotaga qo‘shiladigan anion yoki kationning tabiatiga bog‘liq holda ortadi (10.3-rasm). Kislotaga xlor va fluor ionlarining kiritilishi uning qovushqoqligining ortishiga amaliy ta‘sir ko‘rsatmaydi. Kislota qovushqoqligi $H_2PO_4^{2-}$ ishtirokida birmuncha ko‘proq, HSO_4^- va SiF_6^{2-} ishtirokida birmuncha kamroq ortadi. Kislota qovushqoqligiga Fe^{3+} , Al^{3+} , Mg^{2+} Na^+ ionlarining ta‘siri amalda bir xil bo‘ladi, ammo kaliy ionlarining ishtirokida yuqoridagi keltirilgan ionlarning ishtirokidagiga nisbatan eritma qovushqoqligining anchagina kam darajada ortishiga olib keladi. Fosfat kislota eritmasi (45% P_2O_5) tarkibida 3,25% Fe_2O_3 bo‘lishi qovushqoqlikning qariyb 2,5 marta, H_2SO_4 ishtirokida esa 1,5 marta ortishiga olib keladi.

Tarkibida qo‘shimchalari bo‘lmagan fosfat kislota eritmaları (25–60% P_2O_5) uchun yetarli aniqlikdagi qovushqoqlik qiymatlari quyidagi tenglama asosida hisoblanishi mumkin:

$$\eta = A + 10^{B+Cx} \quad (10.4)$$

Bu yerda, x – kislota konsentratsiyasi, % P_2O_5 ;

$$\lg A = 0,479 - 0,107t$$

$$B = -0,832 - 0,0038t \quad (t = 20 - 47^\circ\text{C da});$$

$$B = -1,015t \quad (t = 47 - 63^\circ\text{C da});$$

$$B = -1,183t + 0,00266t \quad (t = 63 - 110^\circ\text{C da});$$

$$C = 0,0450 - 0,000185t \quad \text{ga teng.}$$

Tarkibida qo‘shimchalari bo‘lmagan fosfat kislota eritmaları (7–60% P_2O_5) ning bug‘ bosimi quyidagi Klauzius-Klayperon tenglamasi asosida hisoblanishi mumkin:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

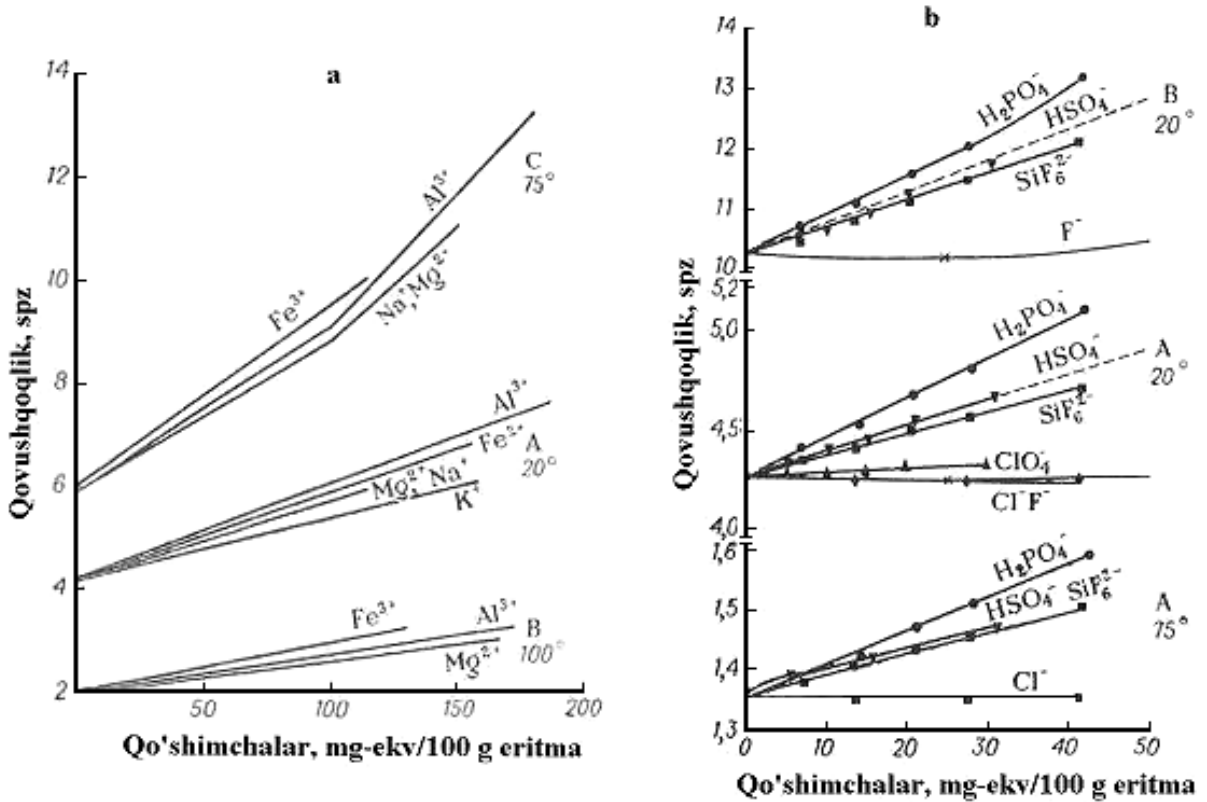
$$\lg P = -\frac{A}{T} + B \quad (10.5)$$

bu tenglamadagi A va B koeffitsientlar qiymatlari quyida keltirilgan:

P_2O_5 , %	20	25	30	35	40	45	50
	2343,5	1987,1	1841,1	2600	2591,4	2453,4	3210,2
B	9,0989	8,0894	7,5166	9,7610	9,6721	9,1226	11,2839

$\lg P - 1/T$ yoki $P - f(T)$ o'rtasidagi bog'lanish grafigi bilan absissalar o'qi orasidagi burchak (α) tangensi orqali eritmaning bug'lanish issiqligi quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$\Delta H = -2,3 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (10.6)$$

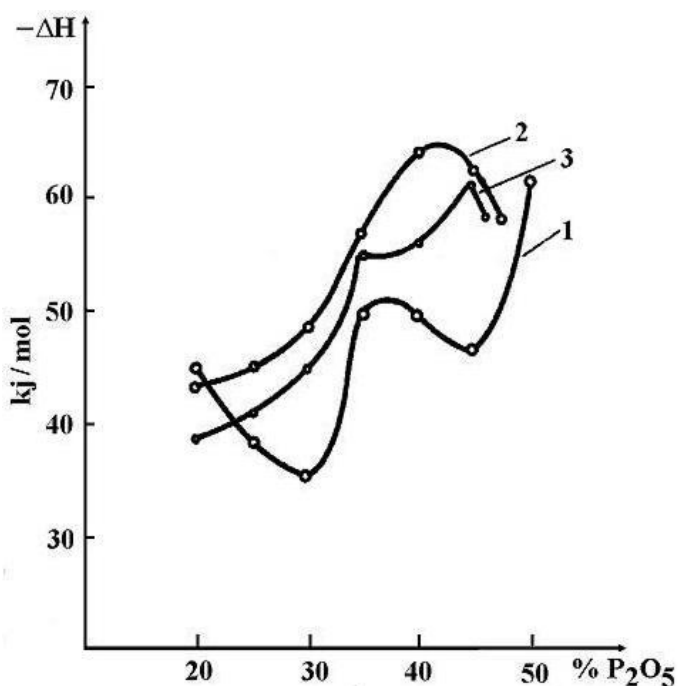


10.3-rasm. Kationlar (a) va anionlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalar qovushqoqligining o'zgarishi.

Boshlang'ich kislotada: A – 30% P_2O_5 va 2% H_2SO_4 ;
 B – 43% P_2O_5 va 3% H_2SO_4 ;
 C – 54% P_2O_5 va 4% H_2SO_4 bo'ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

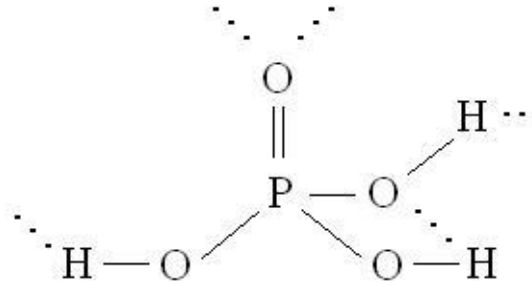
Fosfat kislota ertmasi konsentratsiyasining ortishi bilan bug‘lanish issiqligi ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda o‘zgaradi (10.4-rasm). Xuddi shunday konsentratsiyadagi fosfat kislota eritmasiga $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo‘shimchasi (uning miqdori ham kislota konsentratsiyasi ortishi bilan ekvivalent suratda ortadi) ning kiritilishi natijasida bug‘lanish issiqligi keskin ravishda ortadi. Bu holatni eritmaning to‘yinishi bilan izohlanishi mumkin. Lekin doimo kislotaldagi qo‘shimchalarning tarkibi va miqdorining ortishi bug‘lanish issiqligining ortishiga sabab bo‘ladi deb tushunish to‘g‘ri bo‘lavermaydi. Masalan, fosfat kislotalarining $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo‘shimchasi bilan hosil qilgan eritmaga kislota konsentratsiyasi ortib borishiga muvofiq holda ma‘lum miqdordagi ammoniy nitrat NH_4NO_3 kiritilganda, eritma bug‘lanish issiqligining ammoniy nitratsiz eritma bug‘lanish issiqligiga nisbatan sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Buni eritmada bo‘ladigan kislota va tuz molekullari orasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy ta’sirlashuv jarayonlari orqali izohlanishi mumkin.



10.4-rasm. Fosfat kislotali eritmalar bug‘lanish issiqligining eritma konsentratsiyasiga bog‘liqligi:

1 – H_3PO_4, H_2O ; 2 – $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, H_2O$; 3 – $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, NH_4NO_3, H_2O$.

Kimyoviy xossalari. Fosfat kislota va uning kristallogidratlari vodorod bog‘lanish orqali bog‘langan tetraedrik tuzilishli PO_4 guruhdan tarkib topgan bo‘ladi (10.5-rasm).



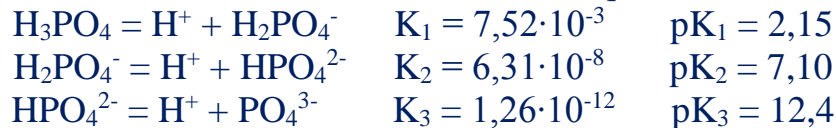
10.5-rasm. Suvsiz ortofosfat kislotaning tuzilishi

Bu struktura H_3PO_4 konsentrlangan eritmasi qiyomsimon holatining tuzilishini ifodalaydi. Tarkibida 50% dan H_3PO_4 bo‘lgan eritmalarda fosfat anionlari bir-biriga birikishiga nisbatan suv bilan osonlikcha birikadi. Fosfat kislota 350-450°C dan yuqori haroratda kuchsiz oksidlovchi hisoblanadi. Suyuqlantirilgan holatda u sezilarli darajadagi elektr o‘tkazuvchanligiga ega. Bunda:



jarayon sodir bo‘lishi ehtimoldan holi emas.

Fosfat kislota suvli eritmalarda uch asosli va bosqichli dissotsilanadi:



0–60°C haroratda birinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo‘yicha hisoblanishi mumkin:

$$- \lg K_1 = 799,31/T - 0,013486T - 4,5535 \quad (10.7)$$

0–50°C haroratda ikkinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo‘yicha ifodalanadi:

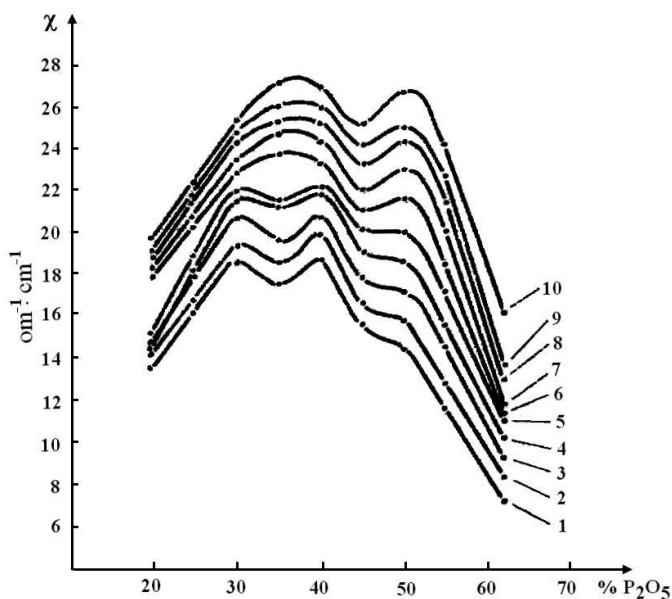
$$- \lg K_2 = 2073,0/T - 0,020912T - 5,9884 \quad (10.8)$$

bu yerda, T – harorat, °K.

Fosfat kislotaning elektr o‘tkazuvchanligini aniqlash orqali ham bu kattalikning uning konsentratsiyasiga ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda bog‘liqligini kuzatish mumkin (10.6-rasm). 25-45°C da fosfat kislotaning konsentratsiyasi 30% P_2O_5 ga yetganda uning elektr o‘tkazuvchanligi eng yuqori qiymatga erishadi (9.6-rasmdagi 1-maksimum). Bunda fosfat kislota molekularining eng ko‘p miqdori dissotsilanadi. Eritma konsentratsiyasining yanada (35% P_2O_5 gacha) ortishi natijasida elektr o‘tkazuvchanlik kamayadi. Bunda ionlanishga nisbatan ko‘proq suratda qarama-qarshi ionlar ($H_2PO_4^-$ va H^+) ning o‘zaro to‘qnashuvi natijasida fosfat kislota molekularining hosil bo‘lish jarayoni sodir bo‘ladi. Haroratning 50-70°C ga ko‘tarilishi natijasida 1-maksimumning 35-40% P_2O_5 konsentratsiyali eritma tomonga siljishini, haroratning ko‘tarilishi natijasida moddalar eruvchanligining (yanada to‘g‘rirog‘i dissotsilanishining) ortishi orqali izohlanishi mumkin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Tarkibida 6,5% dan ko‘p P_2O_5 bo‘lgan fosfat kislotaning bir qismi monomer H_3PO_4 ga nisbatan kuchli kislotali xossaga ega bo‘lgan dimer $H_6P_2O_8$ ni hosil qiladi. 10 M ($\sim 36\%$ P_2O_5) H_3PO_4 eritmasi tarkibida (g-ion/l hisobida): 3,755 H^+ , 0,0598 $H_2PO_4^-$, 3,6955 $H_5P_2O_8^-$ va (mol/l hisobida): 0,6393 H_3PO_4 va 0,9549 $H_6P_2O_8$ bo‘ladi. Bundan ko‘rinadiki, monomerning dissotsilanishidan hosil bo‘lgan vodorod ionining miqdori uning umumiy miqdoriga nisbatan atigi $\sim 1,6\%$ ini tashkil etadi (buni $H_2PO_4^-$ va H^+ miqdorlarini solishtirish orqali anglab olish qiyin emas).



10.6-rasm. Fosfat kislota eritmasining elektr o‘tkazuvchanligining harorat bo‘yicha konsentratsiyaga bog‘liqligi:

1 – 25°C	2 – 30°C	3 – 35°C	4 – 40°C	5 – 45°C
6 – 50°C	7 – 55°C	8 – 60°C	9 – 65°C	10 – 70°C.

Demak, eritmadagi ionlarning o‘zaro birikib, H_3PO_4 molekulari hosil bo‘lishi bilan bir vaqtda monomerning dimerga aylanish jarayoni ham sodir bo‘ladi:



Dimerlanish natijasiga eritmadagi fosfat kislota molekularining kamayishi hisobiga dimerning dissotsilanishi kuchayadi. Shuning uchun 25-45°C haroratda eritma konsentratsiyasi 35% P_2O_5 dan 40% P_2O_5 ga ortgan sayin elektr o‘tkazuvchanlikning ortishi kuzatiladi va 2-maksimumga erishadi. Eritma haroratining (50-70°C ga) ko‘tarilishi natijasida fosfat kislotadali eritmalarda dimerning to‘la dissotsilanishi:

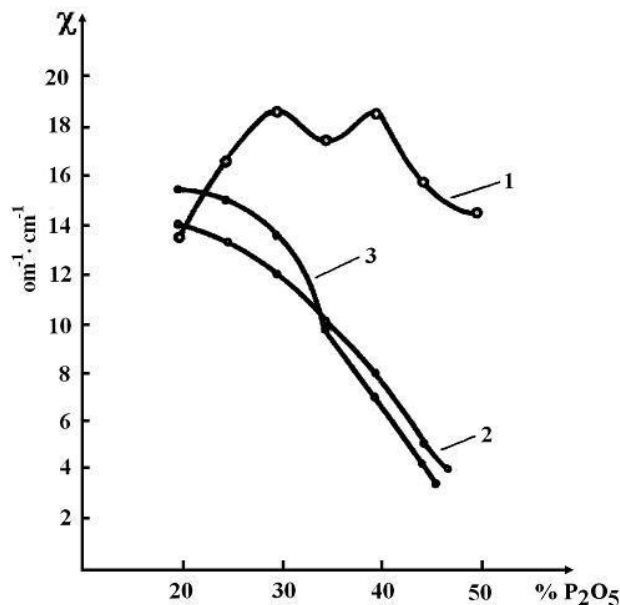


50-52% P_2O_5 li konsentratsiyada kuzatiladi (2-maksimum holati).

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Eritma konsentratsiyasining 50-52% P_2O_5 dan yanada ko'tarilishi eritmaning ionlarga to'yinishi hisobiga elektr o'tkazuvchanlikning pasayishiga olib keladi. 25-45°C haroratli eritmada bu jarayon bir tekisda kechmaydi, chunki fosfat kislota eritmasining to'yinishi hisobiga nafaqat dimerlanish, balki trimerlanish, tetramerlanish va hokazo polimerlanish jarayonlari ham sodir bo'lishi mumkin.

Fosfat kislota eritmasiga suvda eriydigan boshqa komponentlarning kiritilishi hisobiga uning elektr o'tkazuvchanligining keskin kamayishini kuzatish mumkin (10.7-rasm). Masalan, fosfat kislota eritmasiga $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ning kiritilishi hisobiga eritmaning to'yinishi tezlashadi va elektr o'tkazuvchanlik keskin kamayadi. Tarkibida $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo'shimchasi bo'lgan fosfat kislotali eritmaga NH_4NO_3 tuzining qo'shilishi natijasida sodir bo'ladigan komponentlar o'rtasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar tufayli elektr o'tkazuvchanlikning birmuncha ortishi kuzatiladi.



10.7-rasm. Fosfat kislotali eritmalar elektr o'tkazuvchanligining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi:

1) $H_3PO_4-H_2O$; 2) $H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$; 3) $H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-NH_4NO_3-H_2O$.

Yuqorida tanishib o'tilgan xususiyatlar fosfat kislotalarining boshqa mineral kislotalardan o'ziga xos xossasi bilan ajralib turishini ko'rsatadi va uning bu xossalarini fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik parametrlari tanlashda e'tiborga olinadi.

Ortofosfat kislota fosfat anhidrid gidratatsiyasining oxirgi mahsuloti hisoblanadi. Fosfat anhidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi – gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat anhidridning 5 ta asosiy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($P_2O_5 \cdot 3H_2O$), pirofosfat kislota $H_4P_2O_7$ ($P_2O_5 \cdot 2H_2O$), tripolifosfat kislota $H_5P_3O_{10}$ ($3P_2O_5 \cdot 5H_2O$),

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

tetrapolifosfat kislota $H_6P_4O_{13}$ ($2P_2O_5 \cdot 3H_2O$), metafosfat kislota $(HPO_3)_n$ ($P_2O_5 \cdot H_2O$) mavjuddir.

Fosfat anhidridning gidratlanishini quyidagicha tasavvur etish mumkin: dastlab tetrametafosfat kislota $(HPO_3)_4$ yoki $H_4P_4O_{12}$ ga, so'ngra tetrapolifosfat kislota aylanadi; keyingi gidratlanish jarayonlarida ortofosfat va tripolifosfat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi. Tripolifosfat kislota gidratlanishi quyidagicha bo'ladi:



Nihoyat pirofosfat kislota suvni biriktirib olib, gidratatsiyaning oxirgi mahsuloti – ortofosfat kislota aylanadi.

Fosfat kislotalarning bir-biriga aylanishi qaytar jarayondir. Fosfat kislota $284^\circ C$ haroratda qizdirilganda qisman pirofosfat kislota aylanadi:



Haroratni $400^\circ C$ gacha ko'tarish orqali qizdirishni davom ettirish natijasida suvning ajralishi hisobiga shishasimon metafosfat kislota hosil bo'ladi:



Gidratatsiya jarayoni siklik metafosfat kislota hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Tarkibida $\sim 68,7\%$ gacha P_2O_5 bo'lgan eritmada asosan suv va ortofosfat kislota bo'ladi. Pirofosfat kislota dastlabki sezilarli miqdorlarini tarkibida $68,8\%$ P_2O_5 , ya'ni mol nisbati $H_2O:P_2O_5 = \sim 3,6$ ga teng bo'lgan eritmada aniqlash mumkin. 100% li suyuq ortofosfat kislota ($H_2O:P_2O_5 = 3$) da P_2O_5 umumiy miqdorining $12,7\%$ i pirofosfat kislota shaklida bo'ladi. Fosfat kislota eritmasida qo'shimchalarning (ayniqsa kristallogidrat hosil qiluvchi tuzlar) bo'lishi $68,7\%$ (P_2O_5) dan kichik konsentratsiyali fosfat kislota eritmalarida ham pirofosfat va hattoki, polifosfat kislotalarini ham bo'lishini ta'minlaydi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali kislotalarni ortofosfat holatida saqlash uchun:



muvozanatni chapga siljitish maqsadida ortiqcha miqdordagi suv ($H_2O:P_2O_5 > 3$) talab etiladi.

$72,4\%$ P_2O_5 dan katta konsentratsiyali fosfat kislotali eritmalar tarkibida polianion zarrachalar bo'ladi. Shuning uchun ularni kondensirlangan fosfat kislotalari, tuzlarini esa polimerli yoki kondensirlangan fosfatlar yoki (olinish usuliga ko'ra) degidratlangan fosfatlar deyiladi.

Hozirgi paytda fosfat kislota bilan bir qatorda orto-, piro-, tripoli-, tetrapoli- va boshqa oktapoli- va nonapolifosfat kislotalarigacha bo'lgan aralashmadan iborat superfosfat yoki polifosfat kislotalari ishlab chiqariladi. Tarkibida $\sim 76\%$ P_2O_5 ($\sim 105\%$ H_3PO_4) bo'lgan superfosfat kislota: 49% P_2O_5 – ortofosfat holatida, 42% P_2O_5 – pirofosfat holatida, 8% P_2O_5 – tripolifosfat holatida va 1% i esa tetrapolifosfat kislota holatida bo'ladi. Superfosfat kislotalariga begona qo'shimchalarning kirishi natijasida fosfat kislotalar kondensirlangan shakllari miqdorlarining ortishini kuzatish mumkin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Superfosfat kislotalari suyuq suspenziyali o'g'itlar va sintetik yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda muhim amaliy ahamiyatga egadir.

Fosfor – tabiatda keng tarqalgan elementdir. Uning yer qobig'idagi miqdori og'irlik bo'yicha 0,08-0,12% ni yoki yer qobig'idagi atomlarning umumiy soni bo'yicha ~0,07% ni tashkil qiladi.

Elementar fosfor va uning oksidlari yuqori kimyoviy aktivlikka ega bo'lganligi sababli u yer qobig'ida kimyoviy barqaror, suvda va tuproq eritmalarida erimaydigan minerallar shaklida bo'ladi. Bu minerallar tarqoq va ba'zan esa yirik to'planishlar tarzida uchraydi.

Priyanishnikov ma'lumotlariga ko'ra, 20 sm chuqurlikkacha 1 ga tuproqdagi fosforning zaxirasi 300 dan 6000 kg gachani tashkil etadi.

Elektrotermik usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarish

Fosfatlarni termik qayta ishlash. Fosfor elektrotermik usulda – uni yuqori haroratli elektropechlarda tabiiy fosfatlardan ko'mir yordamida qaytarish orqali olinadi. Elektropechlardan chiqadigan fosfor bug'larini kondensatsiyalash orqali suyuq fosfor va uni tashqi muhit haroratigacha sovutish natijasida qattiq mahsulot olinadi. Suyuq fosfor va uning bug'larini oksidlash (yondirish) yo'li bilan fosfor(V)-oksid – P_4O_{10} va hosil bo'lgan mahsulotni gidratlash natijasida fosfat kislotasi olinadi. Shunday usulda hosil qilingan kislotasi termik fosfat kislotasi (TFK) deb ataladi.

Nisbatan tejamli, shu sababli keng tarqalgan fosfat kislotasi ishlab chiqarish, uni fosfatlardan sulfat kislotasi (yoki boshqa kislotalar bilan) ekstraksiyalash hisoblanadi. Bu holatda mahsulot ekstraksiyon fosfat kislotasi (EFK) nomini oladi.

Fosfatlarni termik qayta ishlashning afzalligi – har qanday, shu bilan birgalikda past sifatli fosfatlardan ham yuqori tozalikdagi konsentrlangan (hattoki 100% P_2O_5 gacha) fosfat kislotalari olish imkoniyati bor. Kislotasi qayta ishlash uchun esa yuqori sifatli fosfatlar ishlatiladi, ammo shu o'rinda ham nisbatan past konsentratsiyali va ko'p miqdordagi qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi hosil qilinadi. Yetarli darajada toza bo'lishi lozim bo'lgan ozuqali va texnik fosfatlar, shuningdek, reaktivlarni termik fosfat kislotadan olish usullari ularni ekstraksiyon kislotadan olishga nisbatan soddaroq va arzonroqdir. Termik fosfat kislotasi tannarxining qariyb 92% ini fosforning narxi tashkil etadi, chunki uni olishda elektr energiyasi sarfiga katta miqdordagi xarajat ketadi. Konsentrlangan fosforli o'g'itlar olish uchun esa arzon ekstraksiyali kislotasi ishlatiladi.

Sanoatda tarkibida 73% dan kam bo'lmagan H_3PO_4 (52,9% P_2O_5) li A (ozuqali maqsad uchun) va B (texnik) markali mahsulot sifatidagi termik fosfat kislotasi ishlab chiqariladi. Reglament bo'yicha 1- va 2-nav texnik kislotadagi qo'shimchalarning miqdori mos holda (% da) quyidagicha: xloridlar 0,01 va 0,02; sulfatlar 0,015 va 0,02; nitratlar 0,0005 va 0,001, temir 0,01 va 0,015; og'ir metallar 0,002 va 0,005;

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

mishyak 0,006 va 0,008 dan ko'p bo'lmashligi belgilanadi. Ozuqa maqsadlari uchun ishlab chiqariladigan kislotalarda esa (% da): mishyak 0,0003, qo'rg'oshin 0,0005, nitrat 0,0003 dan ko'p bo'lmashligi lozim.

Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari. Fosfor ishlab chiqarish uchun fosforit, flyus (kremnezem) va qaytaruvchidan (koks) iborat uch komponentli shixta ishlatiladi. Bu shixta xomashyoli elektrotermik pechlarda qayta ishlanadi. Fosfatli pech kimyoviy reaktor hisoblanadi, unda suyuqlanish va kimyoviy ta'sirlashuv jarayonlari sodir bo'ladi. Pechning reaksiyon qismini shartli ravishda to'rtta qismga: yuqori – shixtani qizdirish va qattiq fazali reaksiyalar qismi; quyi – minerallarni suyuqlantirish, qattiq va qiyin suyuqlanadigan komponentlarni suyuqlanmada eritish hamda fosfat-kremniyli suyuq fazani hosil qilish qismi; yanada quyi – kalsiy fosfatni SiO_2 ishtirokida qaytarishning asosiy kimyoviy reaksiyasi amalga oshiriluvchi uglerodli qismi; eng quyi – shlak va ferrofosfor qismiga ajratish mumkin.

Kremnezem ishtirokida kalsiy fosfatni uglerod bilan fosforgacha qaytarishni umumiy holatda quyidagicha ifodalanadi:

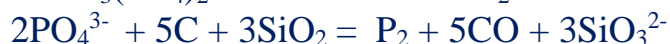
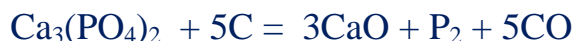


Bu 1000-1300°C haroratda katta miqdordagi (qariyb 1600 kJ/mol) issiqlikning yutilishi hisobiga boradigan endotermik reaksiyani, pechdan shlakni ajratib olishni osonlashtirish maqsadida 1400-1600°C da amalga oshiriladi.

Aslida kalsiy fosfatni qaytarilish mexanizmi murakkab bo'lib, jarayonning o'zi ko'p bosqichlidir. Zamonaviy tushunchalarga muvofiq bu mexanizmni quyidagicha talqin etilishi mumkin. Fosfat-kremniyli suyuqlanmada boshlang'ich fosfatli minerallarni eritish yoki suyuqlantirish natijasida hosil qilingan suyuqlanmaga kalsiy fosfat kiritiladi. Suyuqlanmada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ qisman Ca^{2+} , PO_4^{3-} , P^{5+} , O^{2-} ionlariga dissotsilanadi. Bundan tashqari, kalsiy fosfat PO va PO_2 hosil qilgani holda parchalanishi mumkin:



Shunday qilib, suyuqlanmada uglerodning sirtiga diffuziyalanuvchi harakatchan fosfatli zarrachalar (molekulalar, ionlar) hosil bo'ladi. Gazlarning to'xtovsiz ajralishi va qisman konvektiv oqimi tufayli reaksiya qismida suyuqlanma bilan uglerodning ta'sirlashuvi uchun qulay sharoit yuzaga keladi. Bu ta'sirlashuv reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Birinchi reaksiya dissotsilanmagan kalsiy fosfatning uglerod sirtida diffuziyalanishiga bog'liq. Uning borishini ta'minlash uchun kontakt qismdan CaO ni yo'qotib turilishi kerak, chunki kalsiy oksidning to'planishi reaksiyaning to'xtashiga olib keladi. Ikkinchi reaksiya bo'yicha qaytarilish tezligi kontakt qismda uglerod bilan SiO₂ ning o'zaro to'qnashishiga bog'liqdir. Qolgan reaksiyalar kalsiy fosfatning fosfor quyi oksidlari hosil qilib termik dissotsilanishi orqali sodir bo'luvchi jarayonlarni ifodalaydi.

Shuni ham ta'kidlash lozimki, fosforning qaytarilish jarayonida SiO₂ yoki silikat ionlar hal qiluvchi vazifani o'taydi. Uning CaO bilan bog'lanishi hisobiga fosfatning dissotsilanishi tezlashadi va qiyin suyuqlanuvchan ($t_s=2580^{\circ}\text{C}$) kalsiy oksidning nisbatan oson suyuqlanadigan kalsiy silikat holatida yo'qotilishini ta'minlaydi, bunda suyuq holatdagi quyqum pechdan osonlik bilan chiqariladi.

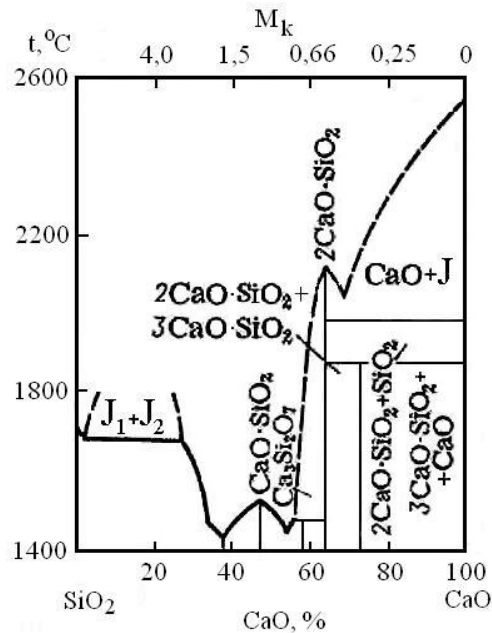
Shunday qilib, qaytarilish sxemasida quyidagi jarayonlar shakllantiriladi: 1) boshlang'ich materiallar (shixta) ni suyuqlantirish va undan namlikni yo'qotish; 2) suyuqlanmaga kalsiy fosfat va kremniy oksid kiritish; 3) Ca₃(PO₄)₂ ni yanada oddiy zarracha va ionlarga parchalash; 4) ularni uglerod sirtiga diffuziyalash; 5) silikat zarrachalarini uglerod sirtiga diffuziyalash; 6) uglerod bilan P₂, CO va CaO hosil qilish orqali ta'sirlashish; 7) Reaksiya doirasidan CaO ni kalsiy silikat shaklida (SiO₃²⁻ ionlari bilan birgalikda) yo'qotish.

Kalsiy fosfatning uglerod bilan ta'sirlashuv tezligi harorat, kislotalilik moduli M_k (SiO₂:CaO ning massa nisbati) va boshlang'ich materiallar sifati bilan aniqlanadi. Kislotalilik moduli va P₂O₅ miqdori bo'yicha shixta, pechdagi suyuqlanma va shlakning tarkibi haqida fikr yuritish mumkin. CaO – SiO₂ sistemaning holat diagrammasi ko'rsatilgan 10.8-rasmdan ko'rinadiki, M_k qiymatning 0 dan 2 gacha bo'lgan sohasida kalsiy ortosilikat 2CaO·SiO₂ ($t_s=2127^{\circ}\text{C}$), kalsiy diortosilikat 3CaO·2SiO₂ ($t_s=2580^{\circ}\text{C}$) va kalsiy metasilikat CaO·SiO₂ ($t_s = 2580^{\circ}\text{C}$) mavjud bo'ladi. Tarkibida SiO₂ 51,7% va 48,3% CaO bo'lgan kalsiy metasilikatning kislotalilik moduli 1,07 ga teng. Ko'rilayotgan sistemada minimal suyuqlanish harorati esa $M_k = 0,82$ ga to'g'ri keladi va 1447°C ga teng. Zamonaviy pech qurilmalari kislotalilik moduli 0,7-0,9 bo'lgan shixta bilan katta quvvatda ishlaydi. Bunda eng toza fosfor olinadi, elektroenergiya sarfi esa nisbatan ozdir. Ko'rsatilgan chegaradan katta M_k (SiO₂ ning ortiqcha bo'lishi) bilan ishlanganda shlakdagi P₂O₅ miqdorining ortishi, ya'ni fosfor yo'qotilishining ortishiga olib keladi.

Kalsiy fosfatdan fosforning qaytarilishi shixtadagi qo'shimchalarning ishtirok etishi sabab bo'ladigan qo'shimcha: karbonat va sulfatlarning parchalanishi, sulfid va sulfatlardan vodorod sulfidning hosil bo'lishi va boshqa jarayonlarning sodir bo'lishi bilan kechadi. Xomashyoda namlikning bo'lishi pechning yuqori doirasida fosfor gidridlari – fosfin PH₃, difosfan P₂H₄, ya'ni ma'lum miqdordagi fosforning yo'qotilishi hisobiga hosil bo'lishiga olib keladi. Yuqori haroratda PH₃ ni elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintez qilib bo'lmaydi. Lekin 400-1000°C harorat

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

chegasida suv (shuningdek, CO_2) fosfor bug'lari bilan to'xtovsiz ta'sirlashadi va P_4O_6 , H_3PO_4 , PH_3 hosil qiladi:



10.8-rasm. CaO – SiO₂ sistemaning holat diagrammasi.

Boshlang'ich xomashyo tarkibidagi temir birikmalarining qaytarilishi va pechda almashinuv jarayonlari sodir bo'lishi natijasida temir fosfidlari Fe_3P , Fe_2P , FeP hosil bo'ladi:



Pechdan ajratib olinadigan ferrofosfor deb ataluvchi temir fosfidlari aralashmasida 15–28% P bo'ladi. Uni pechdan suyuqlanma holatida yo'qotiladi.

Kremnezemning uglerod bilan ta'sirlashuvi elementar kremniy, kremniyning monooksidi va karbidi hosil bo'lishiga olib keladi:



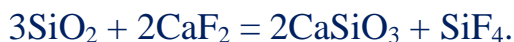
Ularning temir bilan ta'sirlashishi natijasida ferrosilisiy hosil bo'ladi:



Qaytarilgan kremniyning qariyb 40% i ferrosilisiyga o'tadi, qolgan 60% i pechdan chang tarzida chiqib ketadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Shlakdagi erkin SiO_2 miqdorining kamayishi, shuningdek, uning qayta ishlanadigan tabiiy fosfatlar tarkibidagi CaF_2 bilan ta'sirlashishi tufayli ham sodir bo'lishi mumkin:



Bu reaksiya natijasida ma'lum miqdordagi ftor shlakdan gazli fazaga o'tadi.

Pechdagi yuqori harorat ishqoriy metall oksidlarini bug'latish (vozgonka) imkoniyatiga ega. Ularning pechdan yo'qotilishi xomashyo tarkibidagi umumiy miqdorining 15% ini tashkil etadi.

Oq (sariq) fosforning olinishi. Oq (sariq) fosfor ishlab chiqarish sxemasiga: boshlang'ich xomashyo (fosforit, kvarsit, koks) ni qabul qilish; uni joylashtirish bo'yicha ishlar; rudalarni termik tayyorgarligi; shixtani tayyorlash; elektropechlarda fosfatning qaytarilishi, pechdan chiquvchi gazni tozalash va undan fosfor bug'larini kondensatsiyalash, tayyorlangan mahsulotni omborga uzatish kiradi.

Fosfor olish uchun, ko'pincha, nisbatan yuqori bo'lmagan miqdorda (21–23%) P_2O_5 tutgan, yuqori miqdorda (10% gacha) qumtuproq, ishqoriy metallar birikmalari, oltingugurt birikmalari va boshqa qo'shimchalari bo'lgan fosforitlar ishlatiladi. Flus sifatida esa tarkibida 92% dan ko'p SiO_2 , 2% dan kam Fe_2O_3 bo'lgan yuqori sifatli kvarsitlar ishlatiladi. Qaytaruvchi sifatida 80–85% uglerodli koks qo'llaniladi; uning zolligi 12% atrofida, oltingugurt miqdori 0,7% gacha bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda jarayonning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari shixtani tashkil etuvchi komponentlar sifatiga bog'liqdir. Boshlang'ich materiallar zarrachalar o'lchami bo'yicha bir jinsli bo'lishi lozim. Ularning tarkibidagi karbonatlar va zararli qo'shimchalar (Fe_2O_3 , K_2O va boshqalar) ning miqdori minimal bo'lishi lozim. Karbonatlar miqdorining ko'p bo'lishi ularning dissotsilanishi uchun energiya sarfini va ajraladigan CO_2 ni CO gacha qaytarish uchun koks sarfini oshiradi.

Fosfatli xomashyo sifatini yaxshilash maqsadida dastlabki qayta ishlovdan o'tkaziladi. 10-70 mm o'lchamli bo'laklardan iborat rudani karbonatsizlantirish uchun teshikli shaxtali pechlarda kuydiriladi, mayda (bo'laklar o'lchami 10 mm dan kichik) bo'lakchalari namlangan holda bog'lovchi materiallar (masalan, tuproq) bilan qorishtirilib guvalachalarga aylantiriladi va konveyerli kuydirish mashinalarida kuydiriladi.

Flus sifatida ishlatiladigan kremniyli fosfatli jinslar va koks oldindan quritiladi.

Shixta fosforit yoki apatitning (bo'laklar o'lchami 50-60 mm li) va koks yoki antratsitning (bo'laklar o'lchami 4-6 mm li) bo'laklaridan tarkib topgan bo'ladi. Xomashyo oldindan maydalanadi va quritiladi. Maydalashdan so'ng, elangan mayda ruda va mayda fraksiya aglomerlanadi yoki briketlanadi.

Fosfor olish uchun shixta o'lchash bo'linmalarida tayyorlanadi, u yerda mayda fraksiyalardan dastlabki elangan komponentlarni elektropechga uzatish uchun konveyerga belgilangan me'yorda (kimyoviy tahlil natijalariga muvofiq holda)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

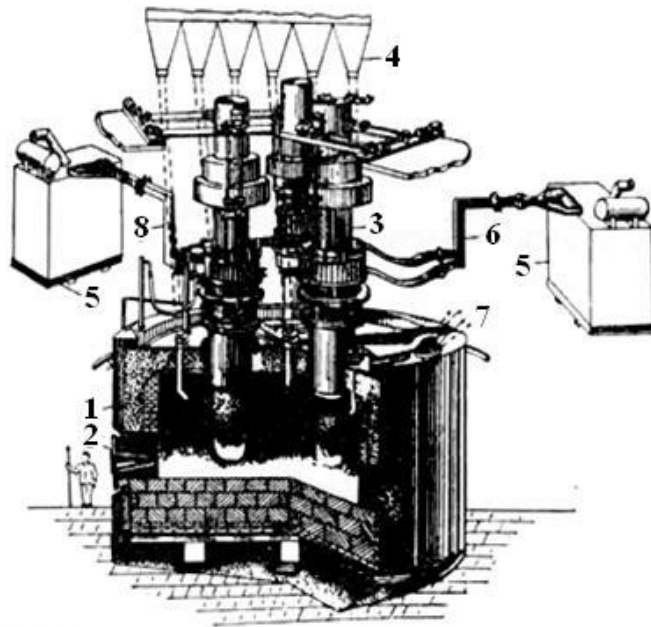
beriladi. Shixta tarkibini hisoblashda fosforit (F) va kvartsit (K) nisbati tanlangan kislotalilik moduli va undagi CaO, MgO, SiO₂ va Al₂O₃ miqdori bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{K}{F} = \frac{M_k [CaO + MgO]_f - [SiO_2 + Al_2O_3]_f}{[SiO_2 + Al_2O_3]_k - M_k [CaO + MgO]_k}$$

Bunda MgO ni bog'lash uchun qo'shimcha miqdordagi SiO₂, Al₂O₃ ga esa shunga o'xshash flusda bo'lgan SiO₂ talab etilishini hisobga olish kerak. Agarda tabiiy fosfat tarkibidagi kremnezem miqdori yetarlicha bo'lmasa, shixtaga qo'shimcha miqdordagi yirik qum yoki maydalangan kvarts qo'shiladi.

Belgilangan me'yordagi koksning berilishi fosfatning, uglerod dioksidning (CO gacha 80% ga), temir oksidining (80% ga) qaytarilish reaksiyasini va suvning CO va H₂ hosil qilishi orqali (80% ga) parchalanishini hisobga olgan holda amalga oshiriladi; bunda 10% gacha ortiqcha miqdordagi uglerod beriladi.

Kalsiy fosfatning fosforgacha qaytarilishi shixtaga ko'mir yoki grafit elektrodlar tushirilgan uch fazali elektrik pechlarda amalga oshiriladi (10.9-rasm). Qizdirish shixtaning qarshiligi hisobiga elektrodlar orasida hosil bo'ladigan elektr yoyi alangasida amalga oshiriladi. Pechning silindrik g'ilofiga qalinligi 20-25 mm bo'lgan uglerodli po'lat payvandlangan bo'ladi. Pechning ustki va reaksiyon qismlarining orasi ko'mir bloklardan tayyorlangan.



10.9-rasm. Fosforni haydash uchun elektrodleri uchburchakli joylashgan uch fazali elektropech:

1 – pechning g'ilofi; 2 – shlak cho'michli quygichi; 3 – elektrod ushlagich; 4 – shixta komponentlari uchun teshikli bunkerlar; 5 – transformator; 6 – shinalar; 7 – gaz chiqarish qismi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ko‘mir elektrodli uglerodli materiallar – toshko‘mir, koks, elektrodli qoldiqlar va boshqalar aralashmasining toshko‘mir smolasi bilan kuydirilishi orqali tayyorlanadi. Ular bilan 3-4 a/sm² tok zichligida ishlanadi. Grafitli elektrodalarda esa tok zichligi yuqoriroq (7-12 a/sm²) bo‘ladi. Elektrodlar diametri 1,4-1,7 m bo‘ladi.

Elektrodlar suv bilan sovutiladigan metall elektrod ushlagich yordamida pechga mahkamlanadi. Elektrodli materialning shixtaga botib turuvchi qismi reaksiya paytida qatnashib, o‘z-o‘zidan yo‘qolib boradi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan elektrodni chiqarib olib o‘stirib turiladi (boshqasi bilan almashtirib, unisini ta‘mirlanadi). Ko‘p hollarda o‘z-o‘zidan kuyuvchi elektrodlar qo‘llaniladi. Ularning o‘stirilishi reaksiya qismidagi harorat va shixtaga elektrod materiallarini kiritilishi hisobiga amalga oshiriladi.

Fosforni elektrohaydash uchun pechlarning quvvati 25-50 ming kvt va undan katta bo‘ladi. Bunday pechlar vannasining diametri 8,5 m (g‘ilof diametri 10,5 m) gacha yetadi. Ularda sutkasiga 60 t gacha fosfor ishlab chiqariladi. Yuqori quvvatdagi pechlar ishlatilganda fosfor ishlab chiqarishga sarflanadigan energiya kamayadi. Masalan, 5 ming kvt quvvatdagi pechda 1 t fosfor ishlab chiqarish uchun 17,5-18 ming kvt-soat (63-65 ming mj), 25-50 ming kvt quvvatdagi pechda esa energiya sarfi 14-15 ming-soat (50-54 ming mj) gacha kamayadi. O‘rtacha quvvatdagi pechlarda kuchlanishi 170-260 v bo‘lgan o‘zgaruvchan tok tarmog‘idan foydalaniladi. 35-50 ming kvt quvvatli pechlar 300-500 v kuchlanishda ishlaydi.

Pech vannasidagi suyuq ferfosfor va dashqol (shlak) ning harorati 1500°C gacha bo‘lganligi uchun uning ichki yuzasi o‘tga chidamli maxsus materiallar bilan qoplanadi (niqoblanadi). Futirovkalar kimyoviy tarkibi va o‘tga chidamliligi jihatlaridan kislotali, asosli va neytral materiallarga bo‘linadi: kislotali o‘tga chidamli materiallar (kvarsli qum va dinas g‘isht) tarkibida 95% gacha SiO₂ bo‘ladi, kislota ta‘siriga yaxshi chidamli bo‘ladi va 1800°C li haroratgacha o‘tga chidamlidir; asosli o‘tga chidamli materiallar (magnezit kukuni va undan quyilgan g‘isht) tarkibida 93-94% gacha MgO bo‘ladi, ular ishqoriy ta‘sirlarga chidamli va 2200°C gacha bardoshlidir; Pech vannasining pastki qismi shunday usullarda furerovka qilinadi. Xromli g‘isht, giltuproq shamot kukuni va undan quyilgan g‘isht neytral o‘tga chidamli materiallar qatoriga kiradi, ular arzon va 1800°C haroratgacha chidamli bo‘ladi. Pech vannasining yuqori qismi shamotli g‘isht bilan niqoblanadi.

Gazlar pechning yuqori qismidan ~300°C haroratda chiqadi. Pech qopqog‘idagi teshikdan tushiriladigan shixta, shlakni undan chiqishiga mos holda kiritiladi va harorat ta‘sirida dastlab kuyadi, so‘ngra suyuqlanadi hamda shlak va ma‘lum miqdordagi ferfosfor holatida pechdan chiqariladi.

Xizmat ko‘rsatishni osonlashtirish maqsadida yuqori quvvatli pechlarda – elektrodning (ya‘ni, kuchlanish bo‘yicha ish va quvvat doimiyligi), gazlar bosimining va shixta komponentlarini kiritishning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlaridan foydalaniladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Fosfatdan fosforning to'la qaytarilishi haqida *fosforning qaytarilish koeffitsienti* – pechdan gaz bilan birgalikda va ferrofosfat ko'rinishida chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati orqali ifodalangan kattalikdan bilib olish mumkin. Odatda elektropechlardagi fosforning qaytarilish koeffitsienti 0,96-0,97 ga teng. Shixtadagi temir qanchalik kam bo'lsa, *haydalish (vozgonka) koeffitsienti* – gaz bilan chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati shunchalik ko'p bo'ladi. Elektropechlardagi fosforning haydalish koeffitsienti odatda 0,95 atrofida bo'ladi.

Pechdan chiqadigan shlak quyma buyumlar (kimyoviy jihoz detallari, yo'l qurilishi uchun plitkalar va hokazo), shlakli sement va g'ishtlar, issiqlik himoya materiallari va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Shlakning taxminiy tarkibi: 38-44% SiO_2 , 2-5% Al_2O_3 , 0,5-1% Fe_2O_3 , 44-48% CaO , 0,5-7% MgO , 0,5-3% P_2O_5 bo'ladi. Shlak ostida yig'iladigan ferrofosfor – temir fosfidlari (Fe_2P va Fe_2O_3) va unga qo'shimcha sifatida oz miqdordagi boshqa metallar (marganes, xrom va h.o.) ning fosfidlaridan iborat. Uning tarkibida: 21-27% fosfor, 67-73% temir va oz miqdordagi uglerod, kremniy qo'shimchalari bo'ladi. U asosan metallurgiya sanoatida ishlatiladi.

1 t fosfor olishda 10500 kJ/m^3 issiqlik beruvchi $2500-3000 \text{ m}^3$ (normal sharoitda) pech gazi, 25-27 kg ferrofosfor, 10-12 t shlak hosil bo'ladi. Pechdan chiqadigan gaz tarkibida: 0,2-2,15 g/m^3 fosfor bug'lari, 60-85% CO , 3,4-16,5% CO_2 , 6-10% N_2 (% lar hajm bo'yicha), qo'shimcha H_2S va boshqalar bo'ladi.

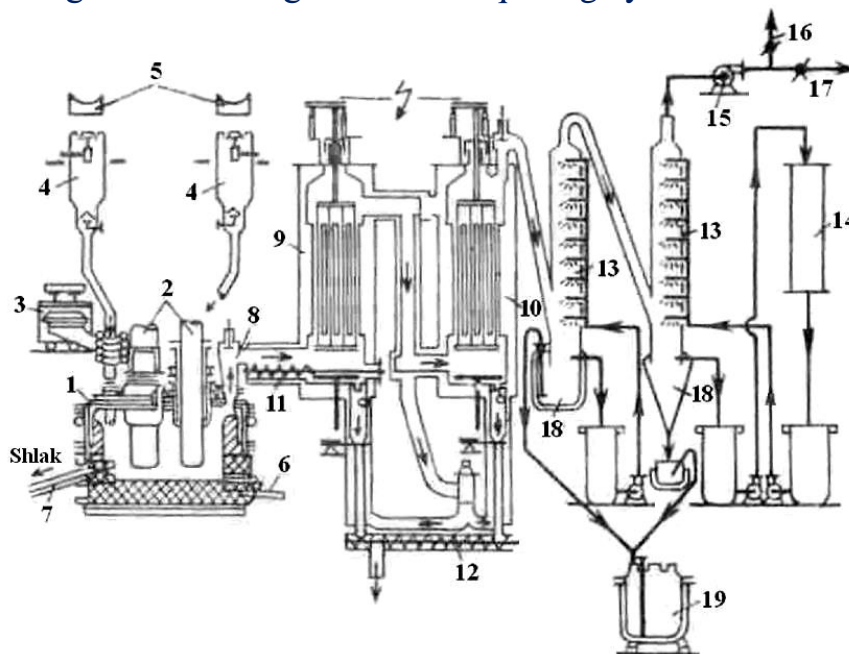
Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri 10.10-rasmda keltirilgan. Elektropech 1 ga shixta tashlash uchun uning tepasiga yuklash bunkerlari (4) joylashtirilgan, ulardan shixta pechning kesim yuzasi bo'yicha bir xilda taqsimlanadi. Shixta yuklash bunkerlariga transporter (5) yordamida uzatiladi. Tashqaridan havo kirishi va uning natijasida fosfor yonishini oldini olish maqsadida, pechda va pechdan chiqadigan gazlar o'tadigan barcha jihozlarda 0,3–0,6 KPa bosim ushlab turiladi. Bunker doimo shixtaga to'ldirilgan va qopqog'i berkitilgan bo'ladi. Uning pastki qismidan esa sexning atmosferasiga zararli pech gazlarini chiqib ketishiga yo'l qo'ymaydigan bufer bo'lib xizmat qiluvchi azot muntazam ravishda berib turiladi.

Pechdan ferrofosfor cho'michli quygichi (6) orqali quyqum ostida yig'iladigan ferrofosfor davriy ravishda (sutkasiga 1-2 marta) temiryo'l iziga o'rnatilgan kovshga quyiladi. Undan yuqoriroqda joylashgan boshqa ikkita shlak juri (lotkasi) (7) orqali muntazam ravishda shlak chiqarilib turiladi.

Pechdan chiqadigan gaz gazyig'gich (8) orqali pech changlaridan tozalash uchun elektrofiltrlarga (9 va 10) o'tadi. Elektrofiltrlar 40000-80000 V kuchlanish bilan ishlaydi. Fosforning kondensatsiyalanishini oldini olish uchun elektrofiltrlardagi harorat 280-300°C da ushlab turiladi. Shu maqsadda elektrofiltrlar va gaz o'tish yo'llarining sirti niqobli g'ishtdan tayyorlangan g'ilof bilan o'raladi. G'ilof bilan elektrofiltrlar orasida o'txona gazlari aylanuvchi bo'shliq bo'ladi va shu orqali elektrofiltrdagi harorat belgilangan darajada ushlab turiladi. Elektrofiltrlardagi harorat

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

avtomatik boshqariladi – issiqlik yetishmaganda qo‘shimcha miqdordagi gaz yoqiladi, uning ortiqchasi esa quvurdan chiqarib yuboriladi. Gaz o‘tish yo‘llarida ushlanib qolgan chang shnek (11) orqali kameraga uzatiladi, u yerda bundan tashqari, elektrofiltrlarda ushlab qolingani ham yig‘iladi. Kameradagi chang shnek (12) orqali chiqariladi. Changni suv bilan qorishtirilib suvli suspenziyaga aylantirilishi yoki to‘g‘ridan-to‘g‘ri mineral o‘g‘it ishlab chiqarishga yuborilishi mumkin.



10.10-rasm. Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri:

1 – elektropech; 2 – elektrodlar; 3 – transformator; 4 – yuklash bunkeri; 5 – transporter; 6 – ferrofosfor cho‘michli quygichi; 7 – shlak juri; 8 – gazyig‘gich; 9, 10 – elektrofiltrlar; 11, 12 – chang uchun shneklar; 13 – kondensatorlar; 14 - bug‘ ejeksiyali qurilma; 15 – gaz haydagich; 16 – gazni yoqish quvuri; 17 – gaz o‘tkazish quvuri; 18 – suyuq fosforni yig‘gich; 19 – suyuq fosforni saqlagich.

Elektrofiltrdan chiqayotgan 250-300°C haroratdagi gaz, aylanma suv bilan tomchilatish ta‘minlangan vertikal holatdagi minora – fosfor kondensatorlariga (13) o‘tadi. Kondensatsiya qurilmasi ikki: «qaynoq» va «sovuq» bosqichdan iborat. Gaz «qaynoq» kondensatorida spiralsimon traektoriya bo‘yicha pastdan yuqoriga harakatlanadi va u yerda forsunkalardan tushayotgan suv tomchilarining bug‘lanishi natijasida va jihoz sirtidagi aylanma suv hisobiga soviydi. «Qaynoq» kondensatorida pech gazlari tarkibidagi fosforning 99% i kondensatlanadi. Gazni sovutish va fosforni yuvish uchun suv yopiq kontur: fosfor yig‘gich – nasoslar – o‘tkazuvchi quvurlar – forsunka – fosfor yig‘gich bo‘yicha aylanadi.

Pech gazi, tarkibidagi fosforni yanada ko‘proq ajratib olinishini ta‘minlash maqsadida «qaynoq» kondensatoridan «sovuq» kondensatorga uzatiladi. Bu kondensatorida bug‘ ejeksiyali qurilma (BEQ) (14) yordamida sovutilgan aylanma

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

suvdan foydalaniladi. «Sovuq» kondensatorlarda gaz harorati 17°C gacha pasayadi va bunda fosforning ajralish darajasi 99,95% gacha yetadi.

Kondensatorlardagi aylanuvchi suv vaqti-vaqti bilan neytrallab turiladi, chunki gaz tarkibidagi kislotali oksidlarning gidrolizi va SiF₄ ning gidrolizi hisobiga H₂SiF₆ ning hosil bo'lishi natijasida suvning kislotaliligi ortib ketadi va jihozlarning korroziyalanishi kuchayadi. Neytrallash uchun soda eritmasi yoki ammiakli suv ishlatiladi.

Pech gazi kondensatordan gaz haydagich (15) orqali chiqarib yuboriladi. Fosfordan tozalangan gaz yoqilg'isi sifatida foydalanilishi yoki yoqilg'isi yondirgichda (16) yoqib yuborilishi mumkin.

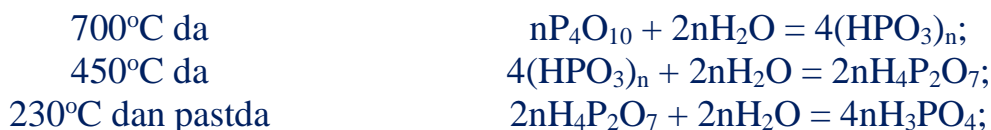
Belgilangan Davlat standarti talablariga muvofiq A, B va C markadagi mahsulot sifatidagi fosfor ishlab chiqariladi. Ulardagi fosfor miqdori, mos holda (kam emas): 99,9; 99,5 va 94,5%. C markali mahsulot tarkibida fosfor miqdorining kam bo'lishi uning tarkibida 5% gacha quyqum borligi bilan izohlanadi.

Aglomeratsiyalangan 0–10 mm sinfli mayda fraksiyadagi fosfat xomashyosini qayta ishlash natijasida 1 t fosfor olish uchun quyidagi ma'lumotlar olingan:

Sarf koeffitsientlari		Qo'shimcha mahsulot va chiqindilar	
Fosfatli xomashyo (21,5% P ₂ O ₅)	13,2 t	Dashqol (shlak)	9,6 t
Kvarsit (95% SiO ₂)	0,8 t	Ferrosfosfor	0,11 t
Koks (84% C)	2,6 t	Pech gazi (n.sh.)	2700 m ³
Elektrod massa	70 kg	Chang	0,2 t
Aylanuvchi suv	540 m ³	Quyqum, 30%	
Bug'	4,44 gj	namlik bilan	0,15 t
Tabiiy gaz	216 m ³		
Qisilgan havo (n.sh.)	150 m ³		
Inert gaz – azot (n.sh.)	500 m ³		
Pech elektroenergiyasi	14000 kvt·s		
Texnologik elektroenergiya	16500 kvt·s		

Termik fosfat kislotaning olinishi

Termik fosfat kislota elementar fosforning oksidlanishi (yondirilishi) va hosil qilingan mahsulotlarni gidratlanishi natijasida olinadi. P₄O₁₀ ning gidratlanishi bosqichma-bosqich meta-, di- va ortofosfat kislotalar hosil bo'lish bilan boradi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Gidratatsiyaning umumiy tenglamasi:



tenglama orqali ifodalanadi.

1 kg fosforning yonishida ajraladigan issiqlik miqdori 23614 kJ ni, gidratlanishi natijasida esa 3035 kJ (yoki 1 kg H_3PO_4 ga 1017 kJ) ni tashkil etadi. H_3PO_4 ni mahsulot kislotasi konsentratsiyasigacha suv bilan suyultirilganda qo‘shimcha miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Texnik termik kislotada 73% dan kam bo‘lmagan H_3PO_4 bo‘ladi.

Termik fosfat kislotada ikki: bir bosqichli va ikki bosqichli usullar bilan olinishi mumkin. Bir bosqichli usul pechdan chiqayotgan gazni (fosfor bug‘larini oldindan kondensatlanmasdan) yoqish va hosil bo‘lgan P_4O_{10} ni gidratlanishiga asoslangan. Bu usulning soddaligiga qaramay, kam qo‘llaniladi, chunki pech gazi tarkibidagi fosfor bug‘larining konsentratsiyasi oz bo‘lganligi sababli uni qayta ishlashda juda yirik, katta o‘lchamdagi jihozlar talab etiladi. Bundan tashqari, gaz tarkibidagi begona qo‘shimchalar (chang) hosil qilinadigan kislotani ifloslantiradi. Bu usulning asosiy kamchiligi shundaki, fosfor pechi va fosfat kislotada olish tizimlari bir vaqtda ishlashi talab etiladi.

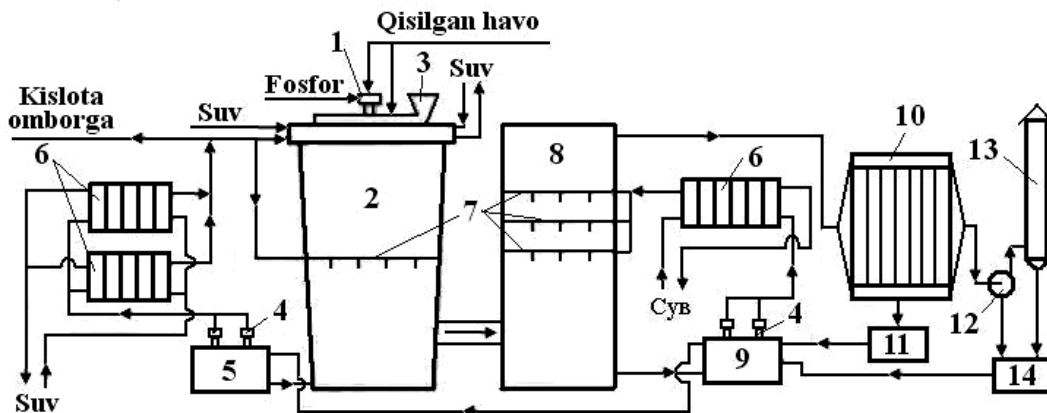
Termik fosfat kislotada asosan ikki bosqichli usulda, ya’ni fosfor pechi tarkibidagi gazdan fosforni kondensatlash va so‘ngra uni fosfat kislotaga aylantirish orqali ishlab chiqariladi. Bunda toza holdagi kislotada olinadi va fosforning kondensatlanishidan keyingi qolgan yuqori kaloriyalik gazdan foydalanish imkoniyati yaratiladi.

Fosforning oksidlanishi va P_4O_{10} ning gidratlanishi natijasida katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi va undan hozircha foydalanilmaydi. Tizim issiqlik ajratish usullari bo‘yicha sirkulatsion (sovituvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) va bug‘latgichli (bug‘lanuvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) ishlab chiqarishga bo‘linadi. Sirkulatsion tizimlar: elektrofiltr yoki skrubberli sirkulatsion bir minorali va sirkulatsion ikki minorali tizim keng tarqalgandir. Odatda, sirkulatsion ikki minorali tizim keng qo‘llaniladi. Bug‘latgichli tizim esa ishlab chiqarishning kelajakdagi istiqboliga daxldordir. Sirkulatsion tizimdan farqli o‘laroq, ularda nasos-sovutgichli jihozlarga ehtiyoj yo‘q, shu sababli energetik xarajatlar kam talab etiladi. Lekin ularning asosiy kamchiligi shundan iboratki, minoradagi gidratlanishda suvning bug‘lanishi tufayli hosil bo‘ladigan chiqib ketuvchi gaz hajmining ko‘payishi hisobiga va shuning uchun uning tarkibidagi kislotada tomchilarini ushlab qolishga katta o‘lchamdagi elektrofiltr qurilmalar talab etiladi.

10.11-rasmda sirkulatsion ikki minorali tizimda fosfat kislotada ishlab chiqarish tasviri keltirilgan. Suyuq fosfor ombordan nasos yordamida dozator orqali yondirish minorasining (2) forsunkasiga (1) beriladi. Yondirish minorasi kesik konus (pastki qismi kichrayib boradigan) shaklida bo‘ladi, hosil bo‘lgan kislotada tomchilari minoraning ichki devorlarida bir tekisda tarqalib, yuqqa qavat hosil bo‘lishini

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

ta'minlaydi va suyuqlik pastga devor yuzasidan oqib tushadi. Bu esa minora ichki devorini qaynoq fosfor alangasining yemiruvchilik ta'siridan saqlaydi. Fosfor yonishining nazariy harorati 3500°C atrofida bo'ladi. Ammo, fosforning yonishida ikki hissa ko'p miqdordagi havo ishlatiladi va natijada alanga harorati $2100-1800^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi. Gazning keyingi sovishi kislotadagi suvning bug'lanishi hisobiga ketadi. Havoning ortiqcha miqdorda olinishi fosforning quyi oksidlarini hosil bo'lishini, ularning gidratlanishi natijasida esa mahsulotni ifloslantiruvchi kislotalar (H_3PO_2 , H_3PO_3) hosil bo'lishini olidini olish uchun zarurdir.



10.11-rasm. Sirkulatsion ikki minorali tizimda termik fosfat kislotasi ishlab chiqarish tasviri:

1 – forsunka; 2 – yondirish minorasi; 3 – ikkilamchi havoni uzatish uchun chig'anoq; 4 – yuklash nasoslari; 5 – yondirish minorasi aylanuvchi kislotasining yig'ichi; 6 – plastinkali issiqlik almashtirgich; 7 – kislotali forsunka kanal (kollektor) lari; 8 – sovutish-gidratlash minorasi; 9 – sovutish-gidratlash minorasi aylanuvchi kislotasining yig'ichi; 10 – elektrofiltir; 11 – kislotasi yig'ichi; 12 – quyruq gaz ventilyatori; 13 – gaz chiqarish quvuri; 14 – kondensat yig'ichi.

Gaz haroratining yuqori ($800-1000^{\circ}\text{C}$) bo'lishligi hisobiga P_2O_5 ning gidratlanishida dastlab bug' holatdagi metafosfat kislotasi, uning keyinchalik sovutilishi va gidratlanishidan tumansimon ortofosfat kislotasi hosil bo'ladi. Fosforning changlanishi forsunkaga keluvchi bug' bilan $70-80^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan birlamchi qisilgan havo yordamida amalga oshiriladi. Ikkilamchi havo yondirish minorasiga chig'anoq (3) orqali yuboriladi. Fosforning oksidlanishidan ajraladigan issiqlik minora tomi qismidan uzatiladigan aylanuvchi suvga hamda yig'ich (5) va issiqlik almashtirgich (6) orqali minoraning yuqorisiga $46-50^{\circ}\text{C}$ haroratda yuklash nasosi (4) yordamida quyiladigan aylanuvchi fosfat kislotaga yuttiriladi va bu suyuqliklar minoraning devorlaridan yupqa qavat hosil qilgan holda oqib tushadi. Bundan tashqari, kislotasi minora ichida joylashtirilgan uch qavat kislotali forsunkalarda (7) sachratiladi. Issiqlik almashtirgichda (6) sovutilgan kislotaning bir qismi omborga tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Yondirish minorasida 60% gacha P_4O_{10}

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

absorbsiyalanadi, qolgan qismi esa – yig‘gich (9) va issiqlik almashtirgich (6) orqali aylanuvchi kislota bilan sovutish-gidratlash minorasi 8 da ushlab qolinadi (ular da kislota harorati 25-27°C gacha pasayadi). Yig‘gichdagi (9) kislota yig‘gich (5) orqali aylanuvchi kislota qo‘shiladi.

Sovutish minorasiga kiruvchi gaz harorati 85–100°C, chiquvchi gaz harorati esa 45-55°C bo‘ladi. Bu minoradan chiquvchi gaz tarkibida 50 g/sm³ (normal sharoitda) fosfat kislota tumani holatidagi P₂O₅ bo‘ladi. Uni elektrofiltrda (10) tutib qolinadi. Umumiy tutib qolish darajasi 99,9% ni tashkil etadi. Elektrofiltrdagi kislota yig‘gichga (11), undagi esa yig‘gichga (9) oqib tushadi. Quyruq gaz ventilatori (12) yondirish minorasidagi ikkilamchi havoni so‘rib oladi va uni gaz chiqarish quvuriga (13) atmosferaga chiqarib yuborish uchun purkaydi. Atmosferaga chiqariluvchi gaz tarkibida 80 mg/sm³ dan kam miqdordagi (normal sharoitda) P₂O₅ bo‘ladi. Quyruq gaz ventilatori va gaz chiqarish quvuridagi kondensat yig‘gichga (14) oqib tushadi.

Yondirish va sovitish minoralari polietilen, diabraziv plitka va kislota bardosh g‘ishtlar bilan himoyalangan metall qobiqqa ega bo‘ladi. Yondirish minorasining o‘rtacha diametri 5 metr, balandligi esa 13 metr bo‘ladi. Sovutish minorasi 3,2 metr diametrga, 13 metr balandlikka ega va unda ikki qator Rashig halqali to‘ldirgich bor. Elektrofiltr 40-90 ming v kuchlanishdagi doimiy tok manbaiga ulanadi.

Bayon etilgan sistema yiliga 60 ming t 100% li H₃PO₄ ishlab chiqarish unumdorligiga egadir. Unda 2,5-3 tonna/soat fosfor qayta ishlanadi. 1 tonna termik fosfat kislota (100% li H₃PO₄ hisobida) ishlab chiqarish uchun 0,32-0,33 tonna sariq fosfor sarflanadi.

Termik fosfat kislota tarkibida juda oz miqdordagi begona qo‘shimchalar bo‘ladi: SO₃, R₂O₃, Pb, F, SiO₂ ning miqdori foyizning yuz yoki mingdan bir ulushini, As ning miqdori esa 0,002-0,004% ni tashkil qiladi.

Superfosfat kislota (76% P₂O₅ yoki 105% H₃PO₄) ishlab chiqarish ham xuddi oddiy fosfat kislota (62% P₂O₅ yoki 85% H₃PO₄) ishlab chiqarish kabi – suyuq fosforni yondirilishidan hosil bo‘lgan gazni gidratlanish minoralarida sovutishdan iborat. Lekin bu minorada suvdan tashqari qo‘shimcha fosfat kislota ham purkaladi va uning aylanma harakati ta‘minlanadi. Superfosfat kislota qovushqoqligining katta miqdor bo‘lishligi sababli issiqlik almashinish intensivligi kam bo‘ladi va shuning uchun kislota uchun ko‘p miqdordagi sovutgichlar talab etiladi. Shu sababli, kislotalarni uzatishda markazdan qochma nasoslar o‘rniga rotatsion nasoslardan foydalaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Fosforning qanday kislorodli kislotalarini bilasiz?
2. Fosfat kislotaning fizik xossalarini tushuntiring.
3. Fosfat kislotaning kimyoviy xossalarini tushuntiring.
4. Termik fosfat kislota deganda nimani tushunasiz?
5. Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

6. Sanoatda oq (sariq) fosfor ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
7. Fosfor olish elektropechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
8. Termik fosfat kislota ishlab chiqarish usulini tushuntiring.

11-MAVZU: FOSFORITDAN EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTA OLISHNING NAZARIY ASOSLARI VA TEKNOLOGIK SXEMASI

Reja:

1. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash
2. Ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish

Ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish

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 (EFK) deb yuritiladi. Bu keng tarqalgan fosfat kislota olish usuli mineral o'g'itlar, ozuqali va termik fosfatlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirishning asosiy sharti fosfat kislotadan kalsiy sulfatning yetarli darajada yirik bo'lgan, oson ajraladigan va yaxshi yuviladigan kristallarini ajratib olishdan iboratdir. Bunga jarayonning ayrim bosqichlari uchun jihozlarni oqilona tanlash va ekstraksiyalashda belgilangan texnologik tartibni, ya'ni talab etiladigan (gips, yarimgidrat yoki angidrit) shakldagi kalsiy sulfatning cho'ktirilishini va belgilangan konsentratsiyadagi mahsulot sifatidagi fosfat kislota olishni ta'minlovchi konsentratsiyali, haroratli va boshqa parametrlarni ushlab turish orqali erishiladi.

Ekstraksiyalash jarayonida kalsiy sulfatning fosfat kislotadagi harakatchan suspenziyasini olish, uni aralashtirish va tashish mumkin bo'lishi lozimdir. Tabiiy fosfatni konsentrlangan sulfat kislota bilan to'g'ridan-to'g'ri aralashtirilganda fazalarga ajralishga amalda imkon bermaydigan quyuq suspenziya hosil bo'ladi. Uning harakatchanligini ta'minlash uchun, «*aylanma*» kislota deb ataluvchi – mahsulot sifatidagi fosfat kislotaning bir qismi bilan fosfat kislotadan ajratib olingan fosfatli cho'kma (fosfogips) ni suvda yuvishda hosil bo'ladigan eritmaning aralashmasini resirkulatsiyasi hisobiga suyuq va qattiq fazalarning massa nisbati (S:Q) 2:1 dan 3,5:1 oralig'ida ushlab turiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Resirkulatsiya bilan bog'liq holda fosfatli xomashyodan o'tadigan qo'shimchalarning eritmalarda to'planishi ekstraksiya jarayoni uchun o'ziga xosdir. Qo'shimchalar konsentratsiyasi xomashyo tarkibidan ham, suyuq, gaz va qattiq fazalar orasida taqsimlanadigan tegishli komponentlar tarkibidan ham aniqlanadi. Ishlab chiqarish eritmalarida ishqoriy metall kationlari, magniy, aluminiy, temir kationlar va SO_4^{2-} , F^- , SiF_6^{2-} anionlar qo'shimchalarining mavjud bo'lishi sulfatli cho'kma va mahsulot kislotasining xossasini yetarli darajada o'zgartiradi.

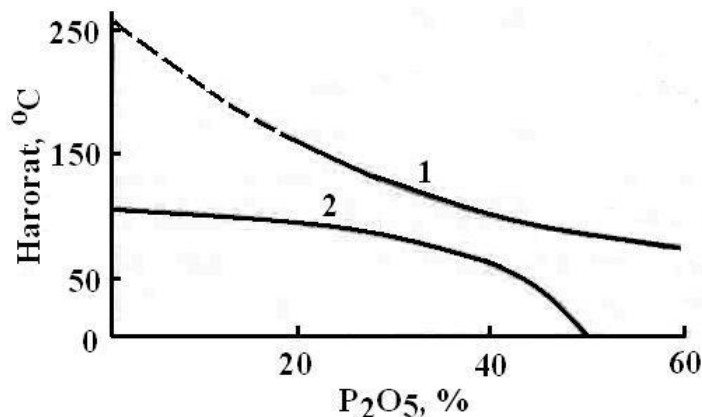
Ekstraksiyalash jarayonining haroratli va konsentratsiyali parametrlarini tanlash uchun kalsiy sulfat turli modifikatsiyalarining mavjud bo'lish chegaralari va ularning fosfat kislotali eritmalarda bir-biriga aylanish tezligi haqidagi ma'lumotlar asos bo'ladi; bu ma'lumotlar toza eritmalar uchun yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi. Ammo ekstraksion fosfat kislotaning real eritmalarida gips, kalsiy sulfat yarimgidrat va angidriti kristallanish sohalarining aniq chegaralari va ayniqsa, sodir bo'ladigan fazali bir-biriga aylanish tezliklari yetarli darajada o'zgaradi. Masalan, tarkibida 10-25% P_2O_5 bo'lgan fosfat kislotaning toza eritmalarida, 80°C da yarimgidratning katta qismi sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblanadi va 1,5-2 soat mobaynida gipsga aylanadi. Temir fosfatlari, kremnezem kabi qo'shimchalar bu jarayonni sezilarli darajada kuchaytiradi. Hosil bo'lgan gips tarkibida 10% dan kam P_2O_5 bo'lgan eritmalarda bir necha oy va 25% dan kam P_2O_5 bo'lgan eritmalarda bir necha kun mobaynida metastabil (stabil faza – angidrit) shaklda mavjud bo'la oladi. Ekstraksiyalash sharoitiga mos holda, suyuq faza suspenziyasi tarkibida 25-30% P_2O_5 , harorat 70-80°C va massaning reaktorda turish vaqti 5-8 soat bo'lganda ajratiladigan cho'kma stabil angidrit emas, balki metastabil digidrat shaklda namoyon bo'ladi.

Shunday qilib, ekstraksiyalashda ajratiladigan kalsiy sulfatning gidratatsiya darajasi stabil shakllarga mos kelmasligi mumkin va u jarayonni o'tkazilish aniq sharoitiga bog'liqdir. 11.1-rasmda tasvirlangan diagrammada kalsiy sulfatni amaliy gidratatsiya darajasining ekstraksiya usuli (rejimi) – fosfat kislotaning konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Egri 2-chiziqdan pastki sohada kalsiy sulfat gips shaklida, egri 1-chiziqdan yuqorida angidrit shaklida, ular orasidagi sohada esa yarimgidrat shaklida ajraladi.

Shunga mos holda fosfat kislotani ekstraksiyalashning uchta: *digidratli*, *yarimgidratli* va *angidritli usullari* bir-biridan farqlanadi. Digidratli usul keng tarqalgan bo'lib, uni 65-80°C haroratda o'tkaziladi va tarkibida 30-32% gacha P_2O_5 bo'lgan kislota olinadi. 90-105°C haroratda amalga oshiriladigan yarimgidratli usulda 50% gacha P_2O_5 bo'lgan kislota ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Ekstraksiyalashning kombinatsiyalashgan yarimgidrat-digidratli usullari yanada kengroq tarqalmoqda, unda dastlab yarimgidrat hosil qilinadi, so'ngra, suspenziyani suyultirish va sovutish orqali uni gipsga qayta kristallantiriladi. Bunday usullar xomashyodan unumli foydalangan holda yuqori konsentratsiyali (50% gacha P_2O_5)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

kislota olish imkoniyatini yaratadi. Angidridli rejim yuqori haroratda jihozlarning korroziyalanish xavfi katta bo'lganligi va kalsiy sulfatning mayda kristallaridan fosfat kislota va yuvuvchi eritmaning o'tishi qiyinligi tufayli filtrlanishning yomonlashishi sababli hozircha qo'llanilmaydi. Bu qiyinchiliklarni bartaraf etish bo'yicha izlanishlar o'tkazilmoqda.



11.1-rasm. Harorat va eritmadagi P₂O₅ miqdorining ajratiladigan kalsiy sulfat cho'kmasining amaliy gidratlanishiga ta'siri.

Ekstraksiyalashda hosil bo'ladigan kalsiy sulfat kristallarining shakli va o'lchami – cho'kma qatlamining filtrlash xossasini belgilab beradi, shunday ekan, uning fosfat kislotadan yuvilish samaradorligi haroratga va kislota konsentratsiyasiga, to'yinishning pasayish darajasi va sharoitiga bog'liqdir. Ular ham, shuningdek, eritmadagi Ca²⁺ va SO₄²⁻ ionlarining nisbatiga va magniy, aluminiy, fluor birikmalari kabi qo'shimchalarning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Ca²⁺ ionlari ortiqcha bo'lganda gips uzunligi 20-80 mkm bo'lgan yupqa ignasimon shaklda ajraladi; SO₄²⁻ ionlari ortiqcha bo'lganda esa, aksincha, gips kristallarining o'lchami eniga 100 mkm gacha va bo'yiga bir necha yuz mikrometrgacha yetadi.

Yirik kristalli bir jinsli gips cho'kmasini olish uchun suyuq fazadagi SO₃:CaO molyar nisbati imkoniyat darajasida 1,5-4,0 oralig'ida bo'lishi lozim. Yaringidrat kristallantirilishida u stexiometrik nisbatga yaqin bo'lishi kerak, angidridda esa 10-15 ga teng bo'dadi. Ko'rsatib o'tilgan modifikatsiyalarga mos holda eritmadagi SO₃ 1,5-2,5; 0,8-1,2%; 2,5-4,5% bo'lishi optimal hisoblanadi. Gipsning kristallanishini iloji boricha kamto'yingan eritmadan kristallanishini ta'minlash lozim. Bu shart-sharoitlar suspenziyaning intensiv aralashtirilishini, uning resirkulatsiyasini (boshlang'ich komponentlarni kiritish qismiga qaytarish), sulfat va aylanma fosfat kislotalarni oldindan aralashtirishni va boshqa yo'l-yo'riqlarni amalga oshirish yo'li bilan ta'minlanadi. Ekstraksiyalashning digidratli usulida esa, aksincha, ixcham sharsimon kristallar bo'laklari hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan yuqori to'yinuvchanlik ushlab turiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kalsiy sulfatning kristallanishiga eritmadagi qo‘shimchalar ham ta‘sir etadi. Kristallanishga eritmada $(AlF_n)^{(3-n)+}$ turidagi kompleks ionlar hosil qiluvchi aluminiy va fluor birikmalari kabi qo‘shimchalar yanada ko‘proq ta‘sir qiladi; $(AlF_n)^{(3-n)+}$ kompleks ionlari kristallarning ma‘lum tomonlariga so‘rilib, izometrik yassi gips kristallari va oltiqirrali yarimgidrat prizmalari ajralib chiqishiga sabab bo‘ladi.

Suspenziyaning suyuq fazasida sulfatlar miqdorini optimal darajada ushlab turish mahsulot kislotasiga yuqori darajadagi P_2O_5 o‘tishiga erishishda muhim sharoit hisoblanadi. Sulfatlar konsentratsiyasining pasayishi natijasida fosfat minerallarining parchalanish darajasi va tezligi kamayadi, shu bilan birgalikda SO_4^{2-} va HPO_4^{2-} ionlarining radiuslari yaqin bo‘lganligi sababli kalsiy sulfat kristall panjarasiga kalsiy fosfatlarning o‘rinlashishi (« P_2O_5 egallash») ortadi. Erkin sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi P_2O_5 egallashni kamaytiradi, ammo fosfat zarrachalari sirtida diffuziyalanish va parchalanishni pasaytiruvchi kalsiy sulfatning quyqali mustahkam qatlam hosil qilib, kristallanishiga olib keladi. Shuning uchun amaliyotda parchalanishga ulgurmay qoladigan xomashyo, P_2O_5 egallash va cho‘kmani vakuum-filtrda to‘la yuvmaslik hisobidan minimal yo‘qotilishga erishish uchun yo‘naltirilgan optimal sulfatli tartib (rejim) tanlanadi.

Ekstraksiyalashning optimal sharoitida fosfat minerallarining parchalanish tezligi yetarlicha yuqori bo‘ladi, jarayonning davomiyligi esa kristallanish tezligi va kalsiy sulfat kristallarining o‘sishi orqali aniqlanadi. Amalda ekstraksiyalash davomiyligi xomashyo turi va jarayon tartibiga qarab 4–8 soat ni tashkil etadi. Bu yetarlicha yirik (albatta, cho‘ktirishning optimal sharoitiga amal qilinganda), filtrda oson ajraluvchi kristallar hosil bo‘lishini ta‘minlaydi va reagentlarni qisqa muddatda qo‘shish natijasida yuzaga keluvchi jarayon ko‘rsatkichlariga salbiy ta‘sir etuvchi omillardan yiroq bo‘lishga olib keladi. Jarayon davom etishining kerakli vaqti, tegishlicha reaksiyon hajm (ekstraktor) tanlash va u orqali reaksiyon massa (suspenziya) ning sekinlik bilan, ammo shiddatli aralashirilgan holda o‘tishi hisobiga ta‘minlanadi. Reaksiyon hajm sifatida bir, ikki va undan ortiq sondagi reaktorlar ishlatiladi. Masalan, aralashtirgichlar bilan ta‘minlangan va to‘siqlar bilan ajratilgan bir necha bo‘linmalardan iborat to‘g‘ri burchakli katta rezervuar shaklidagi bir bankali ekstraktor; bo‘linmalarga ajratilgan yoki to‘siqsiz 2-8 silindrik ekstraktorlardan iborat pog‘onali qurilma (kaskad) kabilardan foydalaniladi.

Ekstraktorlar, aralashtirgichlar, o‘tkazuvchi quvurlar, nasoslar va boshqa jihozlar qaynoq fosfat kislota ta‘siri (korroziyasi) dan va suspenziyani aralashishi hisobiga yuzaga keladigan ishqalanish ta‘sirida yemirilish (eroziya) dan himoya qilingan bo‘lishi lozim.

Fosfatli xomashyo, sulfat va aylanma fosfat kislota me‘yorlashtiruvchi qurilmalar va nasoslar yordamida ekstraktorning birinchi bo‘linmasiga uzatiladi. Dastlabki aralashmada fosfat kislota ham bo‘lganligi sababli:



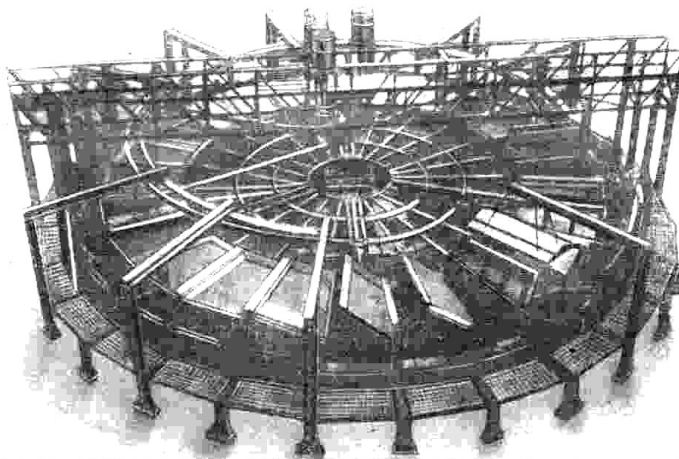
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya ham sodir bo‘lishi mumkin. Hosil bo‘ladigan monokalsiyfosfat sulfat kislota bilan qayta ishlanib, kalsiy sulfat kristallantiriladi. Ekstraktorning birinchi bo‘linmasiga, shuningdek, oxirgi yoki undan oldingi bo‘linmadan suspenziyaning birtalay qismi qaytariladi – bu esa to‘yinishing kamayishini va kalsiy sulfatning kristallanish sharoiti yaxshilanishini ta‘minlaydi. Ekstraktorning gazli bo‘shlig‘idan xomashyoni parchalanishi natijasida ajraladigan ftorli gazlar absorpsion sistemaga so‘rib olinadi, u yerda H_2SiF_6 ning suvli eritmasi bilan tutib qolinadi.

Ekstraktorning oxirgi bo‘linmasidan kalsiy sulfatning fosfat kislotali suspenziyasidagi komponentlarni ajratish uchun filtrlashga yuboriladi. Fosfogipsni reaksiyon massa suyuq fazasidan ajratish natijasida – asosiy filtrat, fosfogipsni suv bilan yuvish natijasida esa – *yuvindi filtrat* hosil qilinadi. Asosiy filtratning bir qismi tayyor mahsulot sifatida chiqariladi, qolgan qismi esa yuvindi filtrat bilan aralashiriladi va *aylanadigan eritma* tarzida ekstraktorga qaytariladi. Yuvish soniga bog‘liq holda turli konsentratsiyadagi bir necha filtratlar hosil bo‘ladi. Yuvish soni bo‘yicha filtrlash sxemasi nomlanadi, masalan, uch-, to‘rt filtratli va hokazo.

Fosfogipsning ajratilishi va yuvilishi barabanli lentali, aylanuvchi konveyer-tarnovli (karuselli) va boshqa vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi. Filtrlarga qo‘yiladigan asosiy talab bu fosfat kislotadan cho‘kmani yaxshi yuvib olishni ta‘minlashdir.

Ko‘pincha katta quvvatdagi ekstraksiyon sistemalarda tarnovli karusel vakuum-filtrlar qo‘llaniladi (11.2-rasm). U alohida-alohida 24 tarnovdan iborat va ularning tag qismiga filtrlovchi to‘qima yotqizilgan bo‘ladi. Tarnov uzunligi 1,9 metrni, eni – ichki bo‘linmasida 0,9 metrni, tashqi bo‘linmasida esa 1,2 metrni va chuqurligi 0,2 metrni tashkil etadi. Tarnovlar aylanma rels bo‘yicha harakatlanadigan g‘ildirakli aravachalarga o‘rnatilgan bo‘ladi.



11.2-rasm. Tarnovli karusel vakuum-filtr.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ikki tarna – biri tarna bilan birgalikda aylanuvchi harakatchan va ikkinchisi tegishli vakuum-yig'gichlardagi qo'zg'almas golovkalar yordamida filtratlar so'rib olinadi. Har bir tarna filtrlash va yuvish doirasi (zonasi) dan o'tgandan so'ng, fosfogips qatlamini to'kish uchun avtomatik suratda ag'dariladi. Filtrlovchi to'qima yuviladi va havo bilan quritiladi. So'ngra tarna yana ishchi holatga keladi va asosiy filtrlash doirasiga ko'chadi. Filtrlash yuzasi 40-100 m² ga teng. Bu filtrning afzalliklaridan biri – cho'kmani minimal miqdordagi suv bilan yuvish mumkin.

Vakuum-filtrlarda fosfogipsni ajratishda 1 m² filtrlash yuzasidan bir soat ichida 500-800 kg gips cho'kmasi yoki 1000-1400 kg yarimgidrat ajratiladi (quruq massa hisobida). Fosfogipsning gigroskopik namligi 35-40% ni tashkil etadi. Olinadigan (quruq) fosfogipsning miqdori fosfatning navi va kalsiy sulfatning gidratlanish darajasiga bog'liq holatda qayta ishlanadigan tabiiy fosfat massasining 120-160% ni tashkil etadi. Apatitning qayta ishlanishida kalsiy sulfat yarimgidratining unumi 140% ni, digidratining unumi esa 160% ni tashkil qiladi. Yuvilgan sulfatli cho'kma filtrlash sexidan «quruq» holatda transportyor, avtomashina va boshqalar yordamida yo'qotiladi yoki suv bilan qorishtirilib nasos yordamida chiqindi hovuzlariga haydaladi.

Qorotog', shuningdek, ayniqsa, Qizilqum fosforitlari tarkibida magniy, aluminiy va temir birikmalari singari qo'shimchalar ko'p bo'lganligi uchun ekstraksiyalash jarayonida bir talay qiyinchiliklar kelib chiqadi, ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari birmuncha pasayadi va chiqindi fosfogipsning solishtirma hajmi ko'payadi.

Hozirgi paytda butun dunyo sanoatlari amaliyotida sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonining kalsiy sulfatni cho'ktirish tartibi va texnologik sxemalar alohida bo'g'inlarining uskunali jihozlanishi: boshlang'ich reagentlarni me'yoriy kiritish, reaksiyon suspenziya olish, uning haroratini boshqarish, ajralib chiqadigan ftoqli gazlarni zararsizlantirish, suspenziyani ajratish va sulfatli cho'kmani yuvish, uni chiqindixonaga yo'qotish bilan farqlanuvchi bir necha o'nlab variantlari ishlab chiqarishga tatbiq etilgan.

Nazorat uchun savollar

1. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
2. Ekstraksiyon fosfat kislota deganda nimani tushunasiz?
3. Ekstraksiyon fosfat kislota olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
4. Ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarishning qanday usullarini bilasiz?
5. Tarnovli karusel vakuum-filtrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

**12-MAVZU: EFK OLISHNING YARIMGIDRATLI VA YARIMGIDRAT-
DIGIDRATLI USULI. FOSFAT KISLOTANI KONSENTRLASH**

Reja:

1. Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli usuli.
2. Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli.
3. Markaziy Qizilqum fosforitlaridan ftorsizlangan ekstraksion fosfat kislota olish.
4. Fosfat kislotani konsentrlash.

Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli usuli

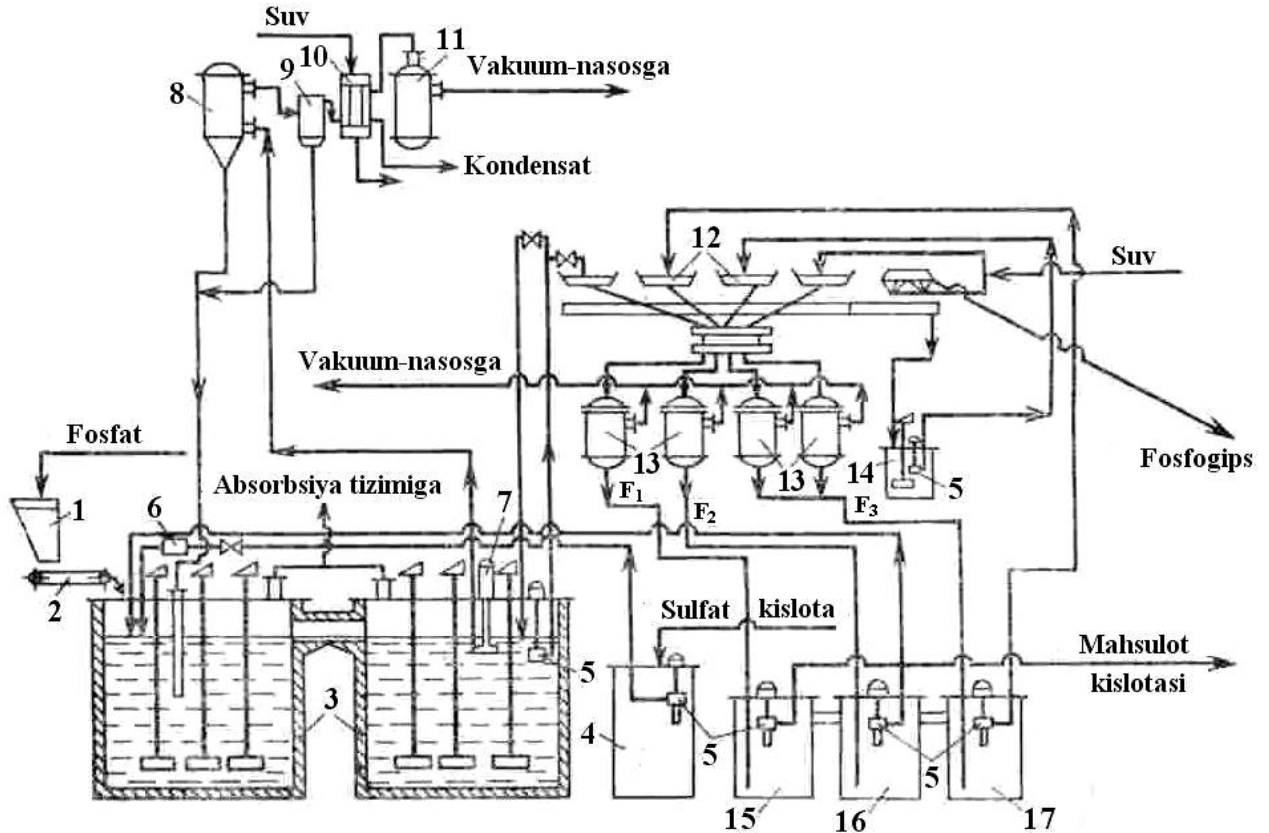
Jahon amaliyotida (shu bilan birgalikda bizning mamlakatimizda ham) ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish nisbatan sodda va ishonchli bo'lganligi sababli ko'pchilik hollarda digidratli usulga asoslangan. O'zbekistondagi «Ammofos-Maxam» AJ (Olmaliq) texnologik sistemasi har bir navbatining loyiha quvvati 136 ming t/yil P_2O_5 ga teng. Bu ishlab chiqarish korxonasi Markaziy Qizilqum fosforitlaridan ekstraksion fosfat kislota va undan ammmofos olinadi.

Shunday quvvat bilan EFK ishlab chiqarishda temir-betonli korpus bilan niqoblangan to'g'ri burchakli o'n seksiyali ekstraktor (ishchi hajmi 740 m^3) yoki ikki bankali (biridan ikkinchisiga suyuqlik o'z-o'zicha oqib tushuvchi va bir-biriga bog'langan ikki silindrik reaktor), aktiv filtrlash sirt yuzasi 80 m^2 (umumiy sirt yuzasi – 100 m^2) bo'lgan tarnovli karusel vakuum-filtr va qo'shimcha jihozlar majmuasidan iborat texnologik tizimdan foydalaniladi. Ekstraktorlarining hajmi 1500 m^3 dan katta va filtr sirt yuzasi 135 m^2 bo'lgan kuchli sistemalar ham ishlatiladi. Ekstraksiya tizimini bundanda kattalashtirish g'oyalari ham mavjuddir.

12.1-rasmda apatit konsentratidan fosfat kislota (28-32% P_2O_5) ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan (shunga o'xshash sxema bo'yicha Qoratog' fosforitidan 20-22% P_2O_5 , Markaziy Qizilqum fosforitlaridan esa 15-18% P_2O_5 konsentratsiyali kislota olinadi). Fosfatning parchalanishi $\sim 900\text{ m}^3$ hajmli ekstraktorda (to'ldirilish koeffitsienti 0,8) amalga oshiriladi. Ekstraktor ZI–35 markadagi xromnikelmolibdenli po'lat (yoki kislotabardosh materiallar bilan himoyalangan St.3) dan tayyorlangan ikkita (diametri 13 metr, balandligi 5,3 metr bo'lgan) silindrik reaktordan tarkib topgan. Har bir reaktorga bitta markaziy propellerli (yo'naltiruvchi apparatning kuraklarini burab quvvati o'zgartiriladigan gidravlik trubinali) va sakkizta trubinali aralashtirgichlar o'rnatilgan bo'ladi. Birinchi reaktorga bunkerdan (1) og'irlik o'lchov me'yorlashtirgich (2) orqali uzluksiz suratda apatit konsentrati kiritiladi. Xuddi shu yerga muntazam ravishda barometrik

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

yig'ichdan (16) botirma nasoslar yordamida aylanma fosfat kislotasi, vakuumbug'latgichli qurilmadan keladigan sirkulatsiyali suspenziya [sirkulatsiyaning qaytarilishi (8÷12):1 nisbatda bo'ladi] va sulfat kislota yuboriladi (sulfat kislotaning bir qismi yoki to'la ikkinchi reaktorga ham berilishi mumkin).



12.1-rasm. Digidratli usulda ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlab chiqarish sxemasi:

1 – fosfatli xomashyo uchun bunker; 2 – og'irlik o'lchov me'yorigi; 3 – ikki bankali ekstraktor; 4 – sulfat kislota saqlagich; 5 – botirma nasoslar; 6 – sulfat kislota saqlagich; 7 – sirkulyatsiyali botirma nasos; 8 – bug'latgich; 9 – tomchi ushlagich; 10 – kondensator; 11 – barbotajli neytrallagich; 12 – karusel vakuum-filtrining tarnovlari; 13 – separatorlar; 14 – filtrli to'qima regeneratsiyasidan hosil bo'luvchi suspenziyaning oraliq yig'ichi; 15, 16, 17 – birinchi (asosiy) filtrat uchun (15), aylanma fosfat kislotasi uchun (16), yuvindi filtrat uchun (17) barometrik yig'ichlar.

Ekstraktordagi suspenziyaning suyuq va qattiq fazalari nisbati, ya'ni $S:Q = (1,7 \div 2,5):1$ da ushlab turiladi. Suspenziya birinchi reaktordan ikkinchisiga oqib tushadi, u yerdan uning asosiy qismi kuchli botirma nasoslar (7) (quvvati $600 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan ikkita nasos) yordamida vakuumbug'latgichga (8) beriladi. Vakuumbug'latgich rezervuardan iborat bo'lib, u yerda vakuumnasos yordamida pastaytirilgan bosim ushlab turiladi. Shu tufayli unga tushadigan suyuqlik go'yoki qizdirilgandagi kabi qaynaydi, natijada esa undan ma'lum miqdordagi suv bug'lanadi. Bu esa haroratning $3-5^\circ\text{C}$ ga kamayishiga olib keladi (haroratning keskin kamayishi

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

mumkin emas). Vakuum-bug‘latgichdan chiqadigan gazlar tomchi ushlagich (9) orqali ustki kondensatorga (10) o‘tkaziladi, u yerda suv bug‘i kondensatsiyalanadi va ftor birikmalarining ma’lum bir qismi ushlab qolinadi. Gazlarni ftdan tozalashning oxirgi bosqichi barbotaj neytrallagichda (11) amalga oshiriladi.

Mahsulot sifatidagi suspenziya tarnovli karusel filtrga kelib tushadi, u yerda uch filtratli sxema bo‘yicha gips ajratiladi va yuviladi. Aktiv sirt yuzasi 80 m^2 bo‘lgan filtr kattaligi: uzunasi – 3,27 metr, ichki eni – 0,97 metr, tashqi – 1,92 metr, chuqurligi – 0,2 metr bo‘lgan tarnovdan iborat. Filtrlovchi material sifatida fosfat kislotaga chidamli bo‘lgan – lavsanli va boshqa sintetik to‘qimalar ishlatiladi.

Gaz-suyuqlik aralashma separatorlarda (13) ajratiladi, ularda vakuum-nasoslar yordami bilan 65–85 KPa li vakuum sharoiti ushlab turiladi. Birinchi filtrat F_1 tayyor mahsulot yig‘gichiga (15) yuboriladi, uning bir qismi aylanma kislotaning barometrik yig‘gichiga (16) quyilish orqali o‘tadi. U yerga, shuningdek, cho‘kmani uchinchi filtrat F_3 bilan yuvishdan hosil bo‘lgan ikkinchi filtrat F_2 ham tushadi. Filtrat F_3 – suspenziya cho‘kmasining filtrli to‘qimani regeneratsiyalashdan (yig‘gich 14) olingan eritma va qaynoq ($60\text{--}70^\circ\text{C}$) toza suv bilan yuvilishi natijasida hosil bo‘ladi (yig‘gich 17). Yuvilgan gips tarnovdan chiqindixonaga, agarda suspenziya shaklida chiqarilsa yig‘gichga yoki «quruq» holda chiqarilsa transportyor lentasiga uzatiladi. Filtratlardagi P_2O_5 miqdori – boshlang‘ich xomashyo sifatida apatit konsentrati ishlatilganda: F_1 da – 28-32%, F_2 da – 22-25%, F_3 da esa – 5-10%; fosforit flotokonsentrati ishlatilganda esa: F_1 da – 21-22%, F_2 da – 14-15%, F_3 da esa – 5-7% bo‘ladi.

Ekstraksiya uchun 93% li sulfat kislota ishlatish afzaldir. Bunda texnologik jarayondagi suv balansi yaxshilanadi – gipsning yuvilishini ko‘p miqdordagi suv bilan amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Natijada chiqindixonaga chiqariluvchi fosfogips bilan yo‘qotiladigan fosfat kislota va zararsizlantirish lozim bo‘lgan oqava suvlar miqdori kamayadi.

Kislota konsentratsiyasining oshirilishi olinadigan fosfat kislotadagi P_2O_5 miqdorini o‘zgartirmaydi, uning konsentratsiyasi yuqorida ta’kidlanganidek, gips kristallanishining optimal sharoiti orqali oldindan belgilanadi. Yanada kattaroq konsentratsiyali sulfat kislota ishlatilganda issiqlik ajralishi (suyultirish issiqligini ortishi hisobiga) keskin ortadi, ammo uni sistemadan ajratib olish talab etiladi.

Digidratli usulda fosfat kislota olishda fosfat xomashyosi tarkibidagi barcha ftdorning (asosan SiF_4 tarzida) 3-5% igina gazli faza bilan ajraladi (~80 foizi mahsulot kislotasiga, 15-17 foizi esa fosfogipsga o‘tadi). Sovutish usuli va ventilatorning uzatishga bog‘liq holda ekstraktordan ajratib olinadigan gaz tarkibidagi ftoridlar konsentratsiyasi, ftdor hisobida $0,2\text{--}2,5 \text{ g/m}^3$ ni tashkil etadi. Ekstraksiya sexida o‘rnatilgan absorbsiya sistemalari, asosan, chiqindi gazlarini tozalash uchun mo‘ljallangan, bunda hosil bo‘ladigan H_2SiF_6 ning kuchsiz eritmaları neytrallash stansiyalariga yuboriladi yoki fosfogipsni yuvish uchun ishlatiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Tabiiy fosfatlardan ekstraksion fosfat kislotaga ishlab chiqarish ko'rsatkichlari analitik ma'lumotlar bo'yicha aniqlanadi: P_2O_5 ning *texnologik unumi* ($K_{unum.}$, %), ya'ni P_2O_5 ning xomashyodan fosfat kislotaga o'tish darajasi apatitni qayta ishlashda – 95-96% ni va turli fosforitlar uchun – 71-94% ni tashkil qiladi. U P_2O_5 ning eritmaga *ajralish koeffitsienti* ($K_{ajr.}$, %) dan 2-3% ga kichikdir. Buni fosfogipsni fosfat kislotadan yuvilishining to'la bo'lmasligi bilan izohlanadi: *yuvilish koeffitsienti* (K_{yuvish} , %) odatda 97-99% ni tashkil etadi. Vaholanki:

$$K_{unum.} = K_{ajr.} \cdot K_{yuvish} / 100 \text{ ga teng.}$$

Ekstraksiyalashning digidratli usulida kislotaga P_2O_5 ning *mahsulotli (xo'jalik) unumi* 93-95% ni tashkil etadi, shunga mos ravishda 1 t P_2O_5 li mahsulotga 2,73-2,65 t apatit (1075-1045 kg P_2O_5) va 2,48-2,45 t (CaO ni bog'lash uchun stexiometrik me'yordagi, ya'ni 1 t apatitga 0,915 t) 100% li sulfat kislotaga sarflanadi. Fosforitlarni qayta ishlashdagi sarf koeffitsientlari apatitlarni qayta ishlashdagiga nisbatan: fosfat bo'yicha 1,5-2,3 marta; fosfat tarkibidagi P_2O_5 bo'yicha 1,02-1,27 marta; sulfat kislotaga bo'yicha 1,2-1,7 marta kattaroqdir. Xomashyo xarajatlari ekstraksion fosfat kislotaga ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 70–80% ni tashkil etadi.

Apatitdan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislotaga tarkibida: 25-32% P_2O_5 ; 1,8-2,8% SO_3 ; 0,1-0,4% CaO; 0,3-0,4% Al_2O_3 ; 0,3-0,5% Fe_2O_3 ; 1,7-2% F bo'ladi.

Ekstraksion fosfat kislotaga tarkibidagi ftor asosan H_2SiF_6 shaklida bo'ladi. Kislotani ftordan tozalash, H_2SiF_6 ni natriy, kaliy, bariy tuzlari bilan cho'ktirish orqali o'tkazilishi mumkin. Odatda 1 l fosfat kilotaga 30-40 g NaCl qo'shiladi.



Reaksiya bo'yicha hosil bo'ladigan kam eruvchan natriy kremneftorid cho'kmaga tushadi va dastlab tindirilib, so'ngra sentrifugalash va filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi. Shunday qilib 75-85% gacha ftorni ajratiladi va fosfat kislotadagi uning miqdori 0,2-0,3% gacha kamayadi. Natriy xlorid bilan ftorsizlantirilgan fosfat kislotaga, ayniqsa, harorat oshirilganda jihozlarning kuchli korroziyalanishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun kislotani bug'latish yo'li bilan konsentrlashga zarurat tug'ilganda, ftorsizlantirish soda yoki natriy fosfat yordamida amalga oshiriladi.

Fosfogips tarkibida ozgina miqdorda yuvilmagan fosfat kislotaga bo'ladi va shuning uchun uni ishlab chiqarishga yaqin hududlardagina mineral o'g'it sifatida foydalanilishi mumkin, chunki ozuqa elementi juda kam bo'lganligi uchun bir joydan ikkinchi joyga tashish iqtisodiy samarasizdir. Fosfogips sho'rxok tuproqlarni gipslashtirishda yoki shuvoq alebastrlari va boshqa quyma qurilish buyumlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. Uning sementli shixta tarkibida termik parchalanishi natijasida sementli klinker va sulfitli gazlarga aylantirilishi mumkin. Sulfit anhidriddan sulfat kislotaga olinadi va shu usul bilan fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotani regeneratsiyalanishi mumkin. Fosfogips, shuningdek, ammoniy sulfat olishda sulfat anioni manbai (sulfat kislotaga o'rniga) vazifasini bajarishi mumkin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Ishlatiladigan joyga fosfogipsni tashishni yaxshilash uchun (va qishki vaqtda tashish paytida muzlab qolmasligi uchun) jo‘natishdan oldin uni 3% dan kam bo‘lgan namlikkacha quritilishi va quritishda hosil bo‘ladigan guvalasimon materialni kukunsimon holatgacha maydalanishi lozim. Hozircha O‘zbekistonda va boshqa chet mamlakatlarda ham fosfogipsdan yirik masshtabda foydalanish yo‘lga qo‘yilmagan – u ishlab chiqarishning to‘planayotgan chiqindisi hisoblanadi. Chunki, fosfogipsga qaraganda, tabiatda keng tarqalgan kalsiy sulfatni qayta ishlash ancha soddadir. Vaqti kelib, bu sanoat chiqindisi ham – kerakli ishlab chiqarish korxonalari uchun eng zarur va qimmatli xomashyo manbasiga aylanishi mumkin.

Fosforitlardan ekstraksion fosfat kislota olishdagi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari apatit konsentratini qayta ishlashdagiga nisbatan pastdir: olinadigan kislota konsentratsiyasi past (21-22% P_2O_5), uning tarkibida ko‘p miqdordagi qo‘shimchalar bo‘lganligi uchun qisman neytrallangan bo‘ladi, nisbatan ko‘p miqdordagi chiqindi – fosfogips hosil bo‘ladi. CO_2 ajralishidan reaksiyon massaning ko‘piklanishi hisobiga ekstraktor hajmidan to‘la foydalanilmaydi, bu esa sistemaning unumdorligini pasaytiradi. Ko‘pik hosil bo‘lishini kamaytirishga xomashyodagi karbonatlarni oldindan parchalash – rudani kuydirish yoki fosforit unini ekstraktorga uzatishdan oldin ozgina miqdordagi kislota bilan namlash orqali erishiladi.

Fosforit flotokonsentratlardan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislota tarkibida: 20-22% P_2O_5 ; 2,2-3,5% SO_3 ; 0,2-0,4% CaO ; 1,8-2,0% MgO ; 0,4-1,2% Al_2O_3 ; 0,4-0,8% Fe_2O_3 ; 1,4-2,1% F bo‘ladi.

Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli

Yarimgidratli usullar ekstraksiyalash jaryonida to‘g‘ridan-to‘g‘ri konsentrlangan fosfat kislota olish yo‘llari bo‘yicha izlanishlar natijasida yaratildi. Ularni amaliyotga tatbiq etilishi shuni ko‘rsatadiki, bunda ular ham afzallikka (reaktor va filtrlash qurilmalarining yuqori intensivlikka egaligi, mahsulot kislotasi konsentratsiyasining 35-48% P_2O_5 gacha ortishi, sulfatli cho‘kma chiqindisining kamayishi), ham yetarlicha kamchilikka egadir (reaksiyon muhit agressivligining ortishi, P_2O_5 va fluor yo‘qotilishining ortishi, nostabil yarimgidrat cho‘kmasining qisman gidratlanishi natijasida filtr tagligiga yopishib qolgan cho‘kmaning o‘sishi hisobiga filtrning yirtilib ishdan chiqishi va hokazo). Bu kamchiliklar birin-ketin bartarf etilmoqda va jahon amaliyotidagi yarimgidratli usulning o‘rni yanada kengaymoqda.

Fosfat kislotani ekstraksiyalashning yarimgidratli jarayoni bir necha sxemalar bo‘yicha amalga oshirilishi mumkin. Ulardan birida barcha reagentlarni reaktorning birinchi bo‘linmasiga kiritish bilan xuddi yuqorida bayon etilgan digidratli usuldagidek jarayon amalga oshiriladi. Yarimgidratning cho‘kishi suyuq faza tarkibida 35-38% P_2O_5 va 1-1,5% SO_3 , harorat 95-105°C bo‘lganda sodir bo‘ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Boshqa xil variantda esa apatitni oldindan 3-4 karra ko‘p miqdordagi konsentrlangan (45-48% P_2O_5) fosfat kislota (birinchi filtrat va aylanma suspenziya) bilan 95-102°C da parchalanadi; olingan monokalsiyfosfat bo‘lgan suspenziya, so‘ngra 92-93% li sulfat kislota bilan qayta ishlanadi. Apatitni parchalash va yarimgidratni kristallantirish bosqichlarining jihazli bo‘linishi natijasida xomashyodan yuqori darajada (97-98,5%) foydalanishga erishiladi va tarkibida: 0,2-0,4% CaO; 0,5-0,8% SO_3 ; 1-1,2% $(Fe,Al)_2O_3$; 1-1,1% F yoki 0,2-0,3% F (suspenziya suyuq fazasini soda yordamida ftorsizlantirish orqali) bo‘lgan konsentrlangan (45-48% P_2O_5) mahsulot kislotasi olinadi.

Yarimgidratli jaryonlarda turg‘un bo‘lmagan kalsiy sulfat cho‘kmasini suv bilan yuvish va sexdan yo‘qotishni ta‘minlash kerak. Ammo uni digidratga o‘tkazish, hattoki suvli suspenziyaga ma‘lum miqdordagi stabilizatorlar [masalan, $Ca(OH)_2$] qo‘shilganda ham sekin kechadi. Bu esa uning uzatilishini suvli suspenziya holatida quvurli gidrouzatgichlarda uzatilishini talab etadi. Suyuq fazadagi P_2O_5 konsentratsiyasi va reaktordagi harorat nisbatan yuqori bo‘lganligi uchun, digidratli jarayonga nisbatan yarimgidratli jarayonlarda ajraladigan gazli fazadagi ftorning miqdori ko‘p bo‘ladi va 15-50% ni tashkil qiladi; uning tutib qolinishi va boshqa maqsadlarda foydalanilishini ta‘minlash lozim bo‘ladi. Umuman olganda, yarimgidratli jarayonlardagi P_2O_5 ning texnologik unumi digidratliga nisbatan 1-2% ga kam bo‘ladi, shunga mos holda mahsulotli unum ham kamayadi.

Keyingi paytlarda jahon amaliyotida *yarimgidrat-digidratli jarayonlar* keng tarqalmoqda. Ularda fosfat rudasi yarimgidrat hosil qilib parchalanadi, so‘ngra u gidratlanadi, ya‘ni digidratga qayta kristallantiriladi. Bu esa kislotaga yuqori unum bilan P_2O_5 ning (98-99%) o‘tishini va keyingi maqsadlarda ishlatish imkoniyatini oshiruvchi, tarkibida juda kam miqdordagi suvda eruvchan P_2O_5 bo‘lgan gips hosil bo‘lishini ta‘minlaydi. Bunday jarayonning yutug‘i shundaki, unda nisbatan yirik zarrachali xomashyolarni kislotaga o‘tadigan P_2O_5 unumini pasaytirmagan holda qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Chunki, yarimgidratning digidratga qayta kristallanish jarayonida ham sulfatli qobiq bilan ajralib qolgan fosfat zarrachalarining parchalanishi davom etadi.

Yuqori haroratni ushlab turish yo‘li bilan yarimgidratning sekin gidratlanishiga qaratilgan yarimgidratli usuldan farqli ravishda, kombinatsiyalashgan jarayonda, tarkibida kam miqdordagi P_2O_5 ushlab qoladigan yirik kristalli (200÷500x40÷80 mkm) gipsning ajralishiga erishilgan holda gidratlanish sharoiti har tomonlama boshqariladi. Kombinatsiyalashgan jarayonning birinchi variantiga: 90-95°C da fosforitning sulfat va aylanma fosfat kislotalar bilan aralashishidagi yarimgidratning cho‘ktirilish, suspenziyaning 50-60°C gacha sovutilish va gipsning kristallanishida kristall markazlari hosil qiluvchi qo‘shimchalar, sulfat kislota va Al^{3+} bilan birgalikda kristall o‘shishini so‘ndiruvchi ftorid-ionlarini bog‘lash maqsadida aktiv kremniy dioksid qo‘shish yo‘li bilan yarimgidratning gidratlantirish jarayonlari kiradi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Gidratlanish vaqti 5-16 s ga teng, yuvilgandan soʻng choʻkmaning tarkibida 1 mol CaSO_4 ga toʻgʻri keladigan 1,8-1,9 mol H_2O , 0,3% umumiy P_2O_5 (digidratli jarayonda esa 0,5-1,5%) va hammasi 0,02-0,08% boʻlgan suvda eruvchan P_2O_5 boʻladi. Yarimgidratning choʻktirilishi va uning gidratlanishi deyarli bir xil tarkibdagi eritmalarda amalga oshiriladi va bayon etilgan usul tarkibida 32% P_2O_5 dan koʻp boʻlmagan konsentratsiyali fosfat kilota olish imkoniyatini yaratadi. 1 t P_2O_5 hisobida mahsulot ishlab chiqarish uchun 2,95 t fosforit (1,03 t P_2O_5), 2,72 t H_2SO_4 , 0,25 t bugʻ, 160 kVt·s elektroenergiya sarflanadi.

Oxirgi yillarda bundanda takomillashgan – mahsulot kislotasini oraliq bosqichda ajratib olishga asoslangan yarimgidrat-digidratli usullari yaratildi. Yarimgidratning choʻktirilishi 90-100°C haroratda 45-50% P_2O_5 boʻlgan eritmalarda amalga oshiriladi, mahsulot sifatidagi konsentrlangan kislota ajratib olgan holda suspenziya filtrlanadi, sentrifugalanadi yoki tindiriladi; choʻkmani, tarkibida: 10-25% P_2O_5 va 5-10% H_2SO_4 boʻlgan eritma bilan qayta boʻtqa holatiga keltiriladi va 55-65°C haroratda yarimgidratning gidratlanishi amalga oshiriladi; uni jarayonga qaytariluvchi suyuq fazadan ajratiladi. Oraliq filtrlash bilan amalga oshiriladigan yarimgidrat-digidratli usulning afzalligi shundaki, bunda: yuqori konsentratsiyali kislota olinadi; yirik zarrachali xomashyolarni ham ishlatish mumkin, bu esa ruda tayyorlash kapital mablagʻlari va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi; nisbatan toza fosfogips hosil boʻlganligi uchun undan xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari kengayadi. Bularning hammasi ikkinchi filtrlash xarajatlarini toʻla qoplaydi.

Yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarda konsentrlangan (35-50% P_2O_5) fosfat kislota ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarning absorbsiyasi SiF_4 ning nisbatan oz miqdordagi HF bilan aralashmasidan mahsulot sifatidagi geksaftorsilikat kislota olish orqali amalga oshiriladi. Bu holdagi gazlarda ftorning konsentratsiyasi 2-10 g/m² ga yetadi, uni ajratib olish mexanik absorberlarda, suzuvchi sharli absorberlarda, shar toʻldirgichli absorberlarda yoki Venturi absorberlarida amalga oshirilishi mumkin. Venturi absorberlari tuzilishi boʻyicha yuqori tezlikdagi gazlarni (20-30 m/s) tozalashda ishlatilishi mumkin, kam gidravlik qarshilikka ega va shuning uchun keng koʻlamda qoʻllaniladi.

Lekin shuni ham taʼkidlash lozimki, tabiiy fosfatlarni ekstraksion fosfat kislota va boshqa mahsulotlarga qayta ishlaydigan sanoatlardagi gazlarni ftor birikmalaridan tozalashda ishlatiladigan sistemalar yer shari sirtidagi havoda CHMK (chegaralangan meʼyordagi konsentratsiya) talablariga javob bermaydi va gazlarni atmosferada yoyilib ketishi hisobiga konsentratsiyasini kamaytirilishi uchun juda uzun (180 metrgacha) moʻrili quvurlar ishlatiladi. Nisbatan murakkab absorbsion tizimli qurilmalar esa ishlab chiqarishni 1,3-1,5 marta qimmatlashishiga olib keladi. Atmosferaga chiqariladigan zaharli chiqindilarni kamaytirish gaz aylanma sikllarini, yaʼni chiqadigan gazlarni asosiy ishlab chiqarish jarayoniga qaytarilishini taʼminlash

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

orqali ham erishilishi mumkin. Masalan, ekstraksiyon fosfat kislotasi sexida absorbsion qurilmadan chiqadigan gaz, ya'ni 60 mg/m^3 gacha qoldiq ftor bo'lgan nam havo ekstraktorga qaytarilishi mumkin, u yerda u qaynoq reaksiyon suspenziya bilan to'qnashadi va ekstraktordagi talab etiladigan darajadagi haroratni ushlab turadi, bug'lanadigan suv hisobiga qiziydi va to'yinadi. Shu yo'l bilan ekstraktordagi ortiqcha reaksiya issiqligi ham chiqarib olinadi. So'ngra, 1 m^3 quruq havo hisobiga $\sim 3 \text{ g}$ ftor to'g'ri keladigan anchagina namlangan gaz yana absorbsion sistemaga keladi, u yerda undan ftor birikmalarining asosiy massasi va suv bug'i ajratib olinadi, sovutilgan geksaftorsilikat kislotasi bilan absorbsiyalashga uzatilishi hisobiga uning harorati yana pasayadi.

Markaziy Qizilqum fosforitlaridan ftorsizlangan ekstraksiyon fosfat kislota olish

Tabiiy fosfatlarni ekstraksiyon fosfat kislotaga qayta ishlash jarayonida, fosfat tarkibidagi ftor gaz, suyuq (EFK) va qattiq (fosfogips) fazalar orasida taqsimlanadi. Digidratli sxema bo'yicha fosfat kislota olishda xomashyodagi (apatit yoki fosforitdagi) 80-85% ftor kislotaga hamda uni keyingi o'g'itlarga qayta ishlashda esa mahsulot tarkibiga o'tadi.

Qishloq xo'jaligidagi o'g'itlarga bo'lgan talabni to'la qondirishda fosforli, ayniqsa kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishning o'sishi tuproq, o'simliklar va suv havzalarining ftor bilan to'yinish xavfi yuzaga keladi. Atmosfera va ochiq suv havzalariga tushadigan hamda tirik organizmlar va o'simlik dunyosida to'planadigan ftor birikmalarining salbiy ta'siri ilmiy izlanishlar natijasida yetarlicha to'la o'rganilgan va ilmiy manbalarda keltirib o'tilgan.

Ftor birikmalari tevarak atrof-muhitga katta zararli ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, ftor nafaqat o'simliklargagina salbiy ta'sir ko'rsatib qolmasdan, balki insonlar va boshqa tirik organizmlarda turli xil jiddiy kasalliklar keltirib chiqaradi. Ko'pgina o'simliklar katta miqdordagi ftorni o'zlashtirib olish xususiyatiga ega. Masalan, 1 kg miqdoridagi choyda 57 dan 1370 mg gacha, paxtada 4500 mg gacha ftor o'zlashtiriladi. Bunda ftor paxta chigitida to'planadi va uning ko'p qismi paxta moyi tarkibiga o'tadi. Tadqiqotlar ko'rsatadiki, tuproqqa, jumladan mineral o'g'itlar bilan ftor tushganda hosildagi ftor miqdori ham ortib boradi.

Ilmiy adabiyotlarda tuproqqa tushadigan ftorning asosiy manbai fosforli o'g'itlar hisoblanishi ko'rsatib o'tilgan. Masalan, apatit yoki fosforitlar tarkibida, mos holda, o'rtacha 3,0 va 2,7% ftor bo'ladi. Markaziy Qizilqum fosforitlari asosida ishlab chiqariladigan ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) tarkibida 1,2% atrofida ftor bo'ladi. Kislotadan ishqoriy metallar yordamida kremneftoridlar tarzida cho'ktirish usuli katta samara bermaydi, chunki EFK tarkibida kislotada eriydigan kremniy birikmalari amalda juda ham kam miqdorda bo'ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Markaziy Qizilqum fosforitlari asosidagi EFKni natriy sulfat yoki digidrofosfat yohud metasilikat bilan ftorsizlantirish jarayoni ayrim tadqiqotchilar tomonidan atroflicha o'rganilgan va ftorsizlanish darajasini 38-40% dan 80-85% gacha oshirish mumkinligi ko'rsatib o'tilgan hamda EFKni ftorsizlantirish texnologiyasi yaratilgan.

Ilmiy manbalarda ftorsizlangan EFKni Markaziy Qizilqumning boyitilmagan xomashyosi, kalsiy karbonati va oksidi, yuvib boyitilgan fosforitlari bilan sulfatsizlantirish bo'yicha materiallar ham mavjuddir. Toshkent kimyo-texnologiya instituti olimlari tomonidan EFKni ftor birikmalari va sulfatlardan tozalash yo'li bilan ozuqali presipitat olish usuli bo'yicha ixtiroga patent olingan. Ekstraksion fosfat kislotani tozalashning aytib o'tilgan bunday usullari bilan yuqori samaradorlikka erishib bo'lmaydi. Birinchidan, mahsulot sifatida olingan EFKni tozalash qo'shimcha harajatlar talab etadi, ikkinchidan esa, EFKdan ajraladigan cho'kma juda mayda kristallardan iborat bo'lganligi sababli, uni filtrlash yoki cho'ktirish jarayoni anchagina qiyinchilik bilan amalga oshiriladi.

EFK tarkibidagi qo'shimchalarni kamaytirishning anchagina samarali usuli bu uni olish jarayonining o'zidayoq tozalash jarayonini amalga oshirish hisoblanadi. Bunda fosfat kislotani sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonini yakunlash arafasida mahalliy karbonatli xomashyolar (shu jumladan past navli fosfatli xomashyolar) yordamida ekstraksion bo'tqa tarkibidagi ftor va sulfat qo'shimchalaridan tozalanadi. Fosfat kislotani ekstraksiyalash jarayonining o'zida kislotani bir paytning o'zida ftor va sulfatlardan tozalash natijasida, birinchidan ekologik tozalangan mahsulot olinadi, ikkinchidan mahsulot tarkibidagi ozuqa elementlari ulushi katta bo'ladi, uchinchidan past navlardagi xomashyolar ishlab chiqarishga ma'lum darajada qamrab olinadi, to'rtinchidan esa qimmatbaho xomashyo hisoblangan ftor birikmalarini texnologik jarayonning o'zida ajratib olinishiga imkoniyat yaratiladi. Shuning uchun EFKni bir paytning o'zida ftor va sulfatlardan tozalash jarayoniga qaratilgan tadqiqotlar dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot ishida ekstraksion bo'tqadan ftor va sulfatlarni cho'ktirish kalsiy oksiddan kalsiy ftorid hosil bo'lish me'yoriga nisbatan 60-150% va SO₃ ni kalsiy sulfat tarzida bog'lash me'yoriga nisbatan 80-100% hisobida kalsiy karbonat (bo'r, ohaktosh va boshqa) yoki yuqori karbonatli fosfatli xomashyolar bilan amalga oshirilgan. Fosfat kislotani sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayoni digidratli rejimda o'tkazilgan, hosil qilingan ekstraksion bo'tqani filtrlashdan oldin undagi ftor va erkin sulfat kislotani kalsiy karbonat yoki yuqori karbonatli fosfat xomashyosi bilan cho'ktirilgan. Fosfat kislotani sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonida ekstraksion bo'tqani ftorsizlantirish va sulfatsizlantirishda mahalliy karbonatli xomashyolardan foydalanish katta samara berishi aniqlangan.

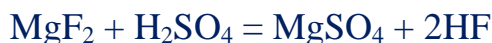
Ekstraksion bo'tqaga kalsiy karbonat qo'shilganda quyidagi reaksiyalar sodir bo'lishi mumkin:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



Magniy ftorid kalsiy ftoridga qaraganda kislotalarda nisbatan yaxshi eriydi, kuchli kislotalar, jumladan sulfat kislota bilan ta'sirlashib:



reaksiyasi bo'yicha magniy sulfat va vodorod ftorid hosil qiladi.

Bu jarayon murakkab hisoblanadi, EFKda yaxshi eriydigan magniy monofosfat va sulfatlari kalsiy karbonat bilan ta'sirlashib, kalsiy sulfati monofosfati hosil qilishi mumkin. Lekin, magniy karbonat ham fosfat kislota bilan ta'sirlashib magniy monofosfatga aylanadi. Bu EFKdagi magniy miqdorining o'zgarishsiz qolishi va 0,80-0,82% darajasida qolishi bilan tasdiqlanadi (12.1-jadval).

Kalsiy karbonat qo'shilganda va kalsiy ftorid hosil bo'lganda gaz fazasiga ajralib chiqadigan ftor miqdori 5,45 dan 4,11% gacha kamayadi, bu uning asosiy miqdorini jarayonning boshidayoq ajralib chiqishini ko'rsatadi. Parchalash jarayoniga 100-150% me'yorda CaCO_3 kiritilganda gaz fazasiga va fosfogipsga ftorning umumiy o'tish darajasi 86,6-90,9% ni tashkil etadi. Bunda EFKdagi ftor miqdori 0,25-0,32% ni tashkil etadi, bu esa kalsiy karbonat qo'shilmagandagiga nisbatan 4,1-5,3 marta kamdir. CaCO_3 tarzidagi CaO me'yori 100-120% bo'lganda EFK ftorsizlanish darajasi 75,4-80,5%, sulfatsizlanish darajasi esa 78,7-79,6% ni tashkil etadi. Kislotadagi mavjud ftor va sulfatlar miqdori hisobiga nisbatan 120% dan ortiq me'yordagi kalsiy karbonat qo'shilganda ftorsizlanish va sulfatsizlanish juda kam darajada o'zgaradi. EFK tarkibida qoladigan ftor miqdori fosforitdagi umumiy miqdoriga nisbatan 9,1-13,4% ni tashkil etadi. Fosforitdagi mavjud ftorga nisbatan kalsiy karbonat me'yori 60 dan 100% gacha o'zgarganda fosfogipsga ftorning qo'shimcha o'tishi 27,9-42,0% ni tashkil etishi kuzatiladi. Kalsiy karbonat me'yori 120-150% ga oshirilganda qattiq fazaga ftorning o'tishini atigi 3,2-4,3% ga oshiradi. EFKdan ftorni cho'ktirishdagi ortiqcha kalsiy karbonat mavjud ortiqcha sulfat kislota hisobiga kalsiy sulfat, fosfat kislota bilan ta'sirlashishi hisobiga esa monokalsiyfosfat hosil bo'lishiga sarflanadi.

12.1-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinadiki, SO_3 miqdori 2,22% dan 0,44-0,52% gacha kamayadi, kalsiy oksid miqdori esa 0,41 dan 2,61% gacha ortadi. Bunda parchalanish, ajralish, yuvilish va unum koeffitsientlari, ftorni bog'lashga 60 dan 150% gacha, ortiqcha sulfat kislotani neytrallashga 80 dan 100% gacha me'yordagi kalsiy karbonat uchun muvofiq holda 98,4-98,7%, 95,5-95,8%, 99,2-99,4% va 94,8-95,0% ni tashkil etadi.

Fosfogipsning filtrlanish tezligi nisbatan yuqori bo'ladi va quruq qoldiq hisobida 806,46-809,07 $\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ ni tashkil etadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

12.1-jadval

Kalsiy karbonat me'yorining EFK kimyoviy tarkibiga, gaz fazasi va fosfogipsga ftorning o'tish darajasiga ta'siri, shuningdek ftorsizlangan va sulfatsizlantirilgan EFK ishlab chiqarish texnologik ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlarning nomlanishi	Stexiometriyaga nisbatan erkin ftorni bog'lash uchun kalsiy karbonat me'yorini, %						
	-	60	80	100	120	140	150
Stexiometriyaga nisbatan erkin H ₂ SO ₄ ni bog'lash uchun kalsiy karbonat me'yorini, %	-	80	100	100	100	100	100
EFK kimyoviy tarkibi, og'irlik %							
P ₂ O ₅	20,15	20,08	19,97	19,85	20,24	19,94	20,02
CaO	0,41	0,39	0,58	0,94	1,46	2,14	2,61
MgO	0,82	0,81	0,81	0,80	0,82	0,81	0,81
SO ₃	2,22	0,86	0,51	0,48	0,52	0,47	0,44
R ₂ O ₃	0,61	0,61	0,60	0,60	0,59	0,60	0,59
F	1,32	0,69	0,51	0,32	0,27	0,25	0,25
muallaq zarracha	0,25	0,32	0,28	0,19	0,24	0,17	0,16
Ftorning o'tish darajasi, %							
Fosfogipsga	40,5	68,4	74,1	82,5	85,7	86,6	86,8
Gaz fazasiga	5,4	5,3	5,1	4,1	4,2	4,0	4,1
Hammasi	45,9	73,7	79,2	86,6	89,9	90,6	90,9
Ftorsizlangan va sulfatsizlantirilgan EFK ishlab chiqarish texnologik ko'rsatkichlari							
K _{p.} , %	98,7	98,7	98,7	98,6	98,5	98,5	98,4
K _{ajr.} , %	95,8	95,7	95,5	95,5	95,6	95,5	95,5
K _{yuvil.} , %	99,2	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3
K _{unum.} , %	95,0	95,0	94,8	94,9	95,0	94,9	94,8
Bo'tqa zichligi (ρ), g/sm ³ , 25°C da	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27
Bo'tqa qovushqoqligi (η), spz, 25°C da	3,31	3,48	3,58	3,61	3,66	3,70	3,72
Ekstraksion bo'tqa filtrlanish tezligi, kg/m ² ·s	810,11	809,07	808,20	807,41	806,85	806,60	806,46
Fosfogips kristallari o'lchami, mkm	100x24, 120x20, 220x20, ko'pgina 560x80, 400x80, 360x28 va qisman 100x16, 80x60, 60x20						

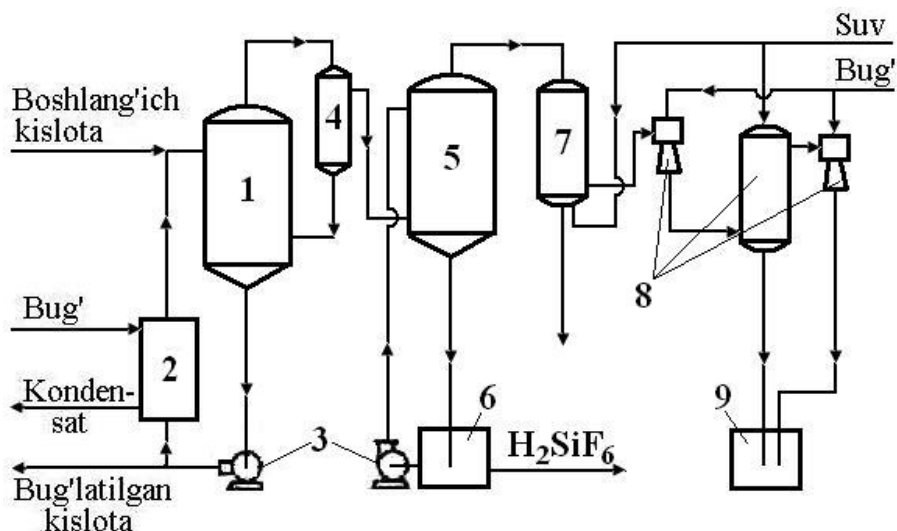
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ftor va sulfatlardan tozalangan EFK olish texnologiyasi sanoat ishlab chiqarishga moslashtirilgan qurilmada sinovdan o'tkazilgan va bu kislotadan yuqori navdagi ammos fos hamda tarkibida kalsiy va magniyfosfatlari bo'lgan yuqori navli ekologik samarador konsentrlangan fosforli o'g'itlarning tajriba namunalari ishlab chiqarilgan.

Fosfat kislotani konsentrlash

Qo'shaloq superfosfat, ammos fos, nitroammofoska ishlab chiqarish uchun 45-55% P_2O_5 bo'lgan fosfat kislota, ammoniy polifosfatlari va suyuq o'g'itlar olish uchun esa – 72-83% P_2O_5 li fosfat kislotalari talab etiladi. Bunday hollarda ekstraksiyon fosfat kislota bug'atiladi. Ma'lumki, har qanday (98% li H_3PO_4 gacha) konsentratsiyadagi toza fosfat kislotaning bug'i faqat suvdan iborat, nazariy olganda uni bug'latish orqali yuqori konsentratsiyali eritmalarini olish mumkin. Amalda esa jihozlar materiallarining korroziyalanishi hisobiga bug'latish qiyinchilik tug'diradi. Harorat va kislota konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyalanish tezlashadi. Bundan tashqari, konsentratsiya ortishi bilan kislota tarkibidagi qo'shimchalar, eruvchanlikning keskin kamayishi hisobiga cho'kmaga tushadi (quyqa hosil qiladi). Cho'kmali qoldiq (quyqa) lar qizdiriluvchi yuzaning ichki sirtiga o'tirib qolib, issiqlik almashinuvini yomonlashtiradi.

Loyiha quvvati yiliga 110 ming tonna P_2O_5 bo'lgan ekstraksiyali sistemalarda kislotani 28-30 dan 52-55% P_2O_5 gacha konsentrlash uchun odatda bir korpusli bug' bilan isitiladigan ($130^{\circ}C$) qizdiruvchi kamerali 3-4 ta vakuum-bug'latgichli apparatlar o'rnatilgan (12.2-rasm). Vakuum-nasos yordamida apparat ichida $\sim 0,09$ MPa li vakuum hosil qilinadi. Bu esa bug'latishni nisbatan past ($80-90^{\circ}C$) haroratda amalga oshirish imkoniyatini beradi. Apparat korpusi gummirlangan, qizdiruvchi kamera grafitli (kislota va bug' harakatlanadigan yo'llari bo'lgan grafitli bloklardan iborat, issiqlik almashinuv yuza maydoni ~ 158 m² ga teng) bo'ladi. Qizdiriluvchining cho'kmali quyqa hosil qilib qolishini oldini olish maqsadida, uzluksiz ravishda kuchsiz kislota qo'shish orqali konsentrlangan kislotaning majburiy intensiv sirkulatsiyasi (sirkulatsiyaning qaytarilishi 100-150 marta) amalga oshiriladi. Shu tufayli sirkulatsiyali eritma konsentratsiyasi aralashishdan so'ng kam o'zgaradi. Bunday kislotadagi qo'shimchalarning eruvchanligi boshlang'ich kislotadagiga qaraganda anchagina kam bo'ladi. Shuning uchun aralashirilgan vaqtda kuchsiz kislotadagi qo'shimchalar kristallanadi. Ularni tindirgichdayoq ajratib olish va so'ngra bug'latuvchi apparatga yo'llash maqsadga muvofiqdir. Bug'latilgan kislotani sirkulatsiyali konturdan muntazam chiqarib turiladi.



12.2-rasm. Fosfat kislotani konsentrlash uchun vakuum-bug'latgichli qurilma sxemasi:

1 – bug'latuvchi apparat (bug'latgich) korpusi; 2 – qizdiruvchi kamera; 3 – sirkulatsiya nasosi; 4 – tomchi ushlagich; 5 – ftorli gazlar absorberi (yuvish minorasi); 6 – H_2SiF_6 eritmasining barometrik yig'gichi; 7 – yuza kondensatori; 8 – ikki bosqichli ejektorli (so'rg'ich) qurilma; 9 – barometrik bak.

Qizdiruvchi kameraning ichki yuzasiga kalsiy sulfat va ftorsilikatlardan iborat qo'shimchalar o'tirib qoladi. Bu har uch kunda toza suv bilan yuvib turishni talab etadi. Nisbatan ko'proq vaqt ishlatilganda quyqa bu yuzani yanada to'laroq egallab oladi, uni mexanik usullar bilan tozalanadi va so'ngra H_2SiF_6 ning 4-5% li eritmasi bilan yuviladi.

Ekstraksiyon fosfat kislotaning konsentratsiyasi ortishi bilan unda erigan geksaftorsilikat kislotaning bug' bosimi ham ortadi. Shu tufayli fosfat kislotani 52-57% P_2O_5 gacha bug'latishda boshlang'ich kislota dagi ftorning 80-90% ($2HF+SiF_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) gazli fazaga ajralib chiqadi; mahsulot kislotasidagi ftorning miqdori 0,5-0,8% gacha kamayadi. Shuningdek, bug'latgichdan chiqadigan gazlar tarkibida ko'p miqdordagi suv bug'i bo'ladi, uni ftoridlar absorbsiyasida kondensatsiyalanishini kamaytirish uchun, absorbsiyalash jarayoni qaynoq ($60-70^\circ C$) H_2SiF_6 eritmali bilan amalga oshiriladi; ftordan tozalangan suv bug'i barometrik kondensator o'rnatilgan ikki bosqichli bug' ejektorli (bug' so'ruvchi) qurilmalar yordamida so'rib olinadi.

Apatitdan olingan bug'latilgan kislota $1650-1750 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega, uning tarkibida: 52-54% P_2O_5 ; 3,4-4,2% SO_3 ; 1,2-1,3% $(Fe,Al)_2O_3$; 0,1-0,4% SiO_2 ; 0,5-0,8% F bo'ladi.

Ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latish uchun barbotajli konsentratolar – kislotabardosh materialli kameralar ham ishlatiladi, ularda bug'latish kislotaning yuza

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

qatlami orqali yoqilgan qaynoq gaz berish orqali amalga oshiriladi. Bu yerda issiqlik uzatuvchi yuza bo'lmaydi, issiqlik almashinish qaynoq gaz bilan kislotaning to'g'ridan-to'g'ri to'qnashishidan amalga oshadi; bunda hosil bo'ladigan cho'kma muallaq holatda qoladi va apparatdan kislota bilan birgalikda chiqadi, so'ngra uni tindirish orqali tozalanadi. Kameraga o'txona gazlari 650-900°C haroratda beriladi. Ayniqsa, tabiiy gaz yondiriladigan grafitli botirma yondirgichli konsentratorlar intensiv ishlaydi. Barbotajli konsentrator va botirma yondirgichli apparatlarda gaz o'zi bilan birga anchagina miqdordagi fosfat kislota bug'ini olib chiqadi, uni esa elektrofiltrlarda tutib qolish lozim bo'ladi. Tarkibida 8,5-9 g/m³ ftor (elektrofiltrga kirishdan oldin havo bilan aralashishi hisobiga – 3 g/m³) bo'lgan chiqindi gazlarini tozalashdan ko'p miqdordagi P₂O₅ bo'lgan H₂SiF₆ eritmasi olinadi; ularni ishlatish qiyinchilik tug'diradi. Tuman hosil bo'lishi – P₂O₅ yo'qotilishini oshiradi, bundan tashqari, tevarak atrof-muhit ifloslanishiga sabab bo'ladi.

Bunday jihozlar ko'proq superfosfat kislotalar olish uchun qo'llaniladi. Bu holda bug'latishga tarkibida 54-55% P₂O₅ bo'lgan eritmalar (vakuumbug'latgichdan so'ng) beriladi. Bunday maqsadlar uchun qizdiruvchi kameraga yuqori bosimdagi bug' (~3 MPa) uzatiladigan vakuumbug'latgichli apparatlar ham ishlatilishi mumkin.

Hozirgi paytda barbotajli konsentratorlar o'rnida yanada takomillashgan, yuqori darajada issiqlikdan foydalanuvchi, aeroliftli apparatlar qo'llanilmoqda. Ular ichki qismi grafitli quvur bilan muhofazalangan vertikal po'lat quvurdan iborat. Uning bug'latiladigan kislota kiritiladigan pastki qismidan qaynoq gaz oqimi yuboriladi, hosil bo'ladigan gaz-suyuqlikli aralashma yuqori qismidan chiqariladi. Suyuqlikni ajratilgandan keyin va issiqligidan bug'latiladigan kislotani isitishda foydalanilgandan so'ng, chiqindi gazi, absorbsiya qurilmalarida kislota tumani, SiF₄ va HF dan tozalanadi. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan, tarkibida 68-70% P₂O₅ bo'lgan kislota olish uchun konsentrlashni ikkita ketma-ket bosqichda: 1-chisida 52-54 dan 64% gacha, 2-chisida esa 68-70% P₂O₅ gacha o'tkaziladi.

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24-25% P₂O₅) Qoratog' fosforitlaridan ekstraksiyalash jarayonida 20-22% P₂O₅ li fosfat kislota olinadi. Odatdagi usullarda 37-38% P₂O₅ gacha bug'latilishi va 30-40°C dan past haroratgacha sovutilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo'qotadi. Bu esa undan ftorsizlantirilgan o'g'itlar, qo'shaloq superfosfat, suyuq kompleks o'g'itlar olish imkoniyatlarini yo'qotadi. O'tgan asrning 80-yillariga qadar buning sababini kislotadagi MgSiF₆ ning parchalanishi natijasida gaz holatdagi SiF₄ va MgF₂ ning kolloid eritmasi hosil bo'lishi orqali izohlashga urinilgan. Go'yoki eritma sovutilganda MgF₂ ning to'yinishi hisobiga sistema qovushqoq, kam harakatchan massa (gel) ga aylanadi. Yana shu ko'rsatib o'tiladiki, ko'p komponentli tuz sistemalari eruvchanliklarini o'rganish orqali, bug'latiladigan kislotaga kam aktiv kremniy dioksid (masalan, kremnegel) qo'shilganda fosfat kislota bilan MgF₂ ning kimyoviy ta'sirlashuvi yengillashadi, yuqori haroratda reaksiya:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



tenglama bilan sodir bo‘lib, kislotadagi ftor SiF_4 tarzida yo‘qotiladi va yaxshi eriydigan monomagniyfosfat hosil bo‘ladi, deb nazariy jihatdan asoslashga urinilgan. Lekin bu urinishlar ishlab chiqarishda o‘z yechimini topmadi.

O‘zbekiston kimyogarlarining qator yillar davomida Qoratog‘ fosforitidan sulfat kislotali ekstraksiyalash yo‘li bilan olingan fosfat kislotasini konsentrlash, uning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish yuzasidan o‘tkazgan tadqiqotlari natijasida tarkibida magniy birikmalari tutgan fosfat kislotalarning konsentrlanishida quyilib qolish sabablari ham nazariy, ham amaliy jihatdan asoslandi va bu borada ijobiy natijalarga erishildi.

Namangan muhandislik-pedagogika instituti (hozirgi Namangan muhandislik-qurilish instituti) professori, texnika fanlari doktori Q.G‘afurovning olib borgan izlanishlari natijasida tarkibida magniy bo‘lgan EFK ning konsentrlash jarayonida quyilib qolish sabablari ham ilmiy, ham amaliy jihatdan asoslab berildi. Nafaqat quyilish sabablari, balki bunday kislotalarni konsentrlashda quyilib qolishini oldini olish yo‘llari ham ochilib, amaliy jihatdan sinovdan muvaffaqiyatli o‘tkazildi.

20°C haroratdagi suvda va NH_4NO_3 (kimyoviy toza – k.t.) ning 1% li suvli eritmasida MgHPO_4 (k.t.) va MgF_2 (k.t.) larning izotermik eruvchanligini o‘rganish – MgHPO_4 (k.t.) va MgF_2 larning suvdagi eruvchanligi muvofiq ravishda 1,392 va 0,117% (MgO bo‘yicha 0,464 va 0,0755%), ammoniy nitrat eritmasidagi eruvchanligi esa muvofiq ravishda 9,99% va 0,248% (MgO bo‘yicha 3,330 va 0,160%) bo‘lishini aniqlash imkoniyatini yaratdi. Shunday ekan, 1,0% li ammiakli selitra eritmasida magniy tuzlarining eruvchanligi MgHPO_4 uchun yetti marta, MgF_2 uchun ikki marta ortadi.

20°C haroratda 0,1, 0,5 va 1,0 molyarli ammiakli selitra eritmalarida MgF_2 ning eruvchanligini o‘rganish natijasida MgF_2 ning eruvchanligi konsentratsiyaning ortishi bilan deyarli o‘zgarmasligi aniqlandi. Masalan, 0,1 molyarli ammiakli selitra eritmasida MgF_2 ning eruvchanligi 0,2478% (0,1598% MgO , ya’ni 0,040 mol MgF_2) ni, 0,5 molyarli eritmada 0,2694% (0,17388% MgO , ya’ni 0,0435 mol MgF_2) ni va 1,0 molyar eritmada esa 0,2695% (0,1753% MgO , ya’ni 0,0435 mol MgF_2) ni tashkil etadi.

$\text{MgSO}_4\text{--H}_3\text{PO}_4\text{--NH}_4\text{NO}_3\text{--H}_2\text{O}$ sistemasini o‘rganish natijasida 0-60% P_2O_5 konsentratsiyali intervalda $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning eruvchanligi $\text{MgSO}_4\text{--H}_3\text{PO}_4\text{--H}_2\text{O}$ sistemasidagiga nisbatan 2-1,5% ga ortishi aniqlandi.

Tarkibida magniy bo‘lgan fosforitlarni fosfat kislotaga sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonida magniy birikmalarining to‘la ekstraksiyon fosfat kislota tarkibiga o‘tishi kuzatiladi. Bunday EFK ni bug‘latish jarayonida eritmadagi barcha tuzlarning to‘yinishi bilan bir qatorda dastlab magniy ionlarining sulfat ionlari bilan birikib MgSO_4 , so‘ngra shu bilan bir vaqtda uning gidratlanishi hisobiga $\text{MgSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ dan toki $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ gacha bo‘lgan gidratlanish jarayoni sodir bo‘ladi. Bu esa EFK

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

ning quyilib qolishi va oquvchanligini yo‘qotishiga sabab bo‘luvchi omillardan biridir. Bundan tashqari, eritmaning quyilishiga EFK tarkibidagi boshqa kation va anionlardan iborat qo‘shimchalar ham o‘z ta‘sirini ma‘lum darajada ko‘rsatadi.

Shuning uchun ekstraksion fosfat kislotani bug‘latishda kislotani quyilib qolishiga olib keladigan undagi qiyin eruvchan qo‘shimchalarni eritish maqsadida va ekstraksion fosfat kislotani konsentrlashda uning qovushqoqligini kamaytiruvchi qo‘shimcha sifatida ammoniy nitrat ishlatilgan.

Tarkibida magniy bo‘lgan ekstraksion fosfat kislotani bug‘latishdan oldin uning tarkibidagi magniyning miqdoriga muvofiq holda:

$$m_{NH_4NO_3} = 0,5 + 0,25 \cdot n_{MgO},$$

bu yerda, m – EFK ga qo‘shiladigan ammoniy nitratning og‘irlik miqdori;

n – EFK dagi MgO ning og‘irlik miqdori; 0,5 – doimiy son

formula bo‘yicha ammoniy nitrat qo‘shiladi va eritmani 50-55% P_2O_5 gacha bug‘latiladi.

Eritmadagi $MgSO_4 \cdot (1 \div 7)H_2O$ ammoniy nitrat bilan ta‘sirlashadi:



EFK ni bug‘latish jarayonida suvning kamayishi hisobiga, Le-Shatele prinsipiga muvofiq, reaksiyon muvozanat o‘ng tomonga siljiydi. Natijada yaxshi fizik-kimyoviy va reologik xossaga ega bo‘lgan, hattoki uzoq vaqt minusli haroratlarda turib qolganda ham quyilib qolmaydigan oquvchan kislotalar olinadi. Olingan kislotalar tarkibidagi ftorning miqdorini 0,3% gacha pasaytirish mumkin, natijada bunday kislotalardan ftorsizlangan yuqori konsentratsiyali o‘g‘itlar olinish usullari yuzaga chiqdi. Magniyli ekstraksion fosfat kislotalarni bug‘latish yo‘li bilan (30-35% P_2O_5 gacha) konsentrlash orqali esa qo‘shaloq superfosfatlar turidagi o‘g‘itlar olish imkoniyatini yaratdi. Bunday usullarda (50-55% P_2O_5 gacha) konsentrlangan kislotalar tarkibida turli tuzlarning to‘yingan eritma holatida bo‘lishi, hattoki 50-55% P_2O_5 li eritmalarida (apatitli kislotadan farqli ravishda) polifosfat kislotalarning mavjud bo‘lishini ta‘minlaydi, bu esa ulardan polifosfatli va suyuq suspenziyali kompleks o‘g‘itlar olish imkoniyatini ochib berdi.

Tarkibida magniy bo‘lgan ekstraksion fosfat kislotani bug‘latishdan oldin kationitli magniysizlantirish usuli ham ishlab chiqilgan. Bu usulda tarkibida $\approx 20\%$ P_2O_5 , 2-3% MgO va boshqa qo‘shimchalar bo‘lgan ekstraksion fosfat kislotalar ion almashinish yo‘li bilan tozalanadi, hosil qilingan kislotani talab etilgan (60-70% P_2O_5) konsentratsiyagacha bug‘latiladi, ular asosida ammoniy polifosfatlari va boshqa suyuq hamda qattiq shakldagi o‘g‘itlar olinadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ekstraksiyon fosfat kislotani odatdagi kationitli tozalashda kislota eritmasi kationitdan o'tkaziladi, so'ngra ifloslangan kationitni suv bilan yuviladi va kuchli mineral – sulfat, nitrat, xlorid kislotalar bilan regeneratsiyalanadi; regeneratsiyalangan kationit suv bilan yana yuviladi va unda yana ekstraksiyon fosfat kislotani tozalash mumkin bo'ladi. Bu usul kationitni tozalash bilan bog'liq ko'p bosqichli jarayon bo'lganligi sababli jarayon davomiyligining uzunligi, ishlab chiqarish samaradorligining pastligi, yo'qotiladigan fosfat kislotaning (tozalanadigan kislotaning 5% gacha) siklga qaytarilmasligi kabi yetarlicha kamchilikka egadir. Bundan tashqari, regeneratsiyalashdan hosil bo'ladigan eritmani neytrallash va ularni chiqindixonalarda saqlash kabi muammolarni keltirib chiqaradi.

Shuning uchun kationitni yopiq sikldagi regeneratsiyalash yo'li bilan ekstraksiyon fosfat kislotani kationitli tozalash orqali samarali natijalarga erishilgan. Buning uchun ammiakli shakldagi ionitlar ishlatiladi. Bunda kationitni regeneratsiyalash uchun $\text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ massa nisbati 0,3-0,42, ko'pincha 0,36 ga teng bo'lgan ammoniy fosfatlarining 5% li suvli eritmaları ishlatiladi. Bu usulda regeneratsiyalashdan oldingi va keyingi kationitni yuvish jarayonlari o'tkazilmaydi, bu esa ishlab chiqarish intensivligini oshiradi va fosfat kislota yo'qotilishini kamaytiradi.

Shunday qilib, tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotalarning konsentrlashdan tortib, toki murakkab o'g'itlar olishgacha bo'lgan muammolar amaliy jihatdan o'z yechimini topdi.

Nazorat uchun savollar

1. Ekstraksiyon fosfat kislota olishning digidratli usulini tushuntiring.
2. EFK ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari nimaga asoslanib aniqlanadi?
3. EFK olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarini tushuntiring.
4. EFKni qo'shimchalardan tozalash jarayonini tushuntiring.
5. Ftorsizlantirilgan EFK qanday usullarda olinadi?
6. Fosfat kislotani konsentrlash jarayonlarini tushuntiring.
7. Magniy bo'lgan EFK ni konsentrlash jarayonini tushuntiring.

**13-MAVZU: XLORID KISLOTASI OLISHNING NAZARIY ASOSLARI VA
TEXNOLOGIK SXEMASI**

Reja:

1. O'yuvchi natriy, xlor va vodorod ishlab chiqarish.
2. Xlorid kislota ishlab chiqarish

O'yuvchi natriy, xlor va vodorod ishlab chiqarish

Doimiy elektr toki ta'siri ostida boradigan kimyoviy jarayonlar elektrokimyoviy jarayon deb ataladi. Elektrokimyoviy jarayonlarda doimiy elektr toki tuzlar yoki oksidlar eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali o'tadi va elektroliz natijasida yangi moddalar olinadi.

Elektrokimyoviy jarayonlar elektrolizyor yoki elektrolitik vanna deb ataladigan jihozlarda amalga oshiriladi.

Elektrokimyoviy usul kimyoviy usulga nisbatan bir qator afzalliklarga egadir: unda bitta jihozda bir paytning o'zida bir necha qimmatbaho mahsulotlar olinishini ta'minlanadi; ishlab chiqarishning kimyoviy usullarida qiyinchilik bilan erishiladigan yuqori tozalikka ega bo'lgan mahsulotlar olinadi; xomashyo va energiyadan deyarli to'la foydalaniladi. Shu sababli xalq xo'jaligida elektrokimyoviy usuldan keng miqyosda foydalaniladi. Kimyo sanoatida xlor, vodorod va kislorod, ishqorlar, oksidlovchilar, ayrim organik mahsulotlar va boshqalar faqat elektrokimyoviy usulda olinadi. Metallurgiyada elektroliz katta ahamiyat kasb etadi. Mis, rux, aluminiy, natriy va boshqa metallar elektrokimyoviy yo'l bilan olinadi. Metallarni korroziyadan saqlash ham elektrokimyoviy yo'lda o'tkaziladi: himoyalannuvchi metall sirtiga rangli metallar, masalan nikel, xromning yupqa qatlami yotqiziladi. Bu qoplama galvanik qoplama deb yuritiladi.

Elektrokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish katta miqdordagi elektr energiyasi harajatlari bilan bog'liqdir. Elektr energiyasining narxi ko'p hollarda olinadigan mahsulotlar narxini belgilaydi va shuning uchun arzon elektr energiyasi bo'lgandagina elektrokimyoviy qurilmalar maqsadga muvofiq bo'ladi. Respublikamizda energetikaning jadal rivojlanishi elektrokimyoviy ishlab chiqarishning rivojlanishiga mustahkam asos yaratadi.

Binobarin elektrokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish elektroenergiya bilan bog'liq ekan, bu holda undan samarali foydalanish masalasi katta ahamiyat kasb etadi.

Elektrolizda elektroenergiyadan samarali foydalanish mezoni sifatida tok bo'yicha unum va energiyadan foydalanish koeffitsienti xizmat qiladi.

Tok bo'yicha unum. Tok bo'yicha unum η – ma'lum miqdordagi elektr energiyasi sarflanishi natijasida elektrolizda olingan moddaning miqdorini G_a Faradey

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

qonuniga muvofiq olinishi mumkin bo'lgan moddaning miqdori G_n ga nisbatidir. Tok bo'yicha unum odatda foizlarda ifodalanadi:

$$\eta = \frac{G_a}{G_n} \cdot 100 \%$$

Olingan moddaning nazariy miqdori G_n quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$G_n = \frac{I\tau E}{1000}$$

bu yerda: I – tok kuchi, a; τ – elektroliz davomiyligi, soat; E – elektrokimyoviy ekvivalent – elektrodan 1 a·s tok o'tganda ajraladigan moddaning miqdori (xlor uchun 1,323, o'yuvchi natriy uchun 1,492, vodorod uchun 0,0376).

Sanoat elektrolizida unum doimo 100% dan kam bo'ladi, bu esa qo'shimcha kimyoviy va elektrokimyoviy jarayonlar sodir bo'lishini ko'rsatadi. Tok bo'yicha unumni oshirish uchun bu jarayonlarni bartaraf etish choralarini ko'rishni taqazo etadi.

Energiyadan foydalanish koeffitsienti. 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. U foizlarda ifodalanadi:

$$\mu = \frac{\omega_n}{\omega_a} \cdot 100 \%$$

Mahsulot birligi ajrab olish uchun kerak bo'ladigan energiya miqdori quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\omega_n = \frac{v_n I \tau}{G_n} \text{ kv}t \cdot \text{s}/t$$

bu yerda: v_n – parchalanishning nazariy kuchlanishi.

Olinadigan mahsulot birligiga energiyaning amaldagi sarfi elektrolizga berilgan kuchlanish v_a ga bog'liqdir:

$$\omega_a = \frac{v_a I \tau}{G_a} \text{ kv}t \cdot \text{s}/t$$

Shunday qilib, energiyadan foydalanish koeffitsienti quyidagi tenglama bilan ifoda etiladi:

$$\mu = \frac{v_n}{v_a} \cdot \eta \%$$

Tenglamadan ko'rinadiki, tok bo'yicha unum qanchalik katta va vannadagi kuchlanish qanchalik kichik bo'lsa, energiyadan foydalanish koeffitsienti shunchalik katta bo'ladi.

Osh tuzi eritmasini temir katodli va grafit anodli vannada elektroliz qilinganda kuchlanish nazariy jihatdan (v_n) 2,14 v ga, amalda esa (v_a) 3,6 v ga teng bo'ladi. Agar tok bo'yicha unum 94,6% deb qabul qilinsa (misolga qarang), energiyadan foydalanish koeffitsienti:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$\mu = \frac{2,14}{3,6} 94,6 = 56,2 \% \text{ ga teng bo'radi.}$$

Osh tuzi suvli eritmasining elektrolizi boshqa elektrokimyoviy jarayonlar orasida keng o'rin egallagan. Unda bir vaqtning o'zida xlor, vodorod va o'yuvchi natriy olinadi.

Xomashyolar. Xlor ishlab chiqarish uchun osh tuzi xomashyo vazifasini bajaradi.

Xlor olish uchun osh tuzining to'yingan eritmasi elektroliz qilinadi. Osh tuzining to'yingan eritmasi tabiiy (toshtuz yoki cho'kindili) osh tuzini suvda namakob tarzida eritiladi, mexanik qo'shimchalardan ajratiladi, kalsiy va magniy ionlaridan tozalanadi va elektrolizga yuboriladi.

Osh tuzi eritmasining elektrolizi qattiq, temir (po'lat) katodli va diafragma bilan ajratilgan vannalarda yoki suyuq simob katodli vannalarda amalga oshiriladi. Yirik zamonaviy xlor olish sexlari jihozlari uchun qo'llaniladigan sanoat elektrolizyorlari yuqori unumdorlikka va sodda konstruksiyaga ega bo'lishi, ixcham bo'lishi, ishonchli va barqaror ishlashi lozim.

Po'lat katodli va grafit anodli vannada osh tuzi eritmasining elektrolizi osh tuzi eritmasidan doimiy tok o'tkazishga asoslangandir. Bu holatda anodda xlor ajralib chiqishi:



yoki kislorod ajralib chiqishi:



yoki vodorod ajralib chiqishi:



Natriy xlorid neytral to'yingan eritmasida OH^- ionining muvozanatdagi potensial razryadi +0,82 v ni, xlor ionlarining normal elektrod potentsiali esa +1,33 v ni tashkil etadi. Demak, anodda kichik qayta kuchlanish bilan birinchi navbatda kislorod zaryadsizlanadi.

Grafit anodda kislorodning zaryadsizlanish potentsiali xlornikidan anchagina katta, shuning uchun anodda asosan xlorning zaryadsizlanishi sodir bo'ladi va gaz holatdagi xlor ajralib chiqadi.

NaCl konsentratsiyasining ortishi anodda xlor ajrashini ta'minlaydi, shu sababli elektroliz uchun tarkibida 310-315 g/l natriy xlorid bo'lgan konsentrlangan eritmadan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Katodda ishqoriy eritmada suv molekularining zaryadsizlanishi sodir bo'ladi:

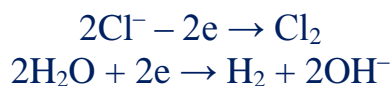


Qattiq katodda suvli eritmadan natriy ionlarining zaryadsizlanishi mumkin emas, chunki natriy ionining zaryadsizlanish potentsiali vodorodga nisbatan anchagina kattadir. Eritmadagi gidroksid ionlari natriy ionlari bilan ishqor eritmasini hosil qiladi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Eritmada NaCl ning umumiy parchalanish jarayonini quyidagi reaksiyalar orqali ifodalanishi mumkin:



yoki



Shunday qilib, anodda xlor, katodda esa vodorod va o'yuvchi natniy hosil bo'ladi.

Elektrolizda asosiy jarayonlar bilan bir qatorda qo'shimcha jarayonlarning ham sodir bo'lishi kuzatiladi. Shunday qo'shimcha jarayonlardan biri anodda kislorodning hosil bo'lishidir. Bundan tashqari, xlor elektrolitda erishi va quyidagi reaksiya tenglamasi bo'yicha gidrolizlanishi mumkin:



Ishqorning anodga diffuziyasi yoki katod va anod mahsulotlarining aralashishi natijasida gipoxlorid va xlorid kislotalarning tuzlari hosil bo'ladi:



ClO^- ionlari anodda ClO_3^- gacha oson oksidlanadi. Binobarin, elektrolizdagi qo'shimcha jarayonlar natijasida xlor, vodorod va o'yuvchi natriydan tashqari kislorod, natriy gipoxlorid, xlorit va xloratlari hosil bo'lishi mumkin, bu esa tok bo'yicha unum hamda energiyadan foydalanish koeffitsientini pasaytiradi.

Qo'shimcha reaksiyalarni kamaytirish uchun katod va anod mahsulotlari aralashishini oldini oladigan sharoitlarni yuzaga keltirilishi lozim. Bunga katod va anod maydonlarini diafragma bilan ajratilishi hamda OH^- ionlarini anod tomon harakatlanishiga qarama-qarshi yo'nalishida diafragma orqali elektrolitning filtrlanishi kiradi. Bunday diafragmalar «filtrlovchi diafragma» deb ataladi va asbestdan tayyorlanadi.

Elektroliz haroratining va elektrolitdagi NaCl konsentratsiyasining ortishi natijasida xlorning eruvchanligi kamayadi, shuningdek katod eritmasida NaOH konsentratsiyasining kamayishi qo'shimcha jarayonlar sodir bo'lishini kamaytiradi.

Elektroliz haroratining ortishi nafaqat tok bo'yicha unumni oshiradi, balki elektrolit elektr o'tkazuvchanligini ham oshiradi, bu esa vanna kuchlanishini pasaytiradi. Shunday qilib, haroratning ortishi elektroenergiya sarfini kamaytiradi, shuning uchun odatda natriy xlorid eritmasining elektrolizi 70-80°C haroratda amalga oshiriladi.

Xlorid kislota ishlab chiqarish

Vodorod xlorid va xlorid kislotaning xossalari. Xlorid kislota vodorod xloridning suvdagi eritmasidir.

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. Vodorod xloridning suvda eruvchanligi haroratga bog‘liqdir. 760 mm sim.ust. bosimida 0°C haroratda 1 l suvda 525,5 l HCl (eritmada massa ulushi 46,15% HCl) eriydi.

Vodorod xlorid suv bilan 760 mm sim.ust bosimida 20,24% HCl bo‘lgan azeotrop aralashma hosil qiladi va u 110°C haroratda qaynaydi.

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.

Quyidagi turlardagi texnik xlorid kislota ishlab chiqariladi: texnik xlorid kislota (1- va 2-nav), sintetik (texnik) xlorid kislota. Texnik xlorid kislota sifati tegishli DAST talablarida belgilab berilgan. DAST talabiga muvofiq, texnik xlorid kislotaning 1- va 2-navlari tarkibida 27,5% dan kam bo‘lmagan HCl, sintetik kislotada esa 31% dan kam bo‘lmagan HCl bo‘lishi belgilangan.

Xlorid kislota 50 m^3 gacha hajmli ichki qismi niqoblangan po‘lat sisternalarda va 100 m^3 sig‘imli baklarda saqlanadi va tashiladi.

Xlorid kislota ishlab chiqarish. Xlorid kislota ishlab chiqarish ikki bosqichda amalga oshiriladi: vodorod xlorid olish va vodorod xloridni suvga yuttirish (absorbsiyalash). Xlorid kislota olishning turli usullari bir-biridan vodorod xlorid olish usullari bilan farq qiladi.

Vodorod xlorid olishning sulfatli usuli. Vodorod xlorid ishlab chiqarishning sulfatli usuli kimyoviy ishlab chiqarishning eski usullaridan biridir. Unda osh tuzi kuporos moyi bilan ta’sirlashib, quyidagi reaksiya bo‘yicha vodorod xlorid hosil qilinadi:



Jarayon kuydirish pechlarida $500-550^{\circ}\text{C}$ haroratda o‘tkaziladi, bunda qattiq natriy sulfat va tarkibida 30-40% vodorod xlorid bo‘lgan gaz olinadi. Olinadigan gaz sulfat kislota va boshqa qo‘shimchalar bilan ifloslangan bo‘ladi. Undan vodorod xloridni absorbsiyalashda texnik xlorid kislota hosil bo‘ladi va uning konsentratsiyasi 27-31% dan oshmaydi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

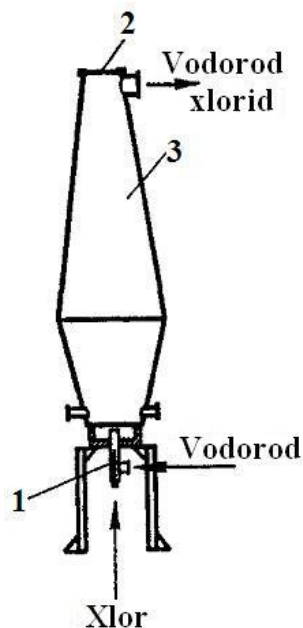
Bu jarayon asosan natriy sulfat olish maqsadida amalga oshirilgan. Tabiiy natriy sulfat konlari topilgandan so'ng bu usul o'z ahamiyatini yo'qotdi.

Vodorod xlorid sintezi. Osh tuzi suvli eritmasining elektrolizida olinadigan xlor va vodoroddan vodorod xlorid sintezi amalga oshiriladi. Vodorod xlorda ekzotermik reaksiya bo'yicha yonadi:



Odatdagi haroratda va qorong'i sharoitida reaksiya sodir bo'lmaydi. Yorug'lik nuri ta'sirida va qizdirilganda reaksiya katta tezlikda sodir bo'ladi va portlash bilan o'tishi mumkin.

Amalda vodorodning xlorda portlashsiz yonishi 2300-2400°C haroratda amalga oshiriladi. Xlordan to'la foydalanish uchun reaksiya aralashmasida 5-10% ortiqcha vodorod bo'ladi. Xlorning vodorod bilan ta'sirlashuvi pechlarda o'tkaziladi (13.1-rasm). Pech niqobi (3) po'latdan tayyorlangan va ichki qismi o'tga chidamli g'isht bilan niqoblangan bo'lib, ta'sirlashuvchi xlor va vodorod alangasining shu'lasiga yaqin shakldagi forsunka ko'rinishida bo'ladi. Pechning yuqori qismi asbestli qopqoq (2) bilan berkitilgan bo'ladi, u portlash bo'lganda ochilib ketadi. Pech ostki qismi o'tga chidamli g'isht bilan niqoblangan va uni ustiga konsentrik joylashgan ikkita po'lat quvurdan iborat yondirgich (1) joylashtirilgan. Ichki quvurdan xlor, tashqi quvurdan esa vodorod beriladi. Yondirgichdan chiqishda gazlar aralashadi va bir-biri bilan ta'sirlashadi. Pech unumdorligi 100% li HCl hisobida sutkasiga 15-16 tonnani tashkil etadi.



13.1-rasm. Vodorod xlorid sintez pechining sxemasi.

Elementar xlor va vodoroddan vodorod xlorid sintezi ko'pgina afzalliklarga egadir: tarkibida 80-90% HCl tutgan vodorod xlorid gazi hosil bo'ladi, bu esa 31% va

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

undan yuqori konsentratsiyali xlorid kislota olish mumkin bo‘ladi; yuqori tozalikka ega bo‘lgan xlorid kislota olinadi; sulfat kislota olinmaydi; jarayon yoqilg‘i sarflanmasdan o‘tkaziladi.

Elementar xlor va vodoroddan vodorod xlorid sintezi keng-ko‘lamda ishlatiladi. Hozirgi paytda vodorod xlorid organik sintez sanotining qo‘shimcha mahsulotlaridan ham ko‘p miqdorda ishlab chiqarilmoqda.

Vodorod xloridning suv bilan absorbsiyasi gidratlar hosil bo‘lishi va issiqlik ajralib chiqishi bilan sodir bo‘ladi. Agar absorbsiya jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik atrof-muhitga chiqarilmasa, kislota harorati keskin ortib ketadi, natijada tarkibida 20,24% HCl tutgan azeotrop aralashmadan yuqori konsentratsiyali kislota olib bo‘lmaydi. Shu tufayli yuqori konsentrlangan kislota olish uchun erish issiqligini atrof-muhitga jadal chiqarish choralari ko‘rish lozim bo‘ladi, bu esa ulkan absorbsiya qurilmalarida amalga oshirilishi bilan bog‘liqdir.

A.M.Gasparyan tomonidan HCl erish issiqligini atrof-muhitga chiqarilmasdan, ya’ni adiabatik sharoitda vodorod xloridni suvga yutdirish usuli taklif etilgan. Bunda hosil bo‘ladigan kislota harorati ortadi, bu esa kislota bug‘ bosimining ortishiga va suvning intensiv bug‘lanishiga olib keladi. Suvning bug‘lanishiga HCl erish issiqligi sarflanadi va bu adiabatik sharoitda harorat pasayishiga olib keladi.

Vodorod xloridning suv bilan absorbsiyasi sopol, kvars, plastmassa (faolit, viniplast) kabi xlorid kislotga chidamli materiallardan tayyorlangan to‘ldirgichli mineralarda amalga oshiriladi. Vodorod xlorid minora quyi qismidan kiradi, suv esa yuqoridan pastga qarama-qarshi harakatlanadi. Diametri 0,45 metr va balandligi 6,4 metr bo‘lgan minorada sintetik vodorod xloriddan sutkasiga 30 tonnagacha 31% li xlorid kislota olinishi mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. Xlorning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
2. Elektrokimyoviy usulda o‘yuvchi natriy, xlor va vodorod olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
3. Vodorod xlorid va xlorid kislota xossalarini ayting.
4. Xlorid kislota ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.

**14-MAVZU: XLORID KISLOTASI ISHLAB CHIQRISHNING
QURILMALARI VA JIHOZLARI**

Reja:

1. Sanoat elektrolizyori.
2. Cho'ktirilgan diafragma vannasi.
3. Simob katodli vannasi.

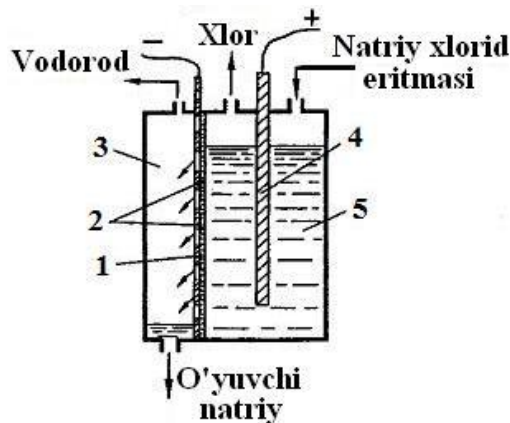
Sanoat elektrolizyori

Filtrlovchi diafragma sanoat elektrolizyori ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Bunday vannalarning ishlash prinsipi 14.1-rasmda tasvirlangan. Vannada teshikli po'lat katod (1) va grafit anod (4) bo'ladi. Katodga asbest kartondan iborat filtrlovchi diafragma (2) zich yopishtirilgan bo'ladi.

Natriy xlorid eritmasi anod maydoniga (5) beriladi, diafragmadan o'tishda filtrlanadi va katodga boradi.

O'zgarmas elektr toki o'tkazilganda anodda xlor, katodda esa vodorod va o'yuvchi natriy hosil bo'ladi, vodorod va o'yuvchi natriy katod teshiklaridan o'tib, katod maydoni (3) orqali vannadan chiqariladi.

Vannada osh tuzi to'la parchalanmaydi hamda ishqor va parchalanmagan osh tuzining doimiy konsentratsiyasi hosil qilinadi. Vannadan chiqariladigan elektrolitik eritma tarkibida 110-120 g/l NaOH va 180-170 g/l NaCl bo'ladi.



14.1-rasm. Filtrlovchi diafragma elektrolitik vanna sxemasi.

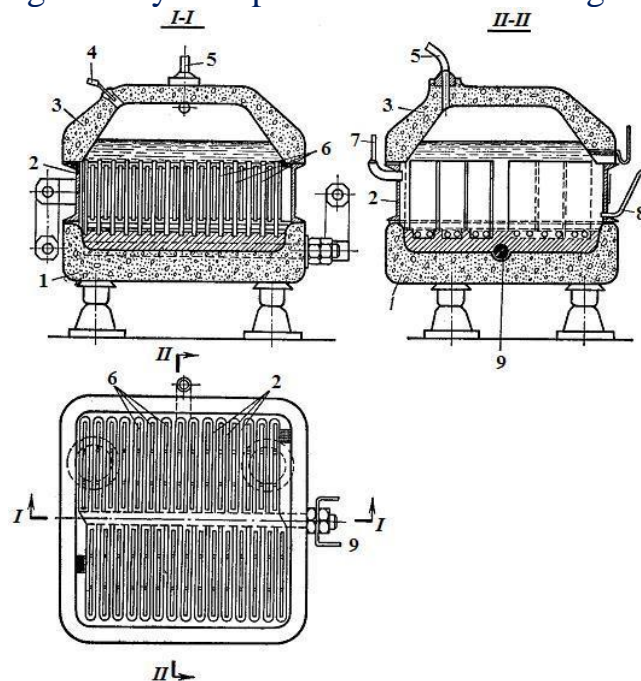
Sanoat elektrolizyori katta unumdorlikka ega bo'lishi lozim, bunga amper yuklamani oshirish orqali erishiladi. 50000 a amper kuchlanishli quvvatli vannalar katta sirt yuzaga ega vertikal katod va vertikal anod bilan tayyorlanadi. Bunday

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

holatda diafragma asbest tolaning tuz-ishqorli eritmadagi suspenziyasidan katod yuzasiga «choʻktirish» yoki vakuum yordamida soʻrib olish orqali tayyorlanadi.

Choʻktirilgan diafragmali vanna

Choʻktirilgan diafragmali vannaga Xuker vannasi misol boʻlishi mumkin (14.2-rasm). U uch asosiy qismdan iborat: beton taglik (1), poʻlat katod (2) va beton qopqoq (3). Taglik toʻgʻri burchakli tegana shaklida boʻlib, unga quyi qismiga qoʻrgʻoshin quyish bilan grafit anodlar (6) hamda tok oʻtishi uchun xizmat qiladigan misli sterjen (9) mahkamlangan. Anodlar grafit plastinkalar koʻrinishida boʻladi. Katod – poʻlat rama boʻlib, uning ichiga tekis yuzali poʻlat toʻr mahkamlangan.



14.2-rasm. Choʻktirilgan diafragmali elektrolitik vanna sxemasi.

Vanna yuqori qismiga qopqoq oʻrnatilgan, unda namakob berish uchun tirqish (4) va xlor chiqarish uchun tirqish (5) mavjud. Vodorod katod maydonidagi shtutser (7) orqali chiqariladi. Elektrolitik eritmani quyib olish uchun quvur (8) xizmat qiladi.

Elektrolizyorda tevarak atrof-muhitga energiyaning issiqlik hisobida yoʻqotilishini kamaytirish uchun issiqlik izolyatsiyasiga ega.

Choʻktirilgan diafragmali vanna 94-97°C haroratda ishlaydi. Vannaga 10000 a quvvat beriladi, kuchlanish 3,75 v ni, tok boʻyicha unum 96% ni, energiyadan foydalanish koeffitsienti esa 60% ni tashkil etadi.

Elektroliz jarayonida BGK-17-25 va BGK-17-50 turidagi vannalar koʻp ishlatiladi. Tuzilishi va energiyadan foydalanish boʻyicha bu vannalar boshqa turlaridan ustun turadi.

Simob katodli vanna

Simob katodli va grafit anodli vannalarda natriy xlorid eritmasining elektrolizi anodda xlor ionlarining zaryadsizlanishi hisobiga gaz holatdagi xlor ajralishi bilan amalga oshadi:



Simob katodda vodorodning ajralishi katta kuchlanish bilan sodir boʻladi. Agar neytral eritmadan vodorodning ajralish potentsiali temir katodda $-0,415$ v ni tashkil qilsa, simob katodda $-1,7 \div -1,85$ v ni tashkil etadi. Simobda natriy katta depolyarizatsiya effekti bilan ajraladi, ortiqcha simobda erib, NaHg_n amalgamasini hosil qiladi. Shuning uchun simob katodda natriyning zaryadsizlanish potentsiali muvozanatli potentsialidan kichik boʻladi. Uning muvozanatli potentsiali $-2,71$ v boʻlgani holda simob anodda $-1,2$ v ga teng. Shunday qilib, simob anodda quyidagi jarayonlar sodir boʻladi:



va vodorod ajralishi amalda kuzatilmaydi.

Natriy amalgamasi maxsus parchalash jihozida suv bilan quyidagi reaksiya boʻyicha parchalanadi:



Simob katodli vannada elektroliz jarayoni oʻrtacha $4,3-4,4$ v kuchlanishda sodir boʻladi.

Simob katodli vannaning prinsipial sxemasi 14.3-rasmda tasvirlangan. U ikki qismdan iborat: elektrolizyor va gorizontalar parchalagich.

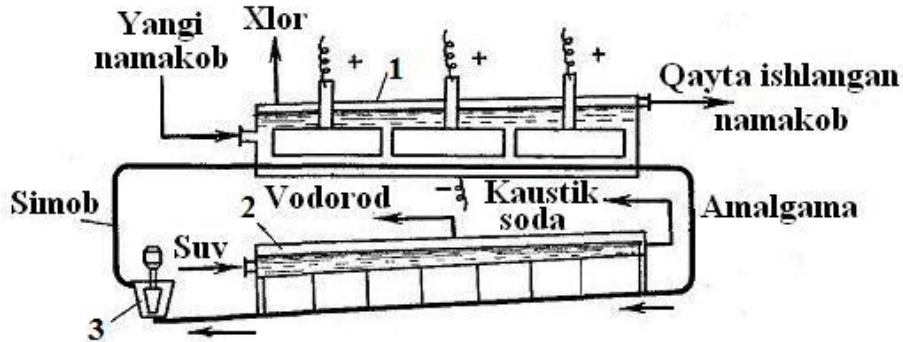
Elektroliz va parchalagich tuzilish jihatdan ajratigan boʻlishi mumkin hamda ular bir-biri bilan oʻtkazgich quvurlari bilan tutashtirilgan yoki bitta niqobga birlashtirilgan boʻladi.

Elektrolizyor (1) – toʻgʻri burchak kesimli uzun vanna boʻlib, ustki qismi qopqoq bilan berkitilgan, qopqoqqa grafit anod biriktirilgan boʻladi. Vannaning qisman qiya tagligiga katod shina joylangan va u orqali muntazam yupqa qatlamli simob harakatlanadi. Shunday qilib, vanna tagligi katod hisoblanadi. Elektrolizyor natriy xloridning toʻyingan eritmasi ($310-315$ g/l) bilan taʼminlanadi, unga elektroliz jarayonida osh tuzi $260-270$ g/l konsentratsiyagacha boʻlgan eritmasi qoʻshiladi. Elektrolit vannadan unda erigan xlor bilan chiqadi, xlorni vakuum ostida ajratiladi, qisilgan havo purkash orqali tuz bilan toʻyintiriladi, qoʻshimchalardan tozalanadi va qayta elektrolizga beriladi. Hosil boʻlgan xlor vanna qopqogʻi orqali chiqariladi.

Elektroliz jarayonida elektrolizyor tagligi boʻyicha simobning harakatlanishi natijasida natriy amalgamasi olinadi, u simobda eriydi va elektrolizyordan parchalagichga (2) oʻtkaziladi. Gorizontalar parchalagich – qopqoqli toʻgʻri burchak tarnovdir. Parchalagichga suv beriladi va unda vodorod va ishqor mahsulotlari hosil

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bo‘ladi. Parchalagich tagligi qisman qiya bo‘lib, shu tufayli simob taglik bo‘yicha harakatlanadi, parchalagichdan ko‘targich (3) orqali elektrolizyorga uzatiladi.



14.3-rasm. Simob katodli elektrolitik vanna sxemasi.

Har xil turdagi vannalar ish ko‘rsatkichlari 14.1-jadvalda keltirilgan.

14.1-jadval

Elektrolizyornlarning ish ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	Elektrolizyor turlari			
	Cho‘ktirilgan diafragmali		Simob katodli	
	BGK-17-25	BGK-17-50	Solve-200	R-50
Yuklama, a	25000	50000	190000	30000
Kuchlanish, v	3,6	3,7	4,56	4,6
Tok bo‘yicha unum, %	96	96	96	96
1 t xlorga energiya sarfi, kvт·s ..	2840	2920	3600	3240
Ishqor konsentratsiyasi, g/l	130-140	130-140	620-700	620-700

Ikki turdagi vannalar ishning ko‘rsatkichlarini taqqoslash ko‘rsatadiki, yuqori kuchlanish bo‘lganligi sababli simob katodli vannalarda diafragmali vannalarga nisbatan energiya sarfi katta bo‘ladi. Bundan tashqari, simob katodli vannalarni ishlatish birmuncha murakkab, ular qurilmalarining kapital xarajatlari katta bo‘ladi. Simob vannalari jihozlangan vannalarda mehnat sharoiti og‘ir, simobli vannalar katta hajmni egallaydi.

Simobli vannalarda osh tuzidan ajratilgan konsentrlangan eritmalar olish mumkinligi bunday vannalarning yagona ustunligi hisoblanadi. Shundan kelib chiqqan holda, toza ishqor olish talab etilsa (masalan, viskoza tolasi ishlab chiqarishda), barcha holatlarda simob katodli vannalar ishlatiladi.

Elektroliz sexlarida vannalar doimiy tok bilan ta‘minlanadi hamda seriyalar deb ataluvchi vannalar birin-ketin joylashtiriladi. Seriyalardagi vannalar soni tok

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

to'g'rilagichga beriladigan kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Ko'p hollarda o'zgarmas tok manbaining kuchlanishi 240-280 v bo'lganda seriya 60-70 vannadan iborat bo'ladi.

Ishqor, vodorod va xlor. Elektroliz natijasida eritma tarzidagi ishqor olinadi, u bug'latgich jihozlarida konsentrlanadi. Diafragmali vannalarda olingan ishqor tarkibida 130-140 g/l gacha NaOH va 180-170 g/l gacha NaCl bo'ladi. Past konsentratsiyali o'yuvchi natriy eritmasini saqlash va tashish iqtisodiy jihatdan maqbul emas. Diafragmali vannalarda olinadigan ishqor tarkibida ko'p miqdorda osh tuzi bo'ladi va undan ayrim ishlab chiqarishlarda foydalanib bo'lmaydi. Shunday qilib, elektrolizdan olingan eritmalarini konsentrlash, diafragmali vannalarda olingan ishqor eritmasini esa natriy xloriddan tozalash va osh tuzini elektrolizga qaytarish kerak bo'ladi.

Eritmalarni konsentrlash vakuum-bug'latgichli jihozlarda 40-50% NaOH konsentratsiyagacha bug'latish orqali amalga oshiriladi. Kaustik sodaning keyingi suvsizlantirilishi suyuqlantiruvchi qozonlarda o'tkaziladi, natijada qattiq kaustik soda olinadi.

Diafragmali vannalar elektrolitik eritmalarini bug'latish natijasida qattiq osh tuzi ajralib chiqadi. Bu eritmada NaOH konsentratsiyasi ortishi osh tuzi eruvchanligining keskin kamayishiga olib kelishi orqali izohlanadi.

Ajralib chiqqan osh tuzi filtrlash orqali eritmadan ajratiladi, yuviladi, suvda eritiladi va elektroliz jarayoniga qaytariladi.

Amalda bug'latish va suyuqlantirishdan so'ng tarkibida 1-3% NaCl bo'lgan ishqor olinadi.

Vodorod sovutiladi va iste'molchiga yuboriladi.

Elektrolizda olinadigan xlor suv bug'i bilan to'yingan bo'ladi. Xlorni quritish ikki bochqichda amalga oshiriladi. Xlordan namlikni ajralishi uchun u sovutgichda 20-30°C haroratgacha sovutiladi, so'ngra to'la quritish uchun kuporos moyi taqsimlanadigan to'ldirgichli minoraga beriladi. Quruq xlor ventiryator yoki kompressor yordamida po'lat quvur orqali (quruq xlor metallni yemirmaydi) iste'molchi sexiga o'tkaziladi.

Ko'pgina korxonalarda xlorni qisish orqali suyuqlantirish amalga oshiriladi. Xlor uchta usul bilan suyuqlantiriladi: 1) 10-12 atm bosim va xona haroratida; 2) atmosfera bosimi va qariyib -50°C bo'lgan quyi haroratda; 3) 3-6 atm bosim va -5 dan -25°C gacha haroratda. Suyuq xlor 50 t gacha sig'imli po'lat ballonlar, bochkalar yoki sisternalarga quyiladi va shunday tarzda iste'molchiga yuboriladi.

Nazorat uchun savollar

1. Filtrllovchi diafragmali elektrolitik vannaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Vodorod xlorid sintez pechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

**15-MAVZU: FTORID KISLOTASI OLISHNING NAZARIY ASOSLARI VA
TEXNOLOGIYASI**

Reja:

1. Ftorid va geksaftorsilikat kislotalarning fizik-kimyoviy xossalari.
2. Ftorid kislota ishlab chiqarish.

Hozirgi zamon kimyoviy texnologiyasi va texnikasida ftorli birikmalar muhim rol o'ynaydi. Suyuq vodorod ftorid spirtlar, aldegidlar va efirlar, polimerlash, izomerlash va alkilash jarayonlari uchun katalizatorlar sifatida, masalan yuqori faol motor yoqilg'ilari olish jarayonida qo'llaniladi. Suvsiz va suyuq vodorod ftoriddan organik birikmalarning ftorli hosilalari – issiqlik tashuvchilar, dielektriklar, yong'in o'chirish vositalari sifatida ishlatiladigan uglerod ftoridlar, shuningdek termo- va kimyoviy barqaror plastmassalar (ftoroplastlar), xlorli uglerod ftoridlari (freonlar) tayyorlash uchun qo'llaniladi. Kislotadan titan, sirkoniy, niobiy, tantal, vanadiy va boshqa metallar ftoridlari ishlab chiqarishda foydalaniladi. CoF_3 , MnF_3 , CeF_4 , PbF_4 va AgF_2 lar uglevodorodlarni ftorlash jarayonida katalizator hisoblanadi. Kauchuklar, farmatsevtika preparatlari olish va boshqa jarayonlarda katalizator sifatida bor ftorid ishlatiladi. Surma, simob va rux ftoridlari ham katalizator vazifasini o'taydi. Vodorod ftorid tabiiy fosfatlardan uranni ajratib olish va uran ftorid olish uchun ishlatiladi.

Ftor tuzlarining ko'p miqdori metallurgiyada ishlatiladi. Qazib olinadigan kalsiy diftorid (flyuorit) ning taxminan 70% miqdori marten va elektr pechlarida flyus sifatida ishlatiladi. Kalsiy ftoridning toza navlari optik jihozlar va boshqalarda qo'llaniladi.

Flyuorit (plavik shpat) va fosfatli rudalar ftorning tabiiy manbalari hisoblanadi. Fosfatli rudalarda ftorning miqdori nisbatan oz bo'lishiga qaramay, butun dunyodagi ftorning bunday turdagi xomashyo zaxirasi 90% dan ortiqni, uning tarkibida 48,7% gacha ftor bo'lgan flyuoritli zaxirasi esa 10% ni tashkil qiladi. AQSH geologik boshqarmasi ma'lumotlariga ko'ra, fosfat rudalaridagi ftorning butun dunyo manbaalari 360 mln tonna, shu bilan bir qatorda flyuorit shaklidagi ftorning zahirasi esa ~90 mln tonnaga teng deb baholanmoqda. Har yili o'g'itlar ishlab chiqarishda fosfatli rudalar bilan bir qatorda tarkibida 4 mln tonna ftor bo'lgan uning birikmalari ishlab chiqarilmoqda.

Fosfatli xomashyodan ftorning ajratib olishnishi va ishlatilishida ikkita: ftorli birikmalar ishlab chiqarishni kengaytirish va atrof-muhitga ftorli moddalar chiqishi hisobiga biosferaga zarar yetkazilishini oldini olish masalalari yechiladi.

Kimyo sanoatida ftor va uning organik va noorganik birikmalari ishlab chiqariladi. Suyuq vodorod ftorid, ftorid kislota, ftoridlar va ftorosilikatlar (kremneftoridlar) ftorning muhim noorganik birikmalari hisoblanadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Suvda eruvchan ftoridlar va ftorosilikatlar zaharlidir – bu esa ulardan insektofungisidlar va antiseptiklar sifatida foydalanish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Natriy ftorid, natriy va bariy ftorosilikatlar shakar lavlagi, zig‘ir, sabzavot va boshqa o‘simliklar zararkunandalariga qarishi kurashda, shuningdek bariy ftoratsetatga o‘xshash zoosidlar ishlatiladi.

Ftor birikmalari metallurgiyada [masalan, natriy ftoralyuminatlar (kriolit) va alyuminiy ftoridlar alyuminiy ishlab chiqarishda], atom energetikasida, qurilish materiallari ishlab chiqarishda, to‘qimachilik sanoatida va boshqa sohalarda ishlatiladi. Vodород ftorid issiqlik tashuvchi materiallar, xladonlar, dielektriklar, yong‘in o‘chirish vositalari, issiqlikka chidamli surkov vositalari sifatida ishlatiladigan ftororganik birikmalar olish, shuningdek termo- va kimyoviy bardosh plastmassalar – ftoroplastlar tayyorlash uchun ishlatiladi.

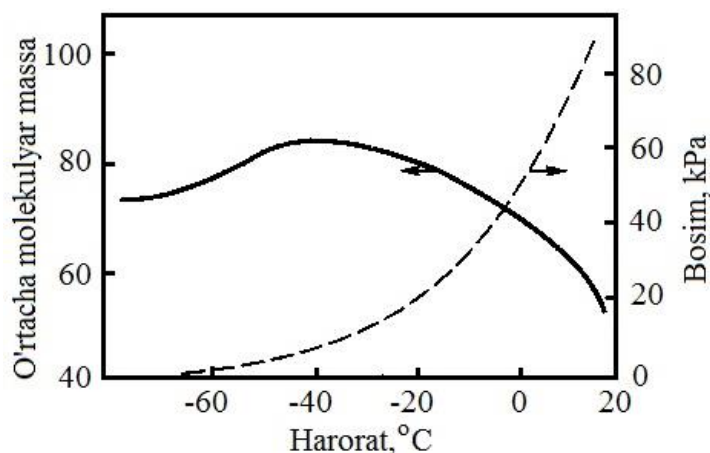
Ftorid va geksaftorsilikat kislotalarning fizik-kimyoviy xossalari

Vodorod ftorid HF rangsiz, 19,9°C da (101,3 kPa da) qaynaydi, –83,1°C da suyuqlanadi. Gazsimon, suyuq va qattiq holatida bo‘ladi. HF molekularining o‘ziga xos xususiyati – bu uning assotsiyalanishga moyilligidir (15.1-rasm). 0 dan 105°C gacha harorat (t) uchun HF bug‘larining to‘yingan bug‘ bosimi (P) quyidagi:

$$\lg P = 7,5 - 1952,6 / (355,5 + t)$$

formula bilan hisoblanadi.

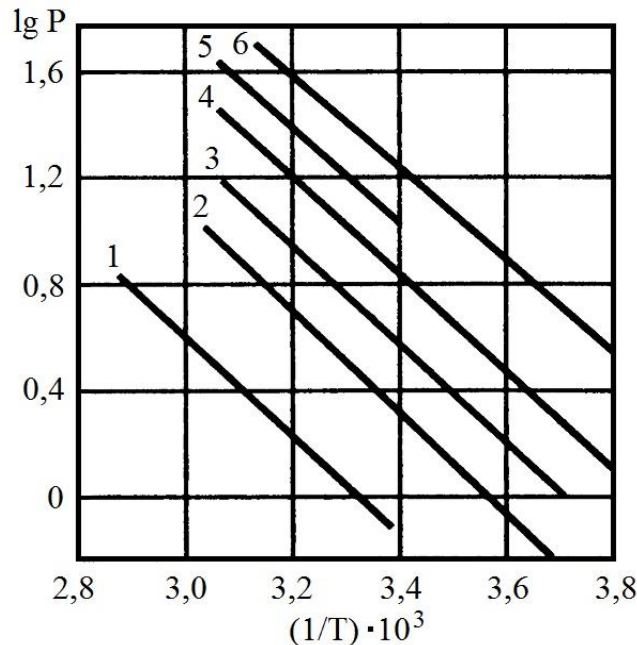
Vodorod ftorid suvda yaxshi eriydi, uning suvli eritmasi HF(aq) ftorid (plavik) kislota deyiladi. Ftorid kislota suvli eritmalarda gidroftorid (diftorogidrogenat) HF_2^- ionlari hosil qilgan holda dissotsilanadi:



15.1-rasm. Vodorod ftorid bug‘ining o‘rtacha molekulyar massasi va to‘yingan bug‘ bosimi

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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. Ftorid kislota ustidagi gazli fazadagi HF ning bosimi 15.2-rasmda ko'rsatilgan.



15.2-rasm. Ftorid kislota suvli eritmasi ustidagi HF ning bug' bosimi (P, kPa):

HF miqdori, %: 1 – 41,2; 2 – 50,9; 3 – 55,1; 4 – 60,52; 5 – 65,45; 6 – 70,23

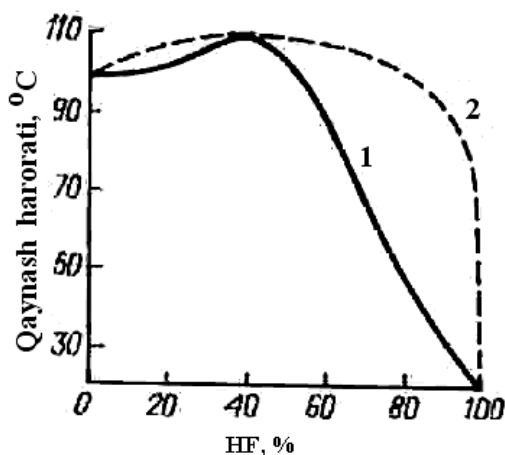
HF – H_2O sistemasida qaynash harorati va atmosfera bosimidagi bug'ning muvozanat tarkibi 15.3-rasmda keltirilgan. Bu ma'lumotlar tarkibida 0,1-1,8% H_2SiF_6 bo'lgan HF ning suvli eritmalariga taalluqlidir. Diagrammadan ko'rinadiki, HF – H_2O sistemasida tarkibida ~38% HF bo'lgan va 109°C (101,3 kPa) da qaynaydigan azeotrop aralashma mavjud.

Vodorod ftorid quruq holatda ko'pchilik element va ularning oksidlari bilan ta'sirlashmaydi, ammo namlik ishtirokida shiddatli reaksiyaga kirishadi. Ftorid kislota shisha va silikatlarni yemiradi, chunki kremniy dioksid bilan oson ta'sirlashadi:



Ayrim metallar, masalan qo'rg'oshin va mis ftorid kislota ta'siriga nisbatan chidamlidir, chunki ularning sirtki qavati reaksiya mahsulotidan hosil bo'lgan plyonka bilan o'ralib qoladi. HF ta'siriga rezina, ebonit va bir qancha plastmassalar yanada chidamlidir.

Ftorid kislota kletchatkani eritadi va shuning uchun terini yemirib, yara hosil qiladi. Shuning uchun ftorid kislota va vodorod ftorid bilan ishlanganda nihoyatda ehtiyot bo'lish lozimdir.



15.3-rasm. 101,3 kPa bosimda HF – H₂O sistemasidagi qaynash harorati va bug‘ning tarkibi:

1 – suyuqlikning tarkibi; 2 – bug‘ning tarkibi

MeHF₂ turidagi ishqoriy metall gidroftoridlari HF ga nisbatan kuchsiz kislota, boshqa metallar birikmalari, masalan AlF₃·3HF (yoki H₃AlF₆) esa HF ga nisbatan kuchli kislota hisoblanadi.

Kremniy tetraftorid SiF₄ – rangsiz gaz, sovutilganda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qattiq fazaga o‘tadi. Qattiq holatdagi SiF₄ –94,8°C da haydaladi. Qattiq holatdagi SiF₄ ning sublimatsiyalanish bosimi:

$$\lg P = 9,5 - 6100 / (4,57T)$$

formula bilan hisoblanadi. Kremniy tetraftorid suvga yaxshi (1 hajm suvga 265 hajm) yutiladi, bunda gidrolizlanib, geksaftorsilikat va silikat kislotalarni hosil qiladi:



600-800°C gacha haroratda SiF₄ ning suv bug‘i bilan gidrolizi juda oz darajada sodir bo‘ladi.

Kompleks geksaftorsilikat (kremneftorid, ftorosilikat) kislota H₂SiF₆ ham ftorid kislotada SiF₄ ning erishi natijasida hosil bo‘ladi:



H₂SiF₆ eritmalarida vodorod ionlarining yuqori konsentratsiyali bo‘lishini HF ning dissotsilanish ($\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$) muvozanatini F⁻ ionini erigan SiF₄ ga birikishi natijasida SiF₆²⁻ kompleks ioniga aylanishi ($2\text{F}^- + \text{SiF}_4 \rightleftharpoons \text{SiF}_6^{2-}$) hisobiga o‘ng tomonga siljishi orqali izohlanadi.



gidrolizning muvozanat konstantasi 20°C da:

$$K = [\text{H}^+]^4 [\text{F}^-]^6 / [\text{SiF}_6^{2-}] = 4 \cdot 10^{-28} \div 1 \cdot 10^{-27}$$

oralig‘ida bo‘ladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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.

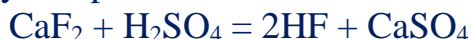
480°C da natriy kremneftorid Na_2SiF_6 ning NaF va SiF_4 ga dissotsilanish bosimi 1,07 kPa ga teng, 522°C da 6,16 kPa ga teng, yanada yuqori haroratda u keskin ortadi. Na_2SiF_6 ning suvda eruvchanligi 20°C da 0,66% ga, 100°C da esa 2,45% ga teng. Uning ftorid kislota-dagi eruvchanligi esa birmuncha yuqori bo‘ladi. Na_2SiF_6 suvli eritmalarida, ayniqsa kuchsiz eritmalarida ko‘proq gidrolizlanadi. Gidrolizlangan eritmalar uchun $\text{pH} = 3,5 \div 4$ bo‘ladi.

Ftorid kislota ishlab chiqarish

Texnik ftorid kislota A va B markalarda ishlab chiqariladi va Davlat standarti talablariga muvofiq, ularning tarkibida mos holda: 70 va 40% dan ortiq HF; 0,5 va 0,02% dan kam H_2SiF_6 ; 0,1 va 0,02% dan kam H_2SO_4 bo‘ladi. Ftorid kislota gummirlangan po‘lat temir yo‘l sisternalarida va polietilen idishlarda tashiladi. Tarkibida HF ning miqdori 99,9% dan kam bo‘lmagan (oliy nav) yoki 99,87% bo‘lgan (1-nav) suyuq vodorod ftorid uchun idish sifatida yuqori bosim sharoitida ishlatishga mo‘ljallangan po‘lat ballonlar, konteynerlar va maxsus temiryo‘l sisternalari ishlatiladi.

Suvsiz vodorod ftorid va ftorid kislota olish uchun ko‘pincha plavik shpat (flyuorit) ishlatiladi.

Maydalangan plavik shpat pechda 220-280°C haroratda 90-92% li sulfat kislota bilan quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi:



Pechdan tashqi qizdirish orqali HF bilan to‘yingan gaz chiqadi va uni sovutish natijasida suyuq fodorod ftorid kondensatsiyalanadi. Pechdan ichki qizdirish orqali HF bilan to‘yinmagan gaz chiqadi va uni suv bilan yuvish natijasida plavik kislota olinadi. Plavik kislota – vodorod ftorid va xomashyodagi kremnezem qo‘shimchasidan hosil bo‘ladigan geksaftorsilikat kislota bilan ifloslangan bo‘ladi. Plavik kislota ni geksaftorsilikat kislota dan tozalash uchun u soda bilan qayta ishlanadi, bunda yomon eriydigan natriy kremneftorid cho‘ktiriladi:



Tozalangan kislota – cho‘ktirish orqali kriolit, alyuminiy ftorid va natriy ftorid kabi suvda yomon eriydigan mahsulotlarga qayta ishlanadi.

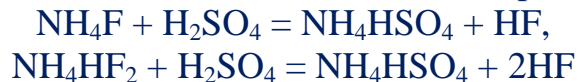
Flyuoritdan ftorid kislota olishning boshqa bir usulida u 1200°C dan yuqori haroratda pirogidrolizlanadi. Oson suyuqlanuvchi shlak hosil bo‘lishi uchun pirogidroliz jarayoni kvartsit yoki boshqa SiO_2 tutgan materiallar ishtirokida o‘tkaziladi. Natijada kalsiy silikat va HF hosil bo‘ladi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Vodorod ftorid fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishning chiqindi gazlaridan ham olinishi mumkin. Masalan, sulfat va kremneftorid kislotalar aralashmasidan HF va SiF₄ ni haydash va so'ngra gazlar aralashmasidagi komponentlarni ajratish orqali ham olinishi mumkin. Lekin bu ancha qiyinchilik bilan amalga oshiriladi. Undan ko'ra, dastlab SiO₂ ni ajratish hamda ftorli (NaF, CaF₂) yoki gidroftoridli (NaHF₂, NH₄HF₂) tuzlarga aylantirish va so'ngra ulardan kislotali yoki termik parchalash orqali HF olish afzalroqdir. Masalan, SiF₄ ni ammiakli absorbsiyalash natijasida dastlab ammoniy ftorsilikati hosil qilinadi; uning keyingi ammoniylanishi va SiO₂ cho'kmasining ajratilishidan olingan NH₄F eritmasi qattiq natriy ftorid bilan aralastiriladi. Bunday eritma bug'latilganda ftorsilikatning parchalanishi uchun qaytariladigan ammiak ajraladi; hosil bo'ladigan natriy gidroftoriddan gaz holatdagi HF ajratib olinishi uchun qizdiriladi va qattiq qoldiq ishlab chiqarish sikliga qaytariladi. Bu usulda ftorli gazlarning va shunga muvofiq holda ammoniy ftorsilikat eritmasining tozaligi muhim ahamiyatga egadir, chunki fosfatli va sulfatli qo'shimchalar aylanuvchi eritmalar va natriy ftorid tarkibida to'planadi; ularni sikldan chiqarishga to'g'ri keladi.

Boshqa usul ammiakning qisman uchirilishi hisobiga ammoniy ftorid suyuqlanmasini bug'latishga asoslangan; bunda ammoniy ftorid va gidroftorid aralashmasi olinadi, uni 200-330°C da sulfat kislota bilan parchalanadi:



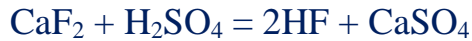
Ikkinchi reaksiyada ammiak va sulfat kislota sarfi, shuningdek oraliq mahsulot – NH₄HSO₄ sarfi birinchi reaksiyadagiga nisbatan 2 marta kamdir.

Vodorod ftorid va ftorid kislota ishlab chiqarish. F₂ molekulasidagi bog'lanish kuchsiz (160 kJ/mol), H-F bog'lanish esa mustahakam bo'ladi. Bu H₂+F₂ o'rtasidagi tarmoqlanuvchi zanjir reaksiyasi tarzidagi ftorlash reaksiyasi sodir bo'lishining energetik asosi sifatida xizmat qilishi mumkin. Bu esa bir necha bosqichlardan tashkil topgan quyidagi sxema bo'yicha elementlardan vodorod ftorid olish mumkinligini ko'rsatadi:



Tabiiy flyuoritni 90-92% li sulfat kislota bilan parchalash jarayoni sanoat ishlab chiqarishida vodorod ftorid olishning keng tarqalgan usuli hisoblanadi:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



Jarayonni to'xtovsiz ishlaydigan aylanuvchi pechda 120-180°C haroratda amalga oshiriladi.

Boshlang'ich xomashyoda qo'shimchalar bo'lganligi sababli asosiy jarayon bilan parallel qo'shimcha reaksiyalar ham sodir bo'ladi:

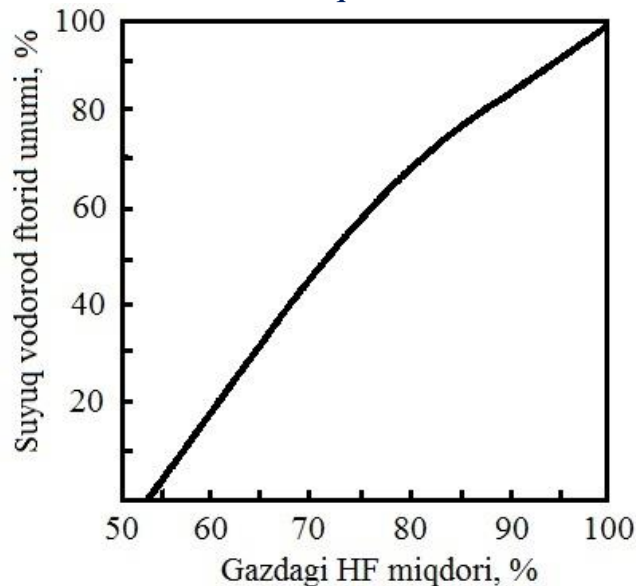


Sanoatda vodorod ftorid olishning uchta usuli mavjud:

- 1) HF suvli eritmasini olish;
- 2) 100% li suyuq HF olish;
- 3) flyuoritni qayta ishlash jarayonidagi chiqindi gazlaridan HF ning suvli kuchsiz eritmalarini olish.

Suyuq (100% li) vodorod ftorid va ftorid kislota olish. Suyuq vodorod ftorid olish uchun yuqori konsentratsiyali va tarkibida oz miqdorda kremniy tetraftorid bo'lgan gaz kerak bo'ladi. Shuning uchun ishlab chiqarishda xomashyo sifatida tarkibida 96-97% CaF_2 va minimal miqdorda kremniy dioksid bo'lgan dala shpati (flyuorit) yoki uning konsentrati qo'llaniladi.

15.4-rasmda boshlang'ich gazni 80 dan -15°C gacha sovutilganda undagi HF konsentratsiyasiga bog'liq holda suyuq vodorod ftoridning unumi keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki, gazdagi HF konsentratsiyasi pasayganda suyuq vodorod ftorid unumi keskin kamayadi va 54% ga yetganda unum nolga yetadi. Tarkibida 54% dan kam HF bo'lgan gazdan suyuq vodorod ftoridni faqatgina -15°C haroratdagina kondensatlanishi mumkin, bu esa ishlab chiqarishda samarali hisoblanmaydi.



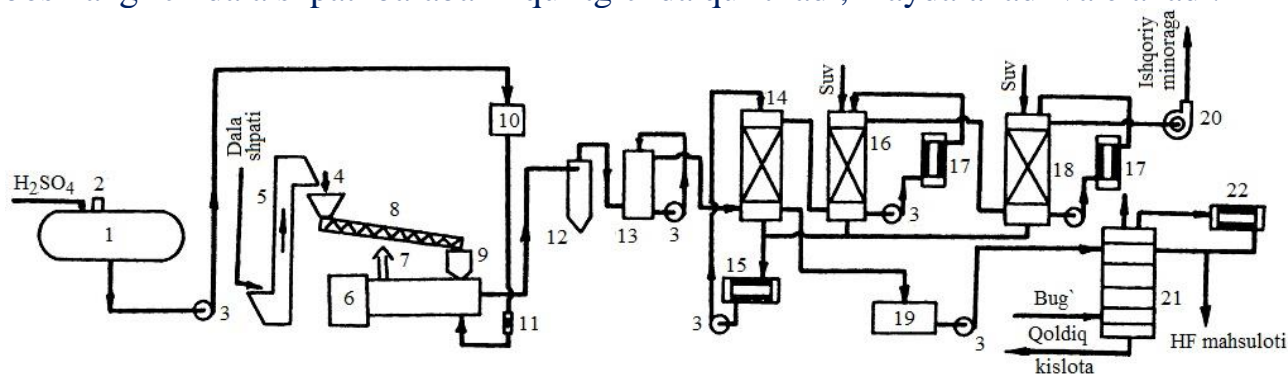
15.4-rasm. Suyuq vodorod ftorid unumining boshlang'ich gazdagi HF konsentratsiyasiga bog'liqligi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Boshlang'ich gaz tarkibida oz miqdorda suv bo'lsa ham suyuq vodorod ftorid unumi keskin kamayadi. Gazdagi suv miqdori reaksiya tenglamasi yuqorida keltirilgan suv ajralib chiqishi bilan parchalanadigan boshlang'ich xomashyodagi qo'shimchalar bo'lishiga bog'liqdir. Shuning uchun ishlab chiqarishda suvni ajratib olishning eng yaxshi usuli gazdan vodorod ftoridni bir necha bosqichda kondensatsiyalash hisoblanadi.

Vodorod ftorid suv bilan har qanday nisbatda aralashadi, tarkibida 80% va undan ko'p HF bo'lgan yuqori konsentratsiyali ftorid kislota hosil qiladi. Suyuq vodorod ftorid olish usullaridan birida shunday kislota rektifikatsiyalash hisoblanadi. Bunday holatda rektifikatsiya kolonnasi ichida muntazam qaynab turadigan aralashma qoladi, kolonnadan chiqadigan konsentrlangan vodorod ftorid suyuq mahsulotga kondensatlab olinishi mumkin.

Suvsiz vodorod ftorid olishning 15.5-rasmda keltirilgan sxemasiga muvofiq, tarkibida 97% dan ko'p CaF_2 , 1% dan kam SiO_2 va 1% dan kam CaCO_3 bo'lgan boshlang'ich dala shpati barabanli quritgichda quritiladi, maydalanadi va elanadi.



15.5-rasm. Suvsiz suyuq vodorod ftorid olish sxemasi:

1-kislota yig'gichi; 2-havo klapani; 3-markazdan qochma nasos; 4-bunker; 5-elevator; 6-dala shpatini parchalash pechi; 7-mo'rili quvur; 8-shnekli transportyor; 9-bunker ta'minlagich; 10-ta'minlovchi yig'gich; 11-rotamer; 12-siklonli changtutgich; 13-skrubber; 14, 16, 18-absorberlar; 15-sovutgich; 17-sovutgichlar; 19-yig'gich; 20-ventilyator; 21-rektifikatsiya minorasi; 22-deflegmator.

Boshlang'ich kukunsimon flyuorit qabul qiluvchi bunkerdan elevator (5) bilan yuqoridagi (4) bunkerga uzatiladi, u yerdan shnekli transportyor (8) yordamida (9) ta'minlagich-bunkerga yuklanadi. Boshlang'ich sulfat kislota (1) yig'gichdan markazdan qochma nasos yordamida (10) ta'minlovchi idishga uzatiladi, u yerdan rotamer (11) yordamida aralastirgichli ta'minlagichga uzatiladi. Shu bilan bir paytda ta'minlagichga muntazam tarzda boshlang'ich flyuorit kelib tushadi. Boshlang'ich xomashyolar aralashmasi – shixta (flyuoritning sulfat kislota bilan aralashmasi) 5-6 minut davomida shnek tarzidagi aralastirgichli ta'minlagichdan o'tib, pechga (6) tushadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

HF olish uchun to'xtovsiz ishlaydigan aylanuvchi barabanli pech ishlatiladi. Baraban 12-16 mm qalinlikdagi po'lat-3 dan tayyorlangan bo'lib, tabiiy gaz bilan qizdiriladi.

Pech harorati unga kirishda 160-180°C ni, undan chiqishda esa 120-140°C tashkil qigan holda reaksiya aralashmasining pechda bo'lish davri 55-60 minutni tashkil etadi. Pechdan chiqadigan gaz harorati 120-140°C bo'lib, uning tarkibida 80% gacha HF bo'ladi. Pechdan chiqadigan ishlab chiqarish chiqindisi tarkibida ~80% CaSO₄, 2-6% CaF₂ va 10-12% sulfat kislota bo'ladi. Chiqindi kalsiy karbonat bilan neytrallanadi.

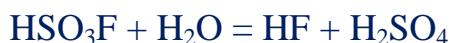
Pechdan chiqadigan gaz holatidagi HF chang tutgich (12) orqali gaz o'tkazgichdan o'tib, skrubberda (13) sulfat kislota bilan yuviladi, unga markazdan qochma nasos (3) yordamida sovutgich (15) orqali sulfat kislota aylantirib turiladi va gaz 80% li HF ishlab chiqaradigan absorbsiya kolonnasiga (14) yuboriladi. Undan chiqadigan qoldiq gaz 60% li ftorid kislota ishlab chiqaradigan absorbsiya minorasiga (16) yo'naltiriladi. Sovutgich (17) – absorber (16) tizimida nasos (3) bilan sirkulyatsiyalanganidan so'ng 60% li ftorid kislota ishlab chiqariladi. Shundan so'ng gaz absorberdan (16) xuddi absorbsiya qurilmalaridagi (14 va 16) kabi texnologiya bo'yicha 30% li ftorid kislota hosil bo'ladigan absorbsiya qurilmasiga (18) yuboriladi.

Chiqindi gazlarini atmosferaga chiqarishdan oldin koks to'ldirgichli minorada natriy gidroksidning suvli eritmasi bilan yuviladi. 80% li ftorid kislota mis qalpoqli kolonnada (21) rektifikatsiyalanadi va deflegmator (22) orqali tayyor mahsulot sifatida chiqarib olinadi. 60% li vodorod ftorid absorbsiya minorasiga qaytariladi, u yerda HF 80% gacha konsentrlanadi.

Suyuq vodorod ftorid tarkibidagi oz miqdorda qolgan suvni tozalash uchun uni 90-100% li sulfat kislota bilan ekstraksiya-distillyatsiya minorasida qayta ishlanadi. Minoraning yuqori qismidan sulfat kislota, o'rta qismidan esa suyuq vodorod ftorid uzatiladi. Minoradagi bosim 0,35-0,7 atm, harorat esa 150-180°C chegarasida ushlab turiladi. Minoraning yuqori qismidan suvsiz HF, quyi qismidan esa 80% li sulfat kislota chiqadi.

Minora ostki qismida haroratning ortishi va sulfat kislota suyuqligi natijasida hosil bo'ladigan oz miqdordagi ftorsulfon kislotaning gidrolizi sodir bo'ladi.

Suvsiz vodorod ftoridni suyuq ftorsulfon kislotani bosqichli gidrolizlash orqali ham olish mumkin:



Bunda har bir bosqichda qo'shiladigan suv miqdori HSO₃F ni to'la parchalash uchun kerak bo'ladigan miqdordan kam bo'lishi kerak.

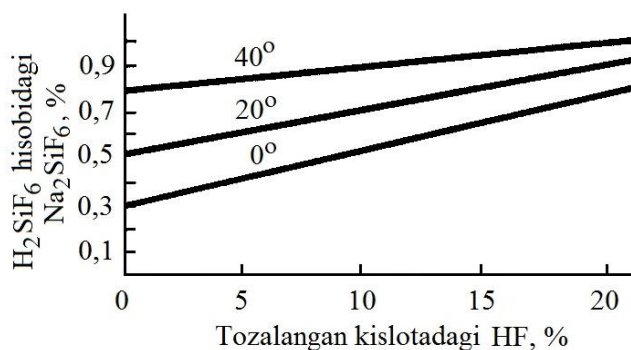
Ftorid kislota olish suyuq vodorod ftorid olish usulidan asosan vodorod ftorid absorbsiya tizimi bilan farq qiladi. Bu holda vodorod ftorid absorbsiya jarayoni halqasimon koks to'ldirilgan bir necha (7-8 ta) absorberlardan iborat tizimda amalga oshiriladi. Absorberlar korpusi himoyalangan bo'ladi. Hozirgi paytda absorberlar

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

ftoroplastdan tayyorlanmoqda. 80°C dan past haroratda ishlaydigan absorberlar esa organik shisha yoki polietilendan tayyorlanadi. Shuningdek ularni grafitdan ham tayyorlash mumkin.

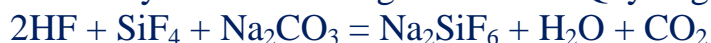
Absorbsiya jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Oxirgi absorberga suv beriladi va undan olinadigan konsentrlanmagan kislota oldingi absorberlarga gaz harakatiga qarama-qarshi yoʻnalishda beriladi. Gaz harakati boʻyicha birinchi absorberdan mahsulot kislotasi chiqarib olinadi. Tizim orqali gaz harakatini taʼminlash uchun oxirgi absorberdan keyin kimyoviy himoyalangan ventilyator oʻrnatiladi.

Tizimda kimyoviy himoyalangan markazdan qochma nasoslar yordamida kislota harakatlantiriladi. 15.6-rasmdan koʻrinadiki, tarkibida 40% HF boʻlgan belgilangan meʼyordagi ftorid kislota olish uchun absorbsiyaga keladigan gazdagi HF konsentratsiyasi 25°C haroratda 7 mg/l dan, 50°C haroratda esa 30 mg/l dan koʻp boʻlishi talab etiladi. Absorberlarga beriladigan suv miqdori shunday boshqariladiki, bunda mahsulot kislotasida 12-18% HF boʻlishi taʼminlanadi.



15.6-rasm. Turli xil haroratda natriy geksaftorsilikatning ftorid kislotada eruvchanligi.

Absorberlarda HF yutilish jarayoni bilan parallel holda SiF_4 ning kondensatsiyasi sodir boʻladi. Absorberlardan chiqadigan texnik ftorid kislotadagi SiF_4 konsentratsiyasi boshlangʻich dala shpatidagi kremniy dioksid miqdoriga bogʻliq boʻlib, 2 dan 20% gacha chegarada oʻzgaradi. Ftorid kislotani natriy geksaftorsilikat hosil qiladigan SiF_4 dan tozalash uni kimyoviy himoyalangan reaktorlarda natriy karbonat bilan qayta ishlash yoʻli bilan amalga oshiriladi. Quyidagi reaksiya boʻyicha:



hosil boʻladigan qiyin eriydigan natriy geksaftorsilikat choʻkmaga tushadi, uni tindirish yoki vakuum-filtrda filtrlash yoʻli bilan ajratiladi va suv bilan yuviladi.

Yuvindi suv ftorid kislota bilan aralastiriladi va ftoridlar olishga yuboriladi.

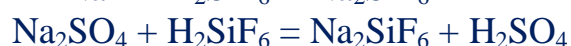
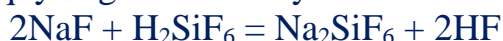
Natriy geksaftorsilikatni choʻktirish uchun ortiqcha miqdorda natriy karbonat qoʻllab boʻlmaydi, chunki bunda HF ning bir qismi neytrallanadi:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



Eritmani reaksiyada keltirilgan geksaftorsilikat kislotadan tozalash uchun kerak boʻladigan natriy karbonatning stexiometrik miqdori sarflanishi muhim ahamiyat kasb etmaydi, chunki natriy geksaftorsilikatning eruvchanligi natriy ftorid va sulfatlar eruvchanligidan kamdir. Shuning uchun eritmadagi geksaftorsilikat kislota bu tuzlardan Na_2SiF_6 tarzida quyidagi sxema boʻyicha choʻktiriladi:



Tozalangan kislota tarkibida oz miqdorda H_2SO_4 , NaF hamda HF konsentratsiyasi va haroratga bogʻliq holda juda oz miqdorda Na_2SiF_6 boʻladi. Na_2SiF_6 miqdori uning eruvchanligidan biroz koʻproq miqdorda boʻladi.

Ftorid kislota (H_2SiF_6 va Na_2SiF_6 boʻlmagan) olish maqsadida pech gazi HF ni absorbsiyalash jarayoniga qadar SiF_4 ni K_2SO_4 eritmasiga yutdirish yoʻli bilan tozalanadi.

1 tonna 100% li HF olish uchun: 2,55 tonna flyuorit (100% CaF_2), 3,75 tonna sulfat kislota (100% H_2SO_4) sarflanadi.

Nazorat uchun savollar

1. Vodorod ftorid va ftorid kislota qanday maqsadlarda ishlatiladi?
2. Ftorid va geksaftorsilikat kislotalarning fizik-kimyoviy xossalari
3. Ftorid kislota ishlab chiqarish usullarini ayting.
4. Vodorod ftorid va ftorid kislota ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
5. Suyuq (100% li) vodorod ftorid va ftorid kislota olish texnologiyasini tushuntiring.

II. AMALIY VA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI MATERIALLARI

1. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-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 kislota hajmi va og‘irlik miqdori hisoblansin.

Berilgan:

$D=13\text{m}$

$H=5\text{m}$

$h=0,65$

$C=97\% \text{H}_2\text{SO}_4$

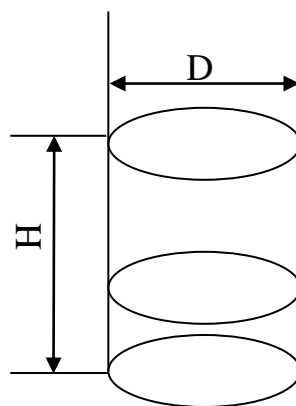
$97\% \text{H}_2\text{SO}_4$ zichligi $\rho=1,8364 \text{ t/m}^3$ (ma’lumotnomadan olinadi)

$V = \text{H}_2\text{SO}_4$ -?

$M = \text{H}_2\text{SO}_4$ -?

Masalaning yechimi:

1. Kislota saqlagichning umumiy ko‘rinishi quyidagicha bo‘lishi mumkin:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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:

$$V_2 \text{H}_2\text{SO}_4 = V_1 \text{ m}^3 \cdot h = 663,32 \text{ m}^3 \cdot 0,65 = 431,16 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$$

4. Kislota saqlagichida saqlanayotgan 97% sulfat kislotasaning og'irlik miqdorini hisoblaymiz:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = V_{\text{H}_2\text{SO}_4} : \rho_{97\% \text{ H}_2\text{SO}_4} = 431,16 \text{ m}^3 \cdot 1,8364 \text{ t/m}^3 = 791,79 \text{ t H}_2\text{SO}_4$$

5. Hozirgi vaqtda sulfat kislota omborxonalarida ishlatilayotgan kislota saqlagichlarining har birining hajmi 3000 m³ va undan ortiqroq ham bo'lishi mumkin va unda o'rtacha 5500 tonna atrofida kuporos moyi (93:94% H₂SO₄) 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=15m, balandligi H=6m 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 kislota hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

2-masala. Diametri D=18m, balandligi H=7m 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 kislota hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

3-masala. Diametri D=12m, balandligi H=8m 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 kislota hajmi va og'irlik miqdori hisoblansin.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK 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 kislota molekulyar massasi, $M = 98$ u.b. ga teng (shartli ravishda).

Oltinugurtning 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:

$$m_2 = m_1, \text{ t/yil} : T_{ef,soat} = 500000 : 8196 = 61 \text{ t } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4 / \text{soat.}$$

8. Xomashyodagi aralashma miqdorini hisoblaymiz:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQUARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$n_2 = 100 - S_S = 100 - 98,5 = 1,5 \text{ \% ar.}$$

8. 100% H₂SO₄ bo'yicha oltingugurtning soatbay sarfini kg/ soatlarda aniqlaymiz:

$$m_3 = \frac{m_1 t/y \cdot A_S \cdot 1000 \text{ kg}}{M_{H_2SO_4} \cdot (1 - h_1\% / 100\%) \cdot (1 - h_2\% / 100\%) \cdot 98 (1 - 3/100)(1 - 1,5/100)} = \frac{61 \cdot 32 \cdot 1000 \text{ kg}}{98 (1 - 3/100)(1 - 1,5/100)} =$$

$$= 20008,3 \text{ kg } S_{ifl.}/\text{soat.}$$

10. 1t 100% H₂SO₄ ishlab chiqarish bo'yicha iflos oltingugurtni sarflanish koeffitsiyentini hisoblaymiz:

$$m_4 = \frac{m_3 \text{ kg/soat}}{m_4 \text{ t/y}} = \frac{20\,008,3 \text{ kg/soat}}{61} = 328,0049 \text{ kg } S_{ifl.}/\text{tonna } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4.$$

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:

$$m_5 = \frac{m_1 \text{ t/y} \cdot 100\%}{C_{H_2SO_4} \%} = \frac{500000 \cdot 100}{93} = 537634,4 \text{ t kup.moyi / yil.}$$

13. Sulfat kislota sexining kuporos moyi bo'yicha unumdorligini kg/soatda hisoblaymiz:

$$m_6 = \frac{m_5 \text{ t/yil} \cdot 1000}{T_{ef.soat}} = \frac{537634,4 \cdot 1000}{8196} = 65597,169 \text{ t kup.moyi / soat.}$$

14. Kuporos moyi uchun kerak oltingugurtni soatbay sarfini hisoblaymiz:

$$m_7 = \frac{m_6 \cdot 32 \cdot S_{H_2SO_4}}{98 \cdot (1 - h_1\% / 100\%) (1 - h_2\% / 100\%) \cdot 100\%} =$$

$$\frac{65\,597,169 \cdot 32 \cdot 93}{98(1 - 3/100)(1 - 1,5/100) \cdot 100} = 20\,010,073 \text{ kg iflos S / soat.}$$

15. 1t 93% li kuporos moyi ishlab chiqarish uchun iflos oltingugurtni sarflanish koeffitsiyentini hisoblaymiz:

$$m_8 = \frac{m_7 \cdot 1000 \text{ kg}}{m_6} = 305 \text{ kg iflos S / t } 93\% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

**2-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)
 $m_4=?$
 γ 94% $H_2SO_4=1,8312$ t/ m^3 , $C_s'' = 99 \cdot \% S$

Masalaning yechimi:

1. 1 kunda necha tonna 94% li sulfat kislotasi ishlab chiqariladi?

$$m_1 = m \text{ t/soat} \tau \text{ soat} = 110 \cdot 24 = 2640 \text{ t } 94\% H_2SO_4/\text{kun}$$

2. Kuniga m_1 t 94% H_2SO_4 dan necha t 100% H_2SO_4 ishlab chiqarish mumkin?

$$m_2 = \frac{m_1 \text{ t/кун} \cdot 94\%}{100\%} = 2481,6 \text{ t } 100\% H_2SO_4 / \text{кун}$$

3. Agarda ishlatilayotgan oltingugurt tarkibida $S_s=99,5\%$ S bor bo‘lsa, kuniga qancha oltingugurt kerak?

$$m_3 = \frac{m_2 \text{ t/кун} \cdot C_s \%}{100} = \frac{2481,6 \cdot 99\%}{100\%} = 2456,8 \text{ t } 2\text{-nav S kerak.}$$

4. Xomashyo ishlab chiqarishdagi yo‘qotilishni e‘tiborga olib, uni sarfini aniqlaymiz:

$$m_4 = m_3 \text{ t} \left(1 + \frac{\eta\%}{100} \right) = 2456,8 \text{ t} \left(1 + \frac{1,5}{100} \right) = 2493,6 \text{ t/кун } 2 \text{ navli S}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Mustaqil hisoblash uchun ma'lumotlar:

1-masala. Agarda oltingugurtni 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 oltingugurtni 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 oltingugurtni 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.

3-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

$P_s(a)=51\%$ S(flat)

$P_s(3)=0,4\%$

$FeS_2 = 2\%$ yo'qotish

$t=24$ soat =kun

$m_{(3)}Fe_2O_3=?$

Masalaning yechimi:

1. Avvalam bor temir kolchedanini Fe_2O_3 shaklida zang hosil qilish reaksiyasini yozamiz:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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:

$$m_1 = mFeS_2 \tau / coam \left(1 - \frac{\eta\%}{100} \right) = 20\% \cdot \left(1 - \frac{2}{100\%} \right) = 19,6 \text{ t/soat}$$

4. Hosil bo'lgan Fe_2O_3 miqorini aniqlaymiz:

$$m_2 = m_1 \tau / coam \cdot x^{Fe_2O_3} \tau / \tau = 19,6 \cdot 0,68 = 13,33 \text{ t } Fe_2O_3 / \text{soat}$$

5. Bir kunda hosil bo'layotgan temir zangi miqdorini hisoblaymiz:

$$m_3 = m_2 \text{ t/soat } \tau \text{ soat} = 13,3324 = 319,87 \text{ t } Fe_2O_3 / \text{kun}$$

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. $Ps(a)=50\%$ S (amal) 52
3. $Ps(3)=2,5\%$ 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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$P_s(yo) = P_s(a) - xP_s(3) = 52\% - 0,662,5\% = 50,35\%$$

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;

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

$$V_{(y\%)} = \frac{22860}{P_{(SO_2)}} = \frac{22860}{9\%} = 2540 \frac{M^3 (y\%)}{T 100\% H_2SO_4}$$

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?

$$V^I_{(u.g)} = V(o'g)(1+\eta\%/100\%) = 2540 \cdot (1+0,5/100) = \frac{2552,73M^3}{100\%} (o'g) H_2SO_4$$

3. 1t 93% H_2SO_4 ishlab chiqarish uchun necha m^3 o'choq gazi kerak bo'ladi?

$$V^{II} (ug) = V^I(ug)93\% /100\% = 2552,793\%/100\% = \frac{2374M^3}{T 100\%} (o'g) H_2SO_4$$

4. Soatiga necha tonna H_2SO_4 ishlab chiqiladi?

$$m^I = \frac{m}{24} = \frac{1560T/kyH}{24} = 65 T/coam$$

5. Soatiga necha m^3 o'choq gazi kerak?

$$V^{III}(o'.g) = V^{II}(o'.g)m^I = 237465 = 154310 \frac{M^3 (y\%)}{coar}$$

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 oltingurgut 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.

4-AMALIY MASHG'ULOT

**SULFIT ANGIDRIDNI SULFAT ANGIDRIDGA OKSIDLASH JARAYONI
HISOBLARI**

Masalaning sharti:

Oltiingugurt ikki oksidini oltiingugurt uch oksidiga oksidlash jarayoni muvozanat doimiysi va muvozanat sharoitidagi oksidlash darajasi hisoblab topilsin, agarda kontakt apparatiga kirayotgan o'choq gazining tarkibida oltiingugurt 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. $P_{\text{N}_2} = 79,5\% (x)$
- $\frac{\quad}{K_{m.d} - ? X_{m.sh.o.d} - ?}$

Masalaning yechimi:

1. SO_2 ni SO_3 ga oksidlash muvozanat doimiysini hisoblaymiz:

$$1gkp = \frac{A^1}{T} - B^1 = \frac{4905,5}{460 + 273} - 6,1734 = 0,518896$$

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.

$$X_{mshod} = \frac{K_{m.d}}{K_{m.d} + \sqrt{(100 - 0,5aX_{msh.o.d}) / (e - 0,5aX_{msh.o.d})}} \quad (1)$$

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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

$$3. X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,6879 / 1(10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,6879)}} = 0,4478$$

Erishilgan natija shuni ko'rsatadiki: $X^{(x)}_{\text{mshod}} \neq X^{(b)}_{\text{mshod}}$ ya'ni, muvozanat sharoitida oksidlanish darajasi (m.sh.o.d) ning berilgan va hisoblangan qiymatlari bir-biriga teng emas.

Endi $X^{(b)}_{\text{mshod}} = 0,4478$ uchun (1) tenglamani yechamiz:

$$4. X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4478 / 1(10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4478)}} = 0,4658$$

Erishilgan natija shuni ko'rsatadiki: $X^{(x)}_{\text{mshod}} \neq X^{(b)}_{\text{mshod}}$ ya'ni, muvozanat sharoitida oksidlanish darajasi (m.sh.o.d)ning berilgan va hisoblangan qiymatlari bir-biriga teng emas.

Endi $X^{(b)}_{\text{mshod}} = 0,4658$ uchun (1) tenglamani yechamiz:

$$5. X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{3}{3 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4658 / 1(10,5 - 0,5 \cdot 10,0 \cdot 0,4658)}} = 0,4645$$

(b) X _{m.sh.o.d}	0,6879	0,4479	0,4658
(x) X _{m.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 SO₂ ni SO₃ 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°C bo'lsa, SO₂ ni u.g tarkibidagi miqdori R_{SO₂} = 10% (x), R_{O₂} = 11% (x) u.g bosimi R-1 atm, universal gaz doimiysi R = 1,98 kkal /mol grad, katalizator doimiy soni K₀ = 9,0 · 10⁶ bo'lsa, natural logarifm asosi ye = 2,72; A¹ = 4905,5; V¹ = 6,1734 ga teng bo'lsa, tezlik doimiysi aniqlansin.

Berilgan:

1. R_{SO₂} = 11% (x) = a

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

2. $R_{O_2} = 11\%(x) = v$
3. $Y_e = 22400 \text{ kkal/mol}$
4. $t = 510^\circ\text{C}$
5. $K_0 = 9,0 \cdot 10^6$
6. $R = 1,98 \text{ kkal/mol}$
7. $y_e = 2,72$
8. $A^1 = 4905,5$
9. $V^1 = 6,1734$
10. $X = 0,55$

Masalaning yechimi:

1. Muvozanat doimiysini quyidagi tenglama orqali hisoblaymiz.

$$\lg K_{m.d} = \frac{A^1}{T} - B^1 = \frac{490,5}{273 + 510} = 4,6455 = 1,6$$

$\lg K_{m.d} = 1,6$ ni antilogorfm lab
 $K_{m.d} = 40$

2. Arrenius tenglamasidan foydalanib tezlik doimiysini hisoblaymiz.

$$K_{t.d} K_0 \cdot e^{-E/RT} = 9 \cdot 10^6 \cdot 2,72^{22400/1,98 \cdot 783} = 4,9$$

3. SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligini Borekov tenglamasidan foydalanib aniqlaymiz:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{K_{m.d}}{a} * \frac{X_{\text{mshod}} - X^{0,8}}{X} * \frac{ax}{2} \frac{273}{T}$$

bu yerda:

$$a = R_{(SO_2)} \quad v = R_{(O_2)}$$

$X^{(x)}_{\text{mshod}}$ – muvozanat sharoitidagi oksidlanish darajasi. Uni miqdorini yuqoridagi masaladan o‘rniga qo‘yish usuli bilan quyidagi tenglama orqali yechamiz.

$$X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{K_{m.d}}{K_{m.d} + \sqrt{100 - 0,5aX_{\text{mshod}}/P(\varepsilon - 0,5a\mathcal{U}_{\text{mshod}})}}$$

$$X^{(b)}_{\text{mshod}} = \frac{40}{40 + \sqrt{100 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8971 / (11 - 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8971)}} X$$

$$X \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,8971 / 2,2 - 0,8971}} = 0,9126$$

$X^{(b)}_{\text{mshod}} = 0,91126$ deb qabul qilamiz va:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,9126 / 2,2 - 0,9126}} = 0,9122$$

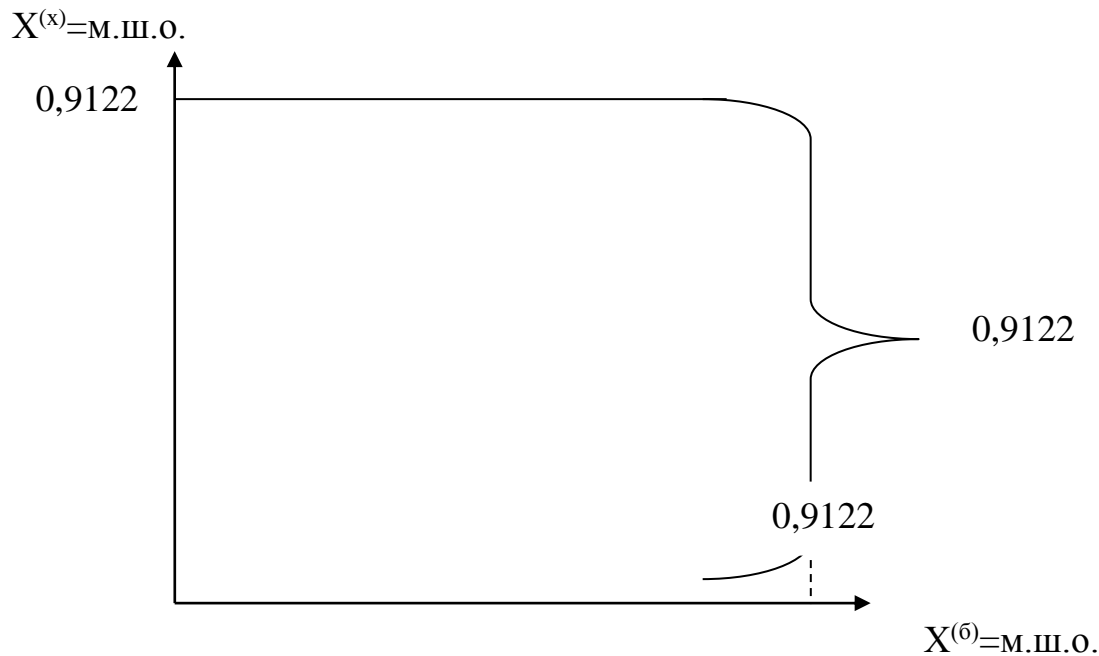
$X^{(b)}_{\text{mshod}} = 0,9122$ deb qabul qilamiz va:

$$X^{(x)}_{\text{mshod}} = \frac{40}{40 + \sqrt{20 - 0,9122 / 2,2 - 0,9122}} = 0,9122$$

4. Olingan natijalar asosida quyidagi jadvalni tuzamiz:

$X^{(b)}_{\text{mshod}}$	0,8917	0,9126	0,9122
$X^{(x)}_{\text{mshod}}$	0,9126	0,9122	0,9122

5. Bu jadval asosida $X^{(x)}_{\text{mshod}} = f(X^{(b)}_{\text{mshod}})$ grafigini tuzamiz:



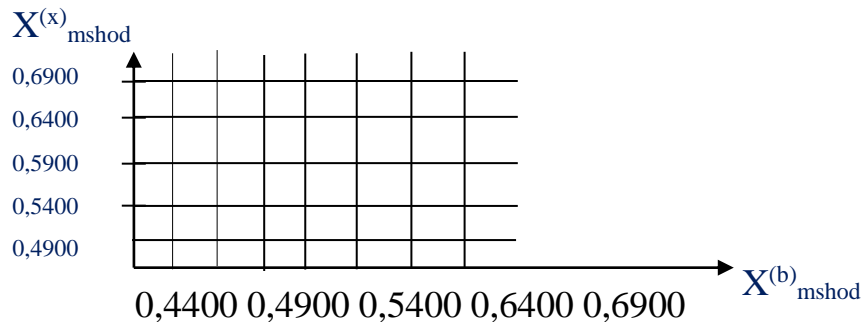
6. Bu grafikni abtsissa va ordinata tomonlarini AS chizig'ida sirkul bilan o'lchash natijasida $X^{(x)}_{\text{mshod}} = X^{(b)}_{\text{mshod}} = 0,9122$ ekanini topamiz. demak, $X_{\text{mshod}} = 0,9122$.

7. Yuqoridagi sonlarni Boreskov tenglamasiga qo'yib, SO_2 ni SO_3 ga oksidlanish tezligini hisoblaymiz:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{4.9}{10} * = \frac{0.9122 - 0.55^{0.8}}{10} * 11 - \frac{(10 * 0.55)}{2} * \frac{273}{783} = 0.7425$$

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 SO₂ ni SO₂ ga muvozanat sharoitidagi oksidlanish darajasi miqdori $=X^{(x)}_{mshod} = 0,4651$ ga teng ekan.

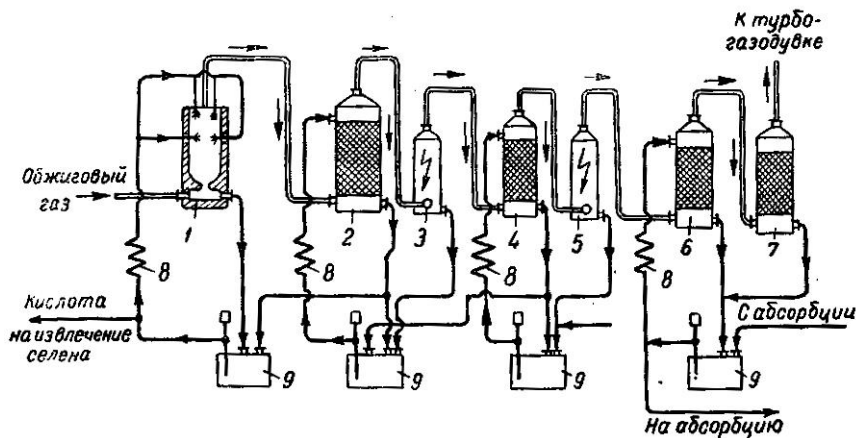
Mustaqil hisoblash uchun ma‘lumotlar:

1-masala. Oltinugurt ikki oksidini oltinugurt uch oksidiga oksidlash jarayoni muvozanat doimiysi va muvozanat sharoitidagi oksidlash darajasi hisoblab topilsin, agarda kontakt apparatiga kirayotgan o‘choq gazining tarkibida oltinugurt dioksidi 10% (x), kislorod 10,5(x), azot 70,5% (x) ni tashkil etib, harorat 450^oC, bosim 1 atm ga teng bo‘lsa.

2-masala. Vannadiy katalizatori sirtida SO₂ ni SO₃ 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 $t = 520^o$ C bo‘lsa, SO₂ 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.

**5-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 kislotaning tumani 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 tumani qoldiqlaridan tozalanadi.



Maydalab tozalash bo‘limi sxemasi

1 va 2-birinci 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Gazdagi suvning miqdori 1 tonna hisoblaganda bog'lovchi kislotaning tayyor xom ashyosini quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$W_{H_2O}=228,3a_{H_2O} : C_{SO_4} n \cdot 10 \quad (5.2)$$

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 koeffitsienti.

Yuviladigan kislota (N₂SO₄) miqdorini boshqa barcha xom ashyolarga nisbati quyidagi formula orqali topiladi

$$G_n=100n \cdot C_{SO_2} : n C_{SO_2} + n^1 C_{SO_3} \quad (5.3)$$

bu yerda, n va n¹ – xom ashyo sistemasida SO₂ va SO₃ ishlatiladigan koeffitsient (amaliyotda n¹=1).

C_{SO₂} va C_{SO₃} – yonuvchi gazdagi SO₂ va SO₃ ning miqdori, %

Masala 1. Gaz yuviladigan bo'limni 20^oC haroratda tark etadi. Sug'orish kislotaning harorati 40^oC. Gaz bilan olib ketuvchi 1 tonna xom ashyoni 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^oC 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 koeffitsiyenti 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 mineralarning tartibi issiqlik balansini ishlatilishi bilan hisoblanadi.

Mineralarning 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 koeffitsienti gazning tezlik formulasi orqali topiladi

$$K=K_0 W^{0,8}$$

bu yerda, K₀-sulfat kislotali suvning absorbtsiya bug'ini tezlik koeffitsienti, kg/(m²·s·Pa);

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

W-Minoradagi gazning tezligi, m/s.

K_0 ni sulfat kislotaning har xil konsentratsiyada 50°C dagi ahamiyati:

$S_{N_2SO_4}, \%$	80	85	90	95	97	98	
$K_0 \cdot 10^4$	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 400°C. NIIOGAZ tsiklonining miqdorini aniqlash, elektrofiltr 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;

$F = \pi d^2 / 4$ -tsiklonning maydoni, m²;

ρ -ishchi haroratdagi gazning zichligi, kg/m³

ΔP -gidravlik tsiklonning 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 $\Delta P = 430$ 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‘lmasligi 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. Elektrofiltr sonini va uning tozalash turi 63 495 m³/s dagi Minora gazini tanlash. Gazning harorati 350°C. Elektrofiltrda gazning tezligi 0,5 m/s ga teng.

Yechish. Gazning hajmi ish usullarida:

$$63\,495 \cdot (273 + 350 : 273) = 144\,896 \text{ m}^3/\text{s}$$

Elektrofiltrni umumiy kesimi: $144\,896 : (3600 \cdot 0,5) = 81 \text{ m}^2$.

Maxsus jadval yordamida (30, s. 259), OG-3-20 4-elektrofiltrni umumiy kesimi $4 \cdot 20 = 80 \text{ m}^2$ bo‘lganini tanlaymiz.

Masala 5. Sulfat kislotani kontakt usulida ishlab chiqarishni birinchi yuvilish bashnyasining material balansi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 ₂	13	15 470
SO ₃	0,3	357
O ₂	3,4	4 050
N ₂	83,1	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 kislolaning teng yarmi tomchi holda ikkinchi minoraga o'tib ketadi va birinchi yuvish minorasining tsikliga 30% li kislota holda qaytadi. Gaz bilan birgalikda minoradan olib ketayotgan namlik miqdorini namlantiruvcha kislolaning o'rtacha haroratidan va chiqayotgan gazdan topamiz, ya'ni $(115+50):2=82,5^{\circ}\text{C}$.

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: $2600 - (357 \cdot 80) : 22,4 = 1330\ \text{kg}$, bu yerda 80 va 98 SO₃ va H₂SO₄ ning molekulyar massasi.

2-yuvilish minorasiga tomchilar bilan birgalikda 60% li H₂SO₄ ham kelib tushadi: $2600 \cdot 0,5 = 1300\ \text{kg}$, uning tarkibida quyidagicha, kg

$$\text{SO}_3 \quad (1300 \cdot 0,6) \cdot 80 : 98 = 636$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 1300 - 636 = 664$$

Bu kislota 2-yuvilish 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 KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Birinchi yuvilish minorasining suv bo'yicha balansi:

Suvning kirimi	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.

Daslabki 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 300⁰C, chiqib ketayotganiniki 115⁰C. Yuvilish apparati 76% li H₂SO₄ bilan ta'minlanadi; kirib kelayotgan kislota harorati 50⁰C. 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 $(100\ 000 \cdot 0,878) : ((365 - 10)24) = 10,32$ 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

[2710-300⁰S 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 50⁰S dagi entalpiyasi, kDj/kg)

Issiqlik kirimining umumiy miqdori: $Q_{kir} = 12\ 458\ 500 + 2\ 067\ 800 + 96,8 L$ kDj.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kislota ning 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 kislota ning 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:

$$0,95(12\,458\,500 + 2\,067\,800 + 96,8L) = 4\,775\,800 + 1\,229\,300 + 175,1L$$

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: $30\,100 : 1000 \cdot 4 = 120 \text{ m}^3$

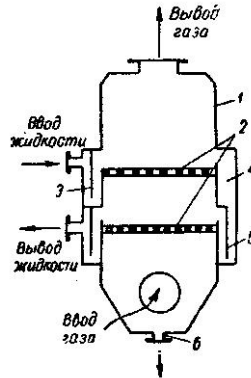
Minoradagi gazning tezligini 1m/sek deb qabul qilib, uning kesimini topamiz, ya'ni balandligi va diametrini:

$$S = 30\,100 (3600 \cdot 1) = 8,4 \text{ m}^2; \text{ } \varnothing = 3,3 \text{ m};$$

$$h = 120 : 8,4 = 14 \text{ m}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 holda 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:

$$h = 1,5 + 1 + 1 + 1,5 = 5 \text{ m}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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:

$$\begin{aligned} 90 \rightarrow 60 & \quad t_{o'p}=(40+40):2=40^\circ\text{C} \\ 50 \leftarrow 20 & \end{aligned}$$

Sovutgich quvurlaridagi harakatlanayotgan kislota tezligini $0,6\text{ m/sek}$ 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 $1498\text{-}60\%$ li H_2SO_4 ning zichligi, kg/m^3 .

Diametri $90 \times 114\text{ mm}$ 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 $600\text{-}800\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{s} \cdot \text{K})$ 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):

$$L=F/\pi d_{\text{vn}} m=245:(3,14 \cdot 0,09 \cdot 5)=173\text{ m}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Agar seksiya gorizontalar bo'yicha 2 qatordan iborat bo'lsa va sovutgich uzunligi 6 m bo'lsa, u holda seksiyaning vertikal qatorlari quyidagiga teng bo'ladi:
 $173:(2 \cdot 6) = 14,4$ 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 KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Gazni quritish uchun kerak bo'ladigan kislota miqdori x ni kiritilayotgan va chiqarilayotgan kislota dagi monogidrat balansi tenglamasidan topamiz:

$$x \cdot 0,94 = (x + 119,5) \cdot 0,935; \quad x = 24\,000 \text{ kg}$$

Zichlik $1800 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ bo'lgandagi kislota hajmi: $24\,000 : 1800 = 13,3 \text{ m}^3$

Amaliy ma'lumotlardan kelib chiqib $0,3\%$ (umum) SO_2 sulfat kislota da eriy borib, undan ajralib ham chiqadi. Kislota da 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 kislota dagi H_2SO_4 konsentratsiyasi: $(24\,000 \cdot 0,94) : 24\,121,5 = 93,5\%$

Quyida yig'ma moddiy balans keltirilgan:

Kirim	kg	m^3	Chiqim	kg	m^3
Gaz			Gaz		
SO_2	791	277	SO_2	789	276
N_2	2970	2377	N_2	3781	3021
O_2	324	228	O_2	570	400
H_2O	111	138	H_2O	1	-
Havo			Sulfat kislota		
N_2	811	649	(93,5%)	24122	-
O_2	246	172			
H_2O	9	11			
Sulfat kislota					
(94%)	24000	-			
<hr/>			<hr/>		
Umumiy 29 262			Umumiy 29 263		

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

6-AMALIY MASHG‘ULOT SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRARISHNING 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 qariyib 4000 Mj (1 mln kkal) issiqlik chiqarib olinishi kerak. Issiqlik uzatish tenglamasiga muvofiq, sovitishga beriladigan kislotada 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

7-AMALIY MASHG'ULOT SULFAT KISLOTANI KONSENTRLASH ISSIQLIGI HISOBLARI

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 – kislotani 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:

$$Q = G(H_2 - H_1)$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bu yerda: G – qizdiriladigan kislota miqdori, kg; H_1 va H_2 – 1 kg kislotani 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 yerada: Q_2 – suvni yo'qotish uchun kerak bo'ladigan issiqlik (1 kg H_2SO_4 hisobida), kj (yoki kkal); a – kislotaning boshlang'ich konsentratsiyasi, % H_2SO_4 ; b – kislotaning 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 kislotadagi suv va H_2SO_4 miqdorlarining nisbati; M_2 – oxirgi (konsentrlangan) kislotadagi 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, $^\circ\text{C}$.

Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik Q_4 konsentrlash qurilmasining tuzilishiga, uning ishlash rejimiga, unumdorligiga va boshqalarga bog'liqdir.

Suyultirilgan sulfat kislotadan 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

8,9-AMALIY MASHG'ULOTLAR ATMOSFERA HAVOSINI AJRATISH TEXNOLOGIK HISOBLARI

Quyidagi sharoitlar uchun, ya'ni ajratilayotgan havoning harorati $+12^{\circ}\text{C}$ va normal sharoit uchun umumiy soatbay sarfi, havo bo'yicha turbakompressorning unumdorligi hisoblansin.

1) Texnologik O_2 bo'yicha ajratish qurilmalarining unumdorligi:

$$V_0=12500 \text{ m}^3/\text{soat}$$

2) Bu texnologik O_2 kislorod harorati $t_1=+20^{\circ}\text{C}$

3) Bu texnologik O_2 ishlab chiqarish bosimi $P_1=1 \text{ atm}$.

4) O_2 ning regeneratordan keyingi konsentratsiyasi $C=95,5\% \text{ O}_2$

5) Chiqindi azotning regenerator oldidagi konsentratsiyasi

$$C=98,5\%(\text{x}) \text{ N}_2$$

6) Pastki rektifikatsion qurilmadagi suyuq azotning miqdori:

$$X_R=0,62 \text{ mol ulushi}$$

7) N_2 ning suyuq azot flegmasiga miqdori $X_{\text{N}_2}=0,985 \text{ mol ulushi}$.

8) N ning gazli N_2 miqdori $Y_A=0,985 \text{ mol ulush}$.

9) N_2 gazli (bug'li) O_2 dagi miqdori $Y_K=0,045 \text{ mol}$

10) Atmosfera havosining tarkibi $P=79,1\% (\text{x}) \text{ N}_2$

11) Atmosfera havosining qurilmadagi yo'qolishi $\eta=6\% (\text{x})$

Hisoblash:

Masalani yechish uchun havoni ajratish qurilmasini 1 m^3 havoga nisbatan moddiy balansni tenglamasini tuzamiz.

$$1=K+A \quad (1)$$

bu yerda: -K ishlab chiqarilgan kislorodning miqdori m^3 da

-A ishlab chiqarilgan azotning miqdori.

Umuman olganda atmosfera havosi bu komponentlarga ularning qaynash haroratlari har-xilligi tufayli rektifikatsion minoralarda ajratiladi. Ya'ni 1 atm . bosimda suyuq kislorodning qaynash harorati: $t_{q\text{O}_2}=-183,5^{\circ}\text{C}$. Azotning qaynash harorati: $t_{q\text{N}_2}=-195,2^{\circ}\text{C}$. Ular orasidagi farq $t=-12^{\circ}\text{C}$

1-tenglamani past haroratli komponent ya'ni N_2 ning miqdori bo'yicha qayta tuzib chiqamiz.

$$\frac{P_{\text{N}_2}\%}{100\%} = K \cdot Y_k + Y_a \quad [2]$$

$$\frac{79,1\%}{100\%} = K \cdot Y_k + Y_a$$

$$0,791 = K \cdot Y_k + A \cdot Y_a \quad [3]$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

1;2 va 3 tenglamalardan foydalanib O_2 ni miqdorini aniqlaymiz.

$$K = \frac{Y_a - 0,791}{Y_a - Y_k}$$

Ya'ni azotning miqdorini topish tenglamasini tuzdik.

$$K = \frac{0,985 - 0,791}{0,985 - 0,0045} = 0,2062 \text{ m}^3 O_2$$

Chiqib ketayotgan azot miqdorini 1-tenglamadan foydalanib hisoblaymiz.

$$A = 1 - K = 1 - 0,2062 = 0,7938 \text{ m}^3 N_2$$

Bu yerda havoni ajratish qurilmasining havo bo'yicha ishchi sharoitdagi, ya'ni $t_1 = 20^\circ C$; $R_1 = 1 \text{ atm}$. uchun unumdorligini hisoblaymiz.

$$V_1 = \frac{V_0}{K} = \frac{25001}{0,2062} = 60600 \text{ m}^3 \text{ havo/soat}$$

Normal sharoit uchun havoni ajratish qurilmasining havo bo'yicha unumdorligini hisoblaymiz:

$t_0 = 0^\circ C$; $P_0 = 1 \text{ atm}$. Uchun. Mendeleev-Klapeyron tenglamasidan foydalangan xolda:

$$P_0 \cdot V_0 \cdot T_1 = P_1 \cdot V_1 \cdot T_0$$

$$V_0 = \frac{P_1 \cdot V_1 \cdot T_0}{P_0 \cdot T_1} = \frac{1 \cdot 60600 \cdot 273}{1 \cdot 293} = 56500 \text{ m}^3 \text{ havo/soat}$$

Havoni ajratish qurilmasidagi havoni yo'qolishini e'tiborga olgan xolda turbokompressorning unumdorligini hisoblaymiz. Normal sharoit uchun:

$$V_1^1 \cdot V_1 \cdot (1 + \eta\%) = 64200 \text{ m}^3 \text{ havo/soat}$$

100%

Ishchi sharoitdagi turbokompressorning havo bo'yicha unumdorligini hisoblaymiz:

$$V_0^1 = \frac{V_0 \cdot (1 + \eta\%)}{100\%} = 59900 \text{ m}^3 \text{ havo/soat}$$

**10-AMALIY MASHG‘ULOT
KUCHSIZ AZOT KISLOTASI ISHLAB CHIQRISH UCHUN ZARURIY
AMMIK VA ATMOSFERA HAVOSI SARFINI ANIQLASH HISOBI**

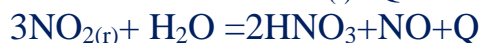
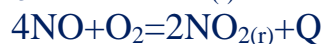
Dastlabki ma'lumotlar asosida HNO_3 ishlab chiqarishda sintetik ammiak va atmosfera havosi sarflari va hosil bo'layotgan nitroza gazlari tarkibini aniqlaymiz:

1. HNO_3 bo'yicha sexning yillik quvvati:
 $N=170000 \text{ t/yil}$
2. Ishlab chiqarilayotgan HNO_3 ning konsentratsiyasi:
 $C_{\text{HNO}_3}=58,82\% \text{ HNO}_3$
3. Ammiakni NO ga oksidlanish darajasi:
 $\eta = 96,8 \%$
4. NO_2 ni suvda absorbsiyalanish koeffitsiyenti:
 $K=92\%$
5. Ammiak-havo aralashmasidagi ammiakning hajmiy miqdori:
 $C_{\text{NH}_3}=11,5 \%$ (x)
6. Havo harorati: $t_{\text{havo}}=30^\circ\text{C}$
7. Atmosfera havosi tarkibida $\text{O}_2=21\%$, $\text{N}_2=79\%$.

Masalaning yechimi:

- 1) Sex quvvatini 100% li azot kislotasiga nisbatan aniqlaymiz:
 $m_1 = (N \cdot C_{\text{HNO}_3}) / 100\% = (170000 \cdot 58,82) / 100 = 99994 \text{ t HNO}_3/\text{y}$

2) Konsentrlanmagan, ya'ni kuchsiz azot kislotasini sintetik ammiakdan ishlab chiqarish asosan quyidagi reaksiyalarga asoslangan:



3) Yiliga m_1 t 100% li azot kislotasi ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan ammiakni sarfini hisoblaymiz:

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot M_{\text{NH}_3}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{99994 \text{ t/yil} \cdot 17}{63} = 269882 \text{ t NH}_3/\text{yil}$$

4) Keyingi hisoblarni 1t azot kislotasi uchun yozamiz:

$$m_3 = (m_2 \cdot 1000) / m_1 = \frac{26982 \cdot 1000}{99994} = 270 \text{ kg}$$

Buning uchun azot kislotasi ishlab chiqarishdagi ammiak bo'yicha sarflanish koeffitsiyentini aniqlaymiz.

5) Bu topilgan ammiakni hajmini aniqlaymiz:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$V_2 = (m_3 \cdot \kappa \cdot 22,4) / M_{NH_3 \cdot \kappa} = \frac{270 \cdot 22,4}{17} = 356 \text{ m}^3 / \text{t}$$

6) Shuncha ammiakni oksidlash uchun kerak bo'lgan atmosfera havosini hajmini aniqlaymiz:

$$V_3 = ((V_2 \cdot 100) + C_{NH_3}) / C_{NH_3} = \frac{356 \cdot 100 + 11,5}{11,5} = 3097 \text{ m}^3 / \text{t}$$

7) Bu atmosfera havosidagi suv bug'ini miqdorini aniqlaymiz. Buning uchun sexga berilayotgan atmosfera havosining tharoratidan foydalanamiz va suv bug'ining bosimini aniqlaymiz. Jadvalga ko'ra $P_{N_2O} = 31,8$ mm sim.ust. Keyin sarflanish birligining miqdorini aniqlaymiz:

$$V_4 = (V_3 \cdot P_{H_2O}) / 760 = \frac{3097 \cdot 318}{760} = 1296 \text{ m}^3 / \text{t}$$

Quruq havoning hajmini aniqlaymiz.

$$V_5 = V_3 - V_4 = 3097 - 1296 = 1801 \text{ m}^3 / \text{t}$$

8) Bu quruq havo tarkibidagi O_2 miqdorini hisoblaymiz:

$$V_6 = (V_5 \cdot P_{O_2}) / 100 = \frac{1801 \cdot 21}{100} = 378 \text{ m}^3 / \text{t}$$

9) Quruq havo tarkibidagi N_2 miqdorini aniqlaymiz:

$$V_7 = (V_5 \cdot P_{N_2}) / 100 = \frac{1801 \cdot 79}{100} = 1432 \text{ m}^3 / \text{t}$$

10) Ammiakni oksidlash natijasida hosil bo'lgan NO hajmini aniqlaymiz. Bu hajm, ya'ni NO hajmi reaksiyaga kirishgan ammiak hajmiga teng (a) reaksiyadan:

$$V_8 = (V_2 \cdot \eta) / 100 = 344,6 \text{ m}^3$$

11) (a) reaksiya bo'yicha hosil bo'layotgan suv bug'ining hajmini aniqlaymiz:

$$V_9 = (V_8 \cdot 6) / 4 = \frac{344,6 \cdot 6}{4} = 517 \text{ m}^3$$

12) (a) reaksiyasidan foydalanib ammiakni oksidlash uchun sarf bo'layotgan kislorodning sarfini aniqlaymiz:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$V_{10} = (V_8 \cdot 5) / 4 = \frac{344,6 \cdot 5}{4} = 431 \text{ m}^3$$

13) Sarflanish koeffitsiyenti shu mahsulotning tan narxini hisoblash uchun kerakdir. Amalda 1 qism ammiak atmosfera havosidagi O₂ bilan oksidlanib quyidagi reaksiya bo'yicha elementar N₂ hosil bo'ladi.



Bu reaksiyaning ketishi yaxshi emas, chunki bu yerda qimmatbaxo ammiak bekor sarflanib ishlab chiqarilayotgan NNO₃ xissasining tan narxini oshishiga olib keladi. Shunday qilib, bu reaksiya natijasida hosil bo'layotgan elementar azotning miqdorini aniqlaymiz.

$$V_{11} = \frac{(V_2 - V_8)}{2} = \frac{(356 - 344,6)}{2} = 5,7 \text{ m}^3/\text{t}$$

14) Yuqoridagi reaksiya bo'yicha sarflanayotgan O₂ miqdorini aniqlaymiz:

$$V_{12} = \frac{(6 \cdot 3)}{2} = 9 \text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{HNO}_3$$

15) Yuqoridagi reaksiya bo'yicha hosil bo'layotgan suv miqdorini aniqlaymiz:

$$V_{13} = \frac{(6 \cdot 6)}{2} = 18 \text{ m}^3 \text{ N}_2\text{O}_{(b)}/\text{t HNO}_3$$

16) Yuqorida bajarilgan hisoblar asosida hosil bo'lgan nitroza gazi tarkibini (m³/t) va hajmini (%) aniqlaymiz:

	NNO ₃ , (m ³ /t)	hajmiy, %
NO	V ₈ =344,6	9,5
O ₂	V ₁₄ =V ₆ -(V ₁₀ -V ₁₃)=35	1,1
N ₂	V ₁₅ =V ₇ +V ₁₁ =1428,7	39,3
H ₂ O (b)	V ₁₆ =V ₄ +V ₉ +V ₁₂ =1822,2	50,1
Jami	3630,3	100,00

**11-AMALIY MASHG'ULOT
KUCHSIZ (SUYULTIRILGAN) NITRAT KISLOTA OLISHDA ISSIQLIK
KIRIM-CHIQIM HISOBINI TUZISH**

**Ammiakning oksidlanishi
Kontakt apparati moddiy hisobi**

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

Agregatning mahsuldorligi(HNO ₃ monogidрати	kg/s	5600
Ammiak oksidlanish chiqishi ηκ	birlik xissasida	0,975
Absorbsiya bo'yicha chiqish ηα	birlik xissasida	0,985
Umumiy chiqish η= ηκ· ηα		0975·0985=096
Ammiak-havo aralashmasida ammiak miqdori	hajmiy % da	11,0

Havo ko'pligi yuvgichdan o'tganda 31^oC haroratda u suv bug'i bilan to'yingan.
Havo yuvgichda quyi (bosim siyraklanishi) bosim (razrejenie), n/m² 2500
Qolgan bosim 101325-2500=98825 n/m², bunda 101325-barometrik(normal) mo'tadil bosim, n/m².

Havodagi suv bug'i bosimi 31^oC harorat va 100% to'yinishida, n/m²- 4520, bundan

$$C_{H_2O} = \frac{100 * 4520}{98825} = 4,75\%$$

Yechim:

1) Ammiak sarfi: $M_{NH_3} = \frac{M_{NH_3} * 5600}{M_{HNO_3} * \eta} = \frac{17 * 5600}{63 * 0.96} = 1573,6 \text{ kg} / \text{c}$

$$U_{NH_3} = \frac{M_{NH_3} * 22.4}{M_{HN_3}} = \frac{1573.6 * 22.4}{17} = 2073.1 \text{ kg} / \text{c}$$

2) Ammiak havo aralashmasi miqdori (oksidlanishga)

$$C_{NH_{3+x}} = \frac{U_{NH_3} * 100}{C_{NH_3}} = \frac{2073.1 * 100}{11} = 18847.4 \text{ kg} / \text{c}$$

Bu miqdor aralashmada havo miqdori

$$U_x = U_{NH_{3+x}} - U_{NH_3} = 18847,4 - 20733,1 = 16774,3 \text{ nm}^3 / \text{s}$$

3) Ammiakni oksidlanish uchun kirayotgan havo tarkibi:

a) Suv bug'i miqdori

$$U_{H_2O} = \frac{U_x * C_{H_2O}}{100} = \frac{16774.3 * 4.57}{100} = 766.6 \text{ m}^3 / \text{c}$$

b) Kislrod miqdori

$$U_{O_2} = (U_x - U_{H_2O}) * C_{O_2} = (16774,3 - 766,6) * 0,209 = 3345,4 \text{ nm}^3 / \text{s}$$

Bunda S_{O2}-atmosfera havosidagi kislrod miqdori=0,209 hajmiy birlik xissada.

v) Azot miqdori

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$U_{N_2} = U_x - (U_{H_2O} + U_{O_2}) = 16774,3 - (766,6 + 3345,4) = 12662,3 \text{ nm}^3/\text{s}$$

4) Ammiak oksidlanishida hosil bo'lgan nitroz gazlar tarkibi. Kontakt apparatida sodir bo'ladigan asosiy reaksiyalar:



Shart-sharoit bo'yicha birinchi reaksiya bo'yicha 97,5% NH_3 , ikkinchi reaksiya bo'yicha 2,5% NH_3 oksidlanadi. Nitroz gazlar tarkibi quyidagi reaksiyalar stexiometrik hisobotlarida aniqlanadi.

a) Azot oksidi miqdori (birinchi reaksiya bo'yicha)

$$U_{\text{NO}} = U_{\text{NO}_{3\eta k}} = 2073,1 \cdot 0,975 = 2021,6 \text{ nm}^3/\text{s}$$

b) Hosil bo'ladigan azot miqdori (2-reaksiya bo'yicha)

$$U_{\text{N}_2} = 0,5 \cdot U_{\text{NH}_3} (1 - \eta_k) = 0,5 \cdot 2073,1 (1 - 0,975) = 25,8 \text{ nm}^3/\text{s}$$

Nitroz gazlarda jami, azot miqdori

$$12662,3 + 25,8 = 12688,1 \text{ nm}^3/\text{s}$$

v) Hosil bo'ladigan suv bug'i miqdori (1 va 2-reaksiyada)

$$U_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{6}{4} = U_{\text{NH}_3} = 1,5 \cdot 2073,1 = 3109,7 \text{ nm}^3/\text{s}$$

Nitroz gazlarda jami suv bug'i

$$766,6 + 3109,7 = 3876,3 \text{ nm}^3/\text{s}$$

g) Sarflanadigan kislorod miqdori:

1-reaksiyada

$$U^1_{\text{O}_2} = \frac{5}{4} = U_{\text{NH}_{3\eta R}} = 1,25 \cdot 2073,1 \cdot 0,975 = 2526,7 \text{ nm}^3/\text{s}$$

2-reaksiyada

$$U^{11}_{\text{O}_2} = \frac{3}{4} = U_{\text{NH}_3} (1 - \eta_k) = 0,75 \cdot 2073,1 \cdot 0,025 = 39,2 \text{ nm}^3/\text{s}$$

Nitroz gazlarda qoladigan jami kislorod

$$3345,4 - (2526,7 + 39,2) = 779,5 \text{ nm}^3/\text{s}$$

Ammiakning oksidlanish moddiy balansi

Kirim			Chiqim		
Moddalar	kg/s	nm ³ /s	Moddalar	kg/s	nm ³ /s
Ammiak	1573,6	2073,1	Azotoksidi	2708,7	2021,6
Havo:			Kislorod	1113,8	779,5
Kislorod	4780,7	3345,4	Azot	15859,8	12688,1
Azot	15827,3	12662,3	Suv bug'lari	3115,3	3876,3
Suv bug'lari	616,0	766,6			
Jami nam havo	21224,0	16774,3	Jami	22797,6	19365,5
Jami	22797,6	18847,4			

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Ammiakni oksidlanishda issiqlik hisobi

Kontakt apparati issiqlik hisobi:

Yonayotgan ammiak miqdori m_{NH_3}	(kg/s)	1573,6
Havo miqdori m_x	(kg/c)	21224
Ammiak issiqlik sig'imi C_{NH_3}	(kdj/kn.grad)	2,160
Havoning issiqlik sig'imi S_x	(kdj/kg.grad)	1,008
Kontakt apparatiga kirayotgan ammiak-havo aralashmasi hisoblangan harorati t^0	($^{\circ}C$)	70

Yechim:

Birinchi reaksiyada ammiak oksidlanishda ajraladigan issiqlik:

$$Q_1 = \frac{904000 * \eta k * M_{NH_3}}{4 * 17.032} = \frac{904800 * 0.975 * 1573.6}{4 * 17.032} = 20380000 \text{ kJ/c}$$

bunda 904800 kdj/kmol-birinchi reaksiya issiqligi.

Ikkinchi reaksiyada ammiak oksidlanishda ajraladigan issiqlik:

$$Q_2 = \frac{1266280(1 - \eta r) M_{NH_3}}{4 * 17.032} = \frac{1266280(1 - 0.975) * 1573.6}{4 * 17.032} = 731000 \text{ kJ/c}$$

bunda 1266280 kdj/kmol-ikkinchi reaksiya issiqligi jami ajraladigan issiqlik:

$$\Sigma Q = 20380000 + 731000 = 21110000 \text{ kdj/s,}$$

To'rt (setka) dagi nazariy harorat:

$$t = \frac{\Sigma Q + \Sigma q}{m_{n.g.} + C_{n.g.}},$$

bunda Σq - ammiak-havo aralashmasi bilan kiradigan issiqlik kdj/s; $m_{n.g.}$ -nitroz gazlar miqdori=22797,6 kg/s; $S_{n.g.}$ =nitroz gazlarining 0-800 $^{\circ}C$ oralig'idagi issiqlik sig'imi (alohida komponentlar bo'yicha hisoblangan issiqlik sig'imi)=1,223 kdj/kg.grad.

$$q_{NH_3} = m_{NH_3} \cdot C_{NH_3} \cdot \Delta t = 1573.6 \cdot 2.160 \cdot 70 = 138000 \text{ kdj/s,}$$

$$q_x = m_x \cdot C_x \cdot \Delta t = 21224 \cdot 1,008 \cdot 70 = 1490000 \text{ kdj/s,}$$

$$\Sigma q = q_{NH_3} + q_x = 138000 + 1490000 = 1628000 \text{ kdj/s.}$$

Ammiak-havo boshlang'ich harorati 70 $^{\circ}C$ bo'lganda to'rt (setka) da nazariy harorat:

$$t^1 = \frac{21110000 + 1628000}{22797,6 * 1.223} = 819^{\circ}C$$

Kontakt apparatidan chiqayotgan gazlar harorati

$$\frac{21110000 + 1758000(1.00 - 0.03)}{22797.6 * 1.223} = 797^{\circ}C$$

Atrof muxitga 30% issiqlik sarf bo'ladi deb qabul qilinadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Qozon-utilizatorida olinadigan bug' miqdori:

Kontakt apparatidan 794°C haroratda nitroz gazlari qozon-utilizatorga tushadi. Bu yerda nitroz gazlari issiqligi hisobiga bosimi $25 \cdot 10^5$ n/m³ bosimda bug' hosil bo'ladi. Bunda nitroz gazlari 250°C gacha sovuydi.

Nitroz gazlari issiqligi miqdori:

$$Q_1 = M_{n.g.} \cdot S_{n.g.} \cdot t$$

bunda $M_{n.g.}$ = nitroz gazlari miqdori, 22797,6 kg/s;

$S_{n.g.}$ = nitroz gazlari o'rtacha issiqlik sig'imi (0-800°C harorat oralig'ida hisoblangan), kJ/kg.grad-alohida komponentlar issiqlik sig'imi bo'yicha:

$$C_{H.2.} = \frac{m_{NO} \cdot C_{NO} + m_{O_2} \cdot C_{O_2} + m_{N_2} \cdot C_{N_2} + m_{H_2O} \cdot C_{H_2O}}{M_{H.2.}} =$$
$$= \frac{2708,7 \cdot 1,062 + 113,8 \cdot 1,017 + 15859,8 \cdot 1,100 + 3115,3 \cdot 2,064}{22797,6} = 1,223 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{grad}.$$

$$Q_1 = 22797,6 \cdot 1,223 \cdot 794 = 22140000 \text{ kJ/s}.$$

Chiqayotgan nitroz gazlari issiqlik miqdori:

$$Q_2 = M_{n.g.} \cdot S_{n.g.} \cdot t$$

Qozon-utilizatoridan chiqayotgan gazlar o'rtacha issiqlik sig'imi 2500°C harorat uchun hisoblanadi:

$$C_{H.2.} = \frac{2708,7 \cdot 1,004 + 113,8 \cdot 0,944 + 15859,8 \cdot 1,049 + 31115,3 \cdot 1,900}{22797,6} = 1,154 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{grad}$$

$$Q_2 = 22797,6 \cdot 1,154 \cdot 250 = 6580000 \text{ kJ/s}.$$

Bug' hosil bo'lish uchun sarflangan issiqlik miqdori:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 22140000 - 6580000 = 15560000 \text{ kJ/s}.$$

Bosim $25 \cdot 10^5$ n/m² va 250°C dagi qizdirilgan bug' miqdori:

$$m_{\text{bug}} = \frac{15560000}{2880 - 86} = 5570 \text{ kg} / \text{s}$$

bunda 2880-bug' entalpiyasi, kJ/kg; 86-taminlayotgan suv entalpiyasi, kJ/kg. (ko'shimcha 3.3.-jadval). 100 kg monogidrat NNO³ ga olinayotgan bug' miqdori:

$$\frac{5570 \cdot 1000}{56000} = 995 \text{ kg}$$

Kontakt apparati o'lchamlari:

Kontakt apparati kesimi satxi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{10^5 \cdot \tau \cdot U_0 T_k}{1,1 m d \cdot P k \cdot 275 (1 - 1,57 d \sqrt{n})},$$

bunda τ -kontakt vahti (sek), quyidagicha aniqlanadi:

$$\ln \tau = -0,107 \eta \kappa + 7,02 \cdot 10^{-6} \eta \kappa^3$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

(η k-ammiak oksidlanishi bo'yicha chiqish(darajasi %), ammiak oksidlanishi chiqishi (darajasi) 97,5% bo'lganda, kontakt vaqti:

$$I d \eta = -0,107 \cdot 97,5 + 7,02 \cdot 106 \cdot 97,5 = -3,9260 = \ddot{4},0740,$$

bunda

$$\tau = 1,186 \cdot 10^{-4} \text{ sek};$$

U_0 -ammiak havo aralashmasi hajmi, nm^3/sek ;

$$U_0 = \frac{18847,4}{3600 * 2} = 2,62 \text{ нм}^3 / \text{сек}$$

(2-bir agregatda o'rnatilgan kontakt apparatlari soni); T_k -qabul qilingan kontaktlanish sharorati ($794+273=1067^0\text{K}$); m -katalizator to'ri (setkasi)soni (3 dona); d -to'r simlari diamteri $9 \cdot 10^{-5}\text{m}$; R_k -kontakt apparatida bosim $1 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$; n -to'rda 1m^2 da o'ramlar soni $1024 \cdot 10^4$ ga teng.

Formulaga raqamlar qiymatini qo'ysak, kontakt apparati kesimi satxini aniqlaymiz:

$$S = \frac{10^5 * 1.186 * 10^{-4} * 2.62 * 1067}{1.1 * 3 * 9 * 10^{-5} * 1 * 10^5 * 273(1 - 1.57 * 9 * 10^{-5} \sqrt{1024 * 10^4})} = 7.5 \text{ м}^3$$

Kontakt apparati diametri quyidagi tenglama bilan yechiladi:

$$S = \frac{\pi d^2}{4},$$
$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 7.5}{3.14}} = 3,1 \text{ m}$$

1m^2 to'r yuzasi iplari (simlar) qalinligi $9 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ bo'lganda faol yuzasi $1,809 \text{ m}^2$ bo'ladi. Uchta to'rning umumiy faolligi:

$$F_f = 1,809 \cdot 3 \cdot 7,5 = 40,7 \text{ m}^2.$$

Bitta kontakt apparatida bir sutkada yonadigan ammiak miqdori

$$\frac{1573,6 * 24}{2} = 18900 \text{ кг} / \text{сутка}$$

Katalizator kuchlanishi

$$\frac{18900}{40,7} = 464 \text{ кг} / \text{м}^2 \cdot \text{сутка}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

12-AMALIY MASHG'ULOT ELEKTROTERMİK USULDA FOSFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH TEKNOLOGIK HISOBLARI

Minoraning moddiy hisobi

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

Qurilmaning quvvati (100% li H_3PO_4 bo'yicha), kg/soat	1500
Texnik sariq fosfordagi fosfor miqdori, %	99,7
Yondirish jarayonidagi ortiqcha havo koeffitsienti	2,5
Yondirish minorasidan chiqayotgan gazlardagi fosfat kislotasi miqdori, kg/m^3	0,03
Chiqayotgan gazlar harorati, $^{\circ}C$	140
Minoraga kiradigan havo harorati, $^{\circ}C$	20
Havoning nisbiy namligi, %	70

Elektrotermik usulda elementar fosfordan ortofosfat kislotasi olish ikki bosqichda amalga oshadi. 1-bosqichda fosfor oksidlanadi :



2-bosqichda fosfat angidridi gidratlanadi:



Har ikkala bosqich ham bir vaqtda va bitta jihoz – yondirish minorasida sodir bo'ladi.

1500 kg/s mahsulot (monogidrat) ishlab chiqarish uchun texnik fosfor sarfi:

$$\frac{1500 \cdot 2 \cdot 62}{4 \cdot 98 \cdot 0,997} = 475,92 \text{ kg/s ni tashkil etadi,}$$

bunda, 62 va 98 – fosfor bug'i va fosfat kislotalarning molekular massalari.

Texnik fosfordagi elementar fosforning miqdori: $475,92 \cdot 0,997 = 474,5$ kg/s, qo'shimchalar miqdori esa: $475,92 - 474,5 = 1,42$ kg/s ga teng.

474,5 kg/s elementar fosfordan:

$$\frac{474,5 \cdot 2 \cdot 142}{2 \cdot 62} = 1086,6 \text{ kg/s fosfat angidrid hosil bo'ladi.}$$

(1) reaksiya bo'yicha 1086,6 kg/s P_2O_5 hosil bo'lishida kislorodning nazariy sarfi:

$$\frac{474,5 \cdot 5 \cdot 32}{2 \cdot 62} = 612,1 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ortiqcha miqdor koeffitsienti 2,5 ni hisobga olinganda yondirish minorasiga beriladigan kislorod miqdori: $612,1 \cdot 2,5 = 1530,3$ kg/s bo'ladi.

Bunday miqdordagi kislorod bilan yondirish minorasiga havo tarkibidagi:

$$\frac{1530,3 \cdot 76,3}{23,2} = 5065,7 \text{ kg/s azot kiradi,}$$

bunda: 76,8 va 23,2 – havo tarkibidagi azot va kislorodning mos holdagi massa ulushlari, % hisobida.

Yondirish minorasiga kirayotgan quruq havo miqdori: $1530,3 + 5065,7 = 6596$ kg/s bo'lib, havodagi namlik miqdori: $0,01042 \cdot 6596 = 68,7$ kg/s ni tashkil etadi. Bunda: 0,01042 – havoning namlik tutishi, 1 kg quruq havoga nisbatan kg hisobida.

Minoradan chiqayotgan gazlardagi kislorod miqdori:

$$1530,3 - 612,1 = 918,2 \text{ kg/s bo'ladi}$$

(2) reaksiya bo'yicha fosfat kislotasi hosil bo'lishiga suv sarfi:

$$\frac{1086,6 \cdot 6 \cdot 18}{2 \cdot 142} = 413,4 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Natijada esa: $\frac{1086,6 \cdot 4 \cdot 98}{2 \cdot 142} = 1500$ kg/s fosfat kislotasi hosil bo'ladi.

Yondirish minorasidan chiqayotgan gazlar miqdori, kg/s hisobida:

kislorod	918,2
azot	5065,7
jami	5983,9

bo'ladi.

70% li fosfat kislotasi yuzasida 90°C haroratda suv bug'larining bosimi 223 mm.sim.ust. ni yoki $0,297 \cdot 10^5$ n/m² ni tashkil qiladi. Suv bug'ining bunday bosimiga 140°C harorat va 99325 n/m² barometrik bosimda:

$$\varphi = \frac{29700 \cdot 100}{99325} = 30\% \text{ nisbiy namlik muvofiq keladi.}$$

140°C haroratda va $\varphi = 30\%$ bo'lganda 1 kg quruq havoga nisbatan 0,270 kg havo namligi to'g'ri keladi.

Demak, chiqayotgan havoda: $5983,9 \cdot 0,272 = 1616$ kg/s suv bug'lari bo'ladi.

140°C haroratdagi gazlar hajmi: $5983,9 \cdot 1,71 = 10232,5$ m³ ni tashkil etadi, bunda: 1,71 m³/kg – 1 kg quruq havodagi nam havo hajmi, m³/kg hisobida.

Shart bo'yicha 1 m³ gazda 0,03 kg 100%li fosfat kislotasi bo'ladi, ya'ni reaktordan gazlar bilan: $10232,5 \cdot 0,03 = 307$ kg/s H₃PO₄ chiqadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Minoradan chiqayotgan mahsulot sifatidagi 100% li H_3PO_4 miqdori:
 $1500 - 307 = 1193$ kg/s ni tashkil etadi.

Moddiy hisob natijalari asosida issiqlik balansi tuziladi va yuvuvchi kislota miqdori aniqlanadi.

Yondirish minorasi issiqlik hisobi

Yonish jarayoniga tushadigan fosfor miqdori, kg/s	475,92
Fosfor harorati, °C	70
Yuvish jarayoniga beriladigan fosfat kislotasi konsentratsiyasi, %	70
Fosfat kislotasi harorati, °C	42
Minoradan chiqadigan fosfat kislotasi harorati, °C	90

Issiqlik hisobi bilan minoraga beriladigan va haroratni 140°C ga tushiradigan yuvuvchi fosfat kislotasi miqdori aniqlanadi.

Issiqlik kirishi

1) Fosfor bilan:

$$Q_1 = 475.92 \cdot 0,856 \cdot 70 = 28550 \text{ kJ/s}$$

bunda, 0,856 – fosforning issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad.

2) Yuvuvchi fosfat kislotasi bilan:

$$Q_2 = m \cdot 2,56 \cdot 42,$$

bunda, m – fosfat kislotasining miqdori, kg/s (issiqlik hisobidan aniqlanadi); 2,56 – 70% li fosfat kislotasining issiqlik sig‘imi, kJ/kg·grad.

3) Reaksiyada ajralib chiqadigan issiqlikni hisoblashda:



foydalaniladi:

$$Q_3 = 1086,6 \cdot 10905 = 11850000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 1086,6 – hosil bo‘lgan P_2O_5 miqdori, kg/s.

4) Reaksiyada hosil bo‘lgan issiqlik:



(2) reaksiya issiqlik effektini aniqlashda fosfat kislotasi hosil bo‘lish issiqligidan P_2O_5 va H_2O hosil bo‘lish issiqliklari yig‘indisini ayriladi. Bu birikmalarning oddiy moddalardan hosil bo‘lish issiqliklari, kJ/mol hisobida: $H_3PO_4 = 1271940$; $P_2O_5 = 1548000$; $H_2O = 285840$. Gess qonuni bo‘yicha (2) reaksiya issiqlik effekti:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$q = 2 \cdot 1271940 - (1548000 + 3 \cdot 285840) = 138350 \text{ kJ/mol P}_2\text{O}_5 \text{ ga yoki}$$

$$\frac{138350}{2 \cdot 98} = 706 \text{ kJ/kg H}_3\text{PO}_4 \text{ ga teng.}$$

$$Q_4 = 1500 \cdot 706 = 1059000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 1500 – yondirish minorasida hosil bo‘lgan fosfat kislotasi miqdori, kg/s.

Minoradan chiqayotgan fosfat kislotasi (100% li) va suv miqdori:

$$42747 + 1193 = 43940 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4,$$

$$18320 - 1616 - 413,4 + 68,7 = 16359,3 \text{ kg/s H}_2\text{O bo‘ladi.}$$

Minoradan chiqayotgan jami kislota miqdori:

$$43940 + 16359,3 = 60299,3 \text{ kg/s,}$$

$$\text{konsentratsiyasi esa: } \frac{43940 \cdot 100}{60299,3} = 72,87\% \text{ bo‘ladi.}$$

5) Havo bilan kirayotgan issiqlik:

$$Q_5 = 6596 \cdot 46,47 = 306500 \text{ kJ/s}$$

bunda, 6596 – havo miqdori, kg/s; 46,47 – 20°C va $\varphi = 70\%$ dagi havo entalpiyasi, kJ/kg (ilovadagi jadval).

Umumiy issiqlik kirishi:

$$\begin{aligned} \sum Q_k &= 28550 + m \cdot 2,560 \cdot 42 + 11850000 + 1059000 + 306500 = \\ &= 13244050 + 107,52 \cdot m \text{ kJ/s ni tashkil etadi.} \end{aligned}$$

Issiqlik sarfi

1) Nam havo bilan chiqadigan:

$$Q_1 = 5983,9 \cdot 886,8 = 5307000 \text{ kJ/s}$$

bunda, 5983,9 – minoradan chiqadigan quruq havo miqdori, kg/s; 886,8 – nam havo entalpiyasi, kJ/kg (ilovadagi jadval)

2) Tuman holatidagi kislota bilan chiqadigan issiqlik:

$$Q_2 = 307,0 \cdot 2,560 \cdot 140 = 110000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 307,0 – tuman holatidagi fosfat kislotasi miqdori, kg/s.

3) Fosfat kislotasi bilan chiqadigan issiqlik:

$$Q_3 = (m - 1616 + 1193 + 68,7 - 413,4) \cdot 2,560 \cdot 90 = 230,4m - 176900 \text{ kJ/s}$$

bunda, 1616 – minoradan chiqayotgan suv bug‘lari miqdori, kgs;

1193 – mahsulot fosfat kislotasi miqdori, kJ/s;

68,7 – havo bilan minoraga kiradigan suv bug‘lari miqdori, kJ/s;

413,4 – kislotaga birikkan suv miqdori, kJ/s.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

4) Atrof-muhitga yo‘qoladigan issiqlik miqdori taxminan 500000 kJ/s ni tashkil qiladi.

Umumiy issiqlik sarfi:

$$\sum Q_{sarf} = 5307000 + 110000 + 500000 + 230,4m - 176900 = 5740100 + 230,4m,$$

Kiradigan issiqlik chiqadigan (sarflanadigan) issiqlikka teng bo‘ladi:

$$\sum Q_k = \sum Q_{sarf}$$

Demak, $13244050 + 107,52m = 5740100 + 230,4m$ bo‘ladi.

Bundan: $m = 61067$ kg/s kelib chiqadi.

Yuvuvchi fosfat kislotasi miqdori aniqlangach, moddiy hisobni bajarishni tugallaymiz.

Yondirish minorasiga berilayotgan yuvuvchi fosfat kislotasining miqdori 61067 kg/s, konsentratsiyasi 70% ga teng.

Kislotada: $61067 \cdot 0,70 = 42747$ kg/s H_3PO_4 ,

$61067 - 42747 = 18320$ kg/s H_2O bo‘ladi.

Yondirish minorasi moddiy balansi

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Fosfor	474,5	Elektrofiltrga o‘tadigan gazlar:	
Qo‘shimchalar	1,42	O ₂	918,2
Jami texnik fosfor	475,92	N ₂	5065,7
Havo:		suv bug‘lari	1616,0
O ₂	1530,3	H _{3PO₄}	307,0
N ₂	4065,7	Jami gazlar	7906,9
suv bug‘lari	68,7	Fosfat kislotasi:	
Jami nam havo	6664,7	H _{3PO₄}	43940
Fosfat kislotasi:		H _{2O}	16359,3
H _{3PO₄}	42747	Jami fosfat kislotasi	60299,3
H _{2O}	18320	Qo‘shimchalar	1,42
Jami fosfat kislotasi	61067		
Hammasi	68207,62	Hammasi	68207,62

Yondirish minorasi issiqlik balansi

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kJ/s	komponentlar	kJ/s
Fosfor bilan	28550	Nam holdagi gaz bilan	5307000
Fosfat kislotasi bilan	6566000	Tuman holdagi fosfat	
(1) reaksiya issiqligi	11850000	kislotasi bilan	110000
(2) reaksiya issiqligi	1059000	Issiqlik yo‘qotilishi	500000
Havo bilan	306500	Fosfat kislotasi bilan	13893050
Jami	19810000	Jami	19810000

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Elektrofiltrning moddiy hisobi

Elektrofiltrda gazlar tuman holatidagi fosfat kislotasidan tozalanadi. Elektrofiltrda kislotani tutib qolish darajasi 98% ni tashkil qiladi.

Elektrofiltrga yondirish minorasidan 7906,9 kg/s gaz fazasi, shu jumladan 918,2 kg/s kislorod, 5065,7 kg/s azot, 307,0 kg/s tuman holatidagi fosfat kislotasi va 1616,0 kg/s suv tushadi.

Elektrofiltrda: $307,0 \cdot 0,98 = 300,9$ kg/s fosfat kislotasi (100% li) tutiladi.

Gazlar bilan $307,0 - 300,9 = 6,1$ kg/s kislota chiqib ketadi.

Elektrofiltrda tutib qolinadigan fosfat kislota konsentratsiyasi 70% bo'lib, uning miqdori:

$$\frac{300,9}{0,7} = 429,8 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Kislota bilan $429,8 - 300,9 = 128,9$ kg/s suv chiqib ketadi.

Chiqindi gazi tarkibidagi suv miqdori:

$$1616 - 128,9 = 1487,1 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Elektrofiltrning moddiy balansi

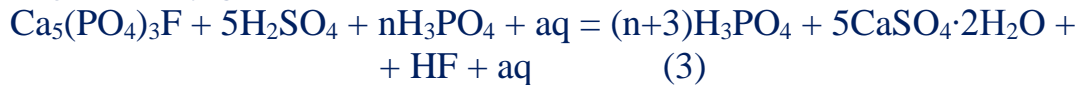
Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Gaz fazasi:		Gaz fazasi:	
O ₂	918,2	O ₂	918,2
N ₂	5065,7	N ₂	5065,7
tuman holatidagi fosfat kislotasi	307,0	tuman holatidagi fosfat kislotasi	6,1
namlik	1616,0	namlik	1487,1
Jami	7906,7	Jami	7477,1
		Fosfat kislotasi:	
		H ₃ PO ₄	300,9
		H ₂ O	128,9
		Jami fosfat kislotasi	428,8
		Hammasi	7906,9

**13-AMALIY MASHG‘ULOT
FOSFORITNI SULFAT KISLOTALI PARChALASH JARAYONINING
HISOBLARI**

Jarayon quyidagicha sodir bo‘ladi:



Tenglamalar yig‘indisi:



Agar fosforit tarkibida komponentlar miqdori, massa % hisobida:

$\text{P}_2\text{O}_5 = 25,0$; $\text{CaO} = 33,3$; $\text{MgO} = 1,6$; $\text{CaF}_2 = 6,0$ ($F = 3,0$); $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,0$; $\text{K}_2\text{O} = 0,6$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,8$; $\text{SiO}_{2(\text{er.})} = 2,0$; $\text{CO}_2 = 8,7$; 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; S: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 kislotasi (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: $\text{P}_2\text{O}_5 = 5208 \text{ kg/s}$; $\text{CaO} = 6937 \text{ kg/s}$; $\text{CaF}_2 = 1250 \text{ kg/s}$; $\text{MgO} = 334 \text{ kg/s}$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 167 \text{ kg/s}$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 208 \text{ kg/s}$; $\text{K}_2\text{O} = 125 \text{ kg/s}$; $\text{Na}_2\text{O} = 167 \text{ kg/s}$; $\text{SiO}_2 = 416 \text{ kg/s}$; $\text{CO}_2 = 1813 \text{ kg/s}$; erimaydigan qoldiq = 4000 kg/s ; $\text{H}_2\text{O} = 208 \text{ kg/s}$.

Bosqichlar bo‘yicha balans tenglamalari:



(4) tenglama bo‘yicha H_3PO_4 miqdori:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^1 = \frac{5208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 7068 \text{ kg/s}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

suv sarfi:
$$m_{H_2O}^1 = \frac{7068 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 1950 \text{ kg/s}$$

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:

$$m_{H_2SO_4}^1 = \frac{6937 \cdot 0,98 \cdot 98}{56} = 11892 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $CaSO_4$ miqdori:

$$m_{CaSO_4}^1 = \frac{11892 \cdot 136}{98} = 16500 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^2 = \frac{11892 \cdot 18}{98} = 2184 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 56 va 136 – H_2SO_4 , CaO va $CaSO_4$ molekular massalari.

(8) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^2 = \frac{1250 \cdot 0,98 \cdot 98}{78} = 1538 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $CaSO_4$ miqdori:

$$m_{CaSO_4}^2 = \frac{1538 \cdot 136}{98} = 2132 \text{ kg/s (CaSO}_4 \cdot 2H_2O \text{ hisoblansa 2696 kg/s).}$$

Hosil bo'lgan HF miqdori:

$$m_{HF} = \frac{1538 \cdot 2 \cdot 20}{98} = 628 \text{ kg/s}$$

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:

$$m_{H_2SO_4}^3 = \frac{334 \cdot 98}{40} = 818 \text{ kg/s. Bunda } m_{MgSO_4}^1 = 1002 \text{ kg/s hosil bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^3 = \frac{818 \cdot 18}{98} = 150 \text{ kg/s}$$

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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$M_{H_2SO_4} = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s}$$

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% fluor 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 fluorning umumiy miqdori:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$M_{HF} = 94 + 30 = 124 \text{ kg/s.}$$

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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$M_{H_2SiF_6} = 390 + 200 = 590 \text{ kg/s}$$

eritmadagi miqdori esa:

$$m_{H_2SiF_6}^4 = 605 - 590 = 15 \text{ kg/s.}$$

ta'sirlashmagan SiO_2 miqdori: $m_{SiO_2}^3 = 416 - 322 = 94 \text{ kg/s.}$

$$\text{Hosil bo'lgan } Na_2SiF_6 \text{ miqdori: } m_{Na_2SiF_6} = \frac{167 \cdot 188}{62} = 506 \text{ kg/s.}$$

$$\text{Hosil bo'lgan } K_2SiF_6 \text{ miqdori: } m_{K_2SiF_6} = \frac{125 \cdot 246}{94} = 326 \text{ kg/s.}$$

(12) va (13) tenglama bo'yicha hosil bo'lgan suvning umumiy miqdori:

$$m_{H_2O}^8 = \frac{550 \cdot 18}{144} = 69 \text{ kg/s.}$$

(5)÷(13) tenglamalarda hosil bo'ladigan suvning umumiy miqdori:

$$M_{H_2O} = m^2 + m^3 + m^4 + m^5 + m^6 + m^7 + m^8 = 2184 + 150 + 70 + 90 + 151 + 42 + 69 = 2756 \text{ kg/s.}$$

(6) va (7) tenglamalar bo'yicha bog'langan fosfat kislotasi miqdori:

$$M_{H_3PO_4} = m_{H_3PO_4}^2 + m_{H_3PO_4}^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s.}$$

Eritmadagi erkin fosfat kislotasi miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^9 = 7068 - 505 = 6563 \text{ kg/s.}$$

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha H_2SO_4 ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SO_4}^{umum.} = m_{H_2SO_4}^1 + m_{H_2SO_4}^2 + m_{H_2SO_4}^3 = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s.}$$

Monogidrat yoki 92% li eritma hisobida esa: $\frac{14248}{0,92} = 15490 \text{ kg/s}$ bo'ladi.

Bunda suv miqdori: $m_{H_2O}^9 = 15487 - 14248 = 1542 \text{ kg/s}$ bo'ladi.

Ekstraktorda suyuq-qattiq sistema nisbatlarini harakatlantiruvchi bo'tqa hosil bo'lishi uchun ekstraktorga suv (sulfat kislotasi konsentratsiyasi 56% ga yetguncha)

qo'shiladi: $m_{H_2SO_4}^4 = \frac{14248}{0,56} = 25443 \text{ kg/s.}$

bunda suv miqdori: $m_{H_2O}^{10} = 25443 - 14248 = 11195 \text{ kg/s}$ bo'ladi.

Demak, suyultirish uchun beriladigan suv miqdori:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

$$m_{H_2O}^{11} = m_{H_2O}^{10} - m_{H_2O}^9 = 11195 - 1242 = 9953 \text{ kg/s.}$$

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. Ekstraksiyon bo‘tqada qoladigan suv $14159 - 1950 = 12209$ kg/s qoladi. Bu miqdordan fosfogips bilan: 4932 kg/s suv chiqib ketadi. Eritmada: $12209 - 4932 = 7277$ kg/s suv qoladi.

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:		Ekstraksiyon 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 ₂ O ₃	167	Natriy va kaliy kremneftroidlari	832
Fe ₂ O ₃	208	Magniy sulfat	1002
K ₂ O	125	H ₂ SiF ₆	15
Na ₂ O	167	H ₃ PO ₄	6563
SiO _{2(er.)}	416	H ₂ O	7277
CO ₂	1813	Jami:	44311
Erimaydigan qoldiq	4020		
H ₂ O	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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Mahsulot – fosfat kislotasi hisobi

Eritmaga o‘tadigan fosfat kislotasi: $5208 \cdot 0,98 = 5104$ kg/s.

Eritmaga o‘tmagan fosfat kislotasi: $5208 - 5104 = 104$ kg/s.

Yuvilmay gips bilan chiqib ketadigan fosfat kislotasi:

$$5104 \cdot 0,02 = 102 \text{ kg/s}; \text{P}_2\text{O}_5 = 143 \text{ kg/s}$$

(6) va (7) tenglama bo‘yicha bog‘langan fosfat kislotasi:

$$m^2 + m^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s yoki } 360 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5$$

Fosfat kislotasi sarfi: $m^2 + m^3 + m^4 = 141 + 505 = 646$ kg/s yoki

$$5208 - (104 + 102 + 360) = 4642 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5$$

Mahsulot sifatidagi fosfat kislotasida:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^M = 4642 \cdot 1,4 = 6499 \text{ kg/s}$$

21% li P_2O_5 hisobidagi kislotasi miqdori:

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4}^{21\%} = \frac{4642 \cdot 100}{21} = 22105 \text{ kg/s}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 22105 - 6499 = 15606 \text{ kg/s}$$

P₂O₅ moddiy balansi

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s	%
Fosforit bilan	5208	Fosfat kislotasi 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 ekstraksiyon bo‘tqa miqdori:

$$m_{e.b.} = 28280 \cdot 4 = 113120 \text{ kg/s}$$

Filtrlashga beriladigan bo‘tqadagi suyuq fazaning miqdori esa:

$$m_{s.f.} = 113120 - 28280 = 84840 \text{ kg/s bo‘ladi.}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$m_{\% P_2O_5}^{yu.e.} = \frac{5837 \cdot 100}{40309} = 14,5\% \text{ P}_2\text{O}_5$$

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Filtrlash jarayonining moddiy hisobi

Berilgan:

Filtrlashga tushadigan ekstraksiyon boʻtqa, kg/s	113490
Filtrlash jarayoni Karusel vakuum filtrining toʻrtta boʻlimida (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 boʻlgan) yuvuvchi suv miqdori, kg/s	40309
Filtrlashda bugʻlanadigan suv miqdori (1-zonada 130 kg/s, 2–3–4–zonalarda amalda oʻrta hisobda 100 kg/s suv bugʻlanadi. Issiqlik hisobida hisoblanadi), kg/s	430
Nam fosfogips miqdori, kg/s:	
qattiq fazasi	28765
undagi suyuq faza: $\frac{28765 \cdot 40}{60}$	19176
jami fosfogips	47798
Fosfogipsdagi P ₂ O 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 boʻladi.

Suyuq fazadagi suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{f.g.} = 19176 - 143 = 19033 \text{ kg/s boʻladi.}$$

Fosfogips tarkibi

Komponentlar	kg/s	%
CaSO ₄ ·2H ₂ O	23564	49,30
Metall fosfatlari	692	1,45
Erimaydigan qoldiq	4000	8,41
H ₃ PO ₄	143	0,30
Suv	19023	39,80
Qoldiq fosforit	366	0,74
Jami	47798	100,0

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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	5530
bug'lanadigan suv	
filtrlashda bug'lanadigan suv	430
Jami:	77828

Fosfogipsni yuvishga beriladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{yu} = 77828 - 46276 = 31552 \text{ kg/s}$$

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 kislotasi miqdori, kg/s	34000
6. Aylanuvchi fosfat kislotasi harorati, °C	65
7. Yuvuvchi eritma miqdori, kg/s	39309
8. Yuvuvchi eritma harorati, °C	60
9. Sirkulatsiyadagi ekstraksiyon 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kiradigan issiqlik:

1) Sulfat kislotasi 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 kislotasi bilan:

$$Q_3 = 34000 \cdot 2,750 \cdot 65 = 6078000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 2,750 – fosfat kislotaning 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 ekstraksion 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 digidratini 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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) Ekstraksiyon 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:

$$t = \frac{Q_3^s}{m \cdot c} = \frac{191893400}{1022980 \cdot 2,481} = 75,6^\circ C$$

Ekstraktorning issiqlik balansi

Kirish	kj/s	Sarf	kj/s
Sulfat kislota bilan	3364000	Ekstraksiyon bo‘tqa bilan	191893000
Fosforit bilan	435000	Gaz fazasi bilan	118600
Aylanma kislota bilan	6078000	Atrof-muhitga yo‘qolishi	150000
Yuvuvchi eritma bilan	8320000	Jami	192162000
Sirkulatsiyalanuvchi bo‘tqa bilan	156464000		
Reaksiya issiqligi	15877000		
Suyulish issiqligi	1624000		
Jami	192162000		

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Vakuum bug‘latgich issiqlik hisobi

Hisoblashdan maqsad bo‘tqa haroratini pasaytirish uchun qancha suvni bug‘latish kerakligini aniqlashdir.

Berilgan:

Vakuum bug‘latgichga boradigan bo‘tqa, kg/s	1023980
Bo‘tqa harorati, °C	75,6
Bug‘latgichdan qaytuvchi bo‘tqa harorati, °C	70
Vakuum bug‘latgichdagi bosim, n/m ²	0,240·10 ⁵

Kiruvchi issiqlik:

$$\text{Bo‘tqa bilan: } Q_1^b = 191893400 \text{ kj/s}$$

Issiqlik sarfi:

1) Vakuum-bug‘latgichdan chiqayotgan issiqlik:

$$Q_2^b = (1023980 - 5500) \cdot 2,481 = 177215500 \text{ kj/s}$$

2) Atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik:

$$Q_y = 200000 \text{ kj/s}$$

3) Bug‘langan 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) Bug‘langan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{bug'} = \frac{14477900}{2617,6} = 5530 \text{ kj/s}$$

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
XLORID KISLOTA ISHLAB CHIQRISH MODDIY VA ISSIQLIK
HISOBLARI**

Xlorid kislota, vodorod va xlor elementlaridan tashkil topgan, vodorod xloridning suvdagi eritmasidir. U odamlar orasida tuz ruhi sifatida ham tanilgan. Xlorid kislota sanoat sohasida dastlab Leblank jarayoni, so‘ngra Solvay jarayoni tomonidan ishlab chiqarila boshlandi. Tarixda yangi qulayliklarni kashf etishda xlorid kislota muhim rol o‘ynadi. Bugungi kunda xlorid kislota PVXdan temir va po‘latgacha, organik moddalar ishlab chiqarishdan oziq-ovqat sektorigacha deyarli barcha sohalarda qo‘llaniladi.

Xlorid kislota qulaylik bilan bir qatorda, toksik moddadir va ko‘p sirtlarga, ayniqsa inson to‘qimalariga katta zarar etkazadi. Shu sababli, ushbu kislota bilan ishlashda xavfsizlik choralarini eng yuqori darajada amal qilish kerak. Kislota toksik bo‘lishidan tashqari, ko‘z va terini bezovta qiladi, terida kuyish va nafas olish tizimini bezovta qiladi. Xlorid kislota olish uchun avval vodorod xlorid gazini olish kerak.

Vodorod xlorid kuchli kislota hisoblanadi. Molekulyar tuzilishi ancha sodda bo‘lgan vodorod xlorid xlor atomi va vodorod atomidan iborat va uning formulasi HCl. Vodorod xloridi bir litr suvda xona haroratida, taxminan 450 litr juda yuqori darajada eriydi. Boshqa kislotalar singari, u rangli reagentlar bilan “kislota rangi” deb nomlangan rang beradi, Misol uchun, lakmus qizil ranga bo‘yaydi. Natriy karbonat va ammiak kabi asoslarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Natriy karbonat eritmasiga asta-sekin bilan xlorid kislota quyilasa, termometr naychasini botirilsa harorat tez ko‘tarilishini ko‘ratadi. Agar eritma suv to‘liq yo‘qolguncha qizdirilsa, natriy xlorid (osh tuzi) qattiq holda cho‘kadi. Agar tarkibida xlorid kislota bo‘lgan shisha ammiak bo‘lgan shishaning og‘ziga yaqinlashtirilsa, oq va mo‘l-ko‘l ammoniy xlorid bug‘lari hosil bo‘ladi. Ushbu reaksiya bilan, ko‘rib chiqilayotgan moddalar atrof muhitda mavjudmi yoki yo‘qmi aniqlanadi. Xlorid kislota suvga tushganda H^+ ionini beradi.

Xlorid kislota, odatdagi kislotalar kabi, rux, temir, magniy yoki alyuminiy kabi ko‘plab metallarga ta’sir qiladi va vodorodni chiqaradi. Mis bu kislota bilan faqat havoda kislorod ishtirokida reaksiyaga kirishadi, ammo vodorod ajralib chiqmaydi. Oltin va platina xlorid kislota bilan reaksiyaga kirishmaydi, faqat xlorid kislota – nitrat kislota aralashmada eritildi. Metall oksidlar (zang) odatda xlorid kislotada eriydi. Xlorid kislota zangni tozalash roli ushbu hodisaga asoslangan.

Karbonatlar xlorid kislota bilan qattiq reaksiyaga kirishadi va karbonat angidrid ajralib chiqadi. Boshqa tuzlar ham xlorid kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Masalan, kumush nitrat xlorid kislota bilan reaksiyaga kirishganda kumush xloridning oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Cho‘kma yorug‘lik ta’sirida binafsha rangga aylanadi (bu reaksiya ushbu moddalarni kimyoviy analiz yordamida aniqlash uchun ishlatiladi)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



Xlorid kislotasi zangni tozalash vositasi sifatida ishlatilishidan tashqari, organik birikmalarga ta'sir qilish orqali xlorli mahsulotlarni (erituvchilar, plastmassa materiallar) olish uchun ishlatiladi.

Kashf etilish tarixi

Xlorid kislota, birinchi marta 800-yillarda Jobir ibn Hayyan sulfat kislotani osh tuziga aralastirib olingan. Jabir o'zining kashfiyotlarini keyinchalik 20 xil kitobga to'pladi. Ushbu 20 ta kitob asrlar davomida alkimyoviy va kislotalarning asosiy kitoblaridan biri bo'lib kelgan. Jabirning kashfiyotlaridan biri xlorid kislota va nitrat kislota aralashmasi bilan tayyorlangan qirol suvidir. Qirol suvi ko'p yillar davomida alkimyoda muhim o'rin egallab kelmoqda.

O'rta asrlarda xlorid kislota Evropada tuz ruhi sifatida tanilgan. Yoxan Rudolf Glauber ismli nemis kimyogari neytrallanish jarayonida natriy xlorid tuzi va sulfat kislotasini tasvirlab berdi, uning yordamida natriy sulfat va vodorod xlorid gazini qazib olishga muvaffaq bo'ldi. Ingliz olimi Jozef Priestli ham 1772 yilda toza vodorod xlorid olishga muvaffaq bo'ldi. Yana bir ingliz kimyogari Xamfri Devi kislotalik vodorod borligi bilan bog'liqligini aniqladi va kislotalar va angidridlar turlicha degan xulosaga keldi.

Ishlab chiqarish

Vodorod xloridning suvli eritmasi xlorid kislota deb nomlangan, chunki uzoq vaqt davomida u osh tuzidan sulfat kislotasi bilan ta'sirlanib olingan. Bu, uzoq vaqt davomida xlorid kislota ishlab chiqarish usuli sulfat usuli deb ataladigan edi. Keyin uni sintetik olish usullari ishlab chiqarildi. Bundan tashqari, muhim miqdordagi vodorod xlorid organik xlorlashda yon mahsulot sifatida olingan moddalardir.

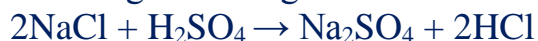
Shunday qilib, sanoatda xlorid kislota quyidagicha yo'llar bilan olinadi:

- sulfat;
- sintetik;
- bir qator jarayonlarning yon mahsulotlar(yon gazlar)dan.

Barcha holatlarda xlorid kislota ishlab chiqarish ikki bosqichdan iborat:

- 1) vodorod xloridni olish
- 2) vodorod xloridning suvga singishi (yutilishi)

Sulfat usuli: natriy xlorid NaCl bilan konsentrlangan sulfat kislota H₂SO₄ (92-93%) 500-550°C da o'zaro ta'siriga asoslangan.



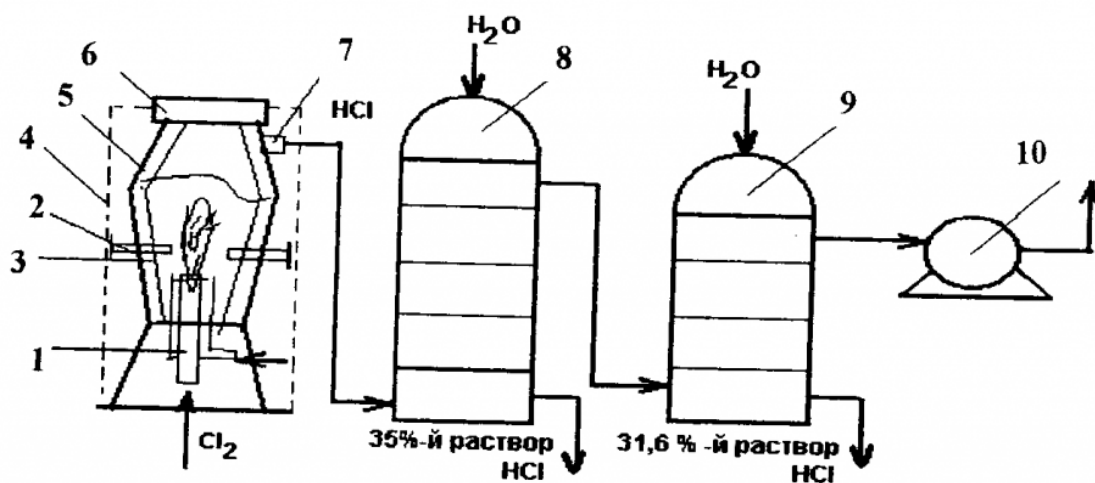
NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Kam miqdordagi konsentrlangan sulfat kislota ishlatilmaydi, chunki bu holda vodorod xlorid suv bug‘lari bilan haddan tashqari suyulib ketadi va bu konsentrlangan xlorid kislotani olishni qiyinlashtiradi.

Elementlardan vodorod xloridni sintezi: konsentrlangan xlorid gaz (tarkibida 80-90% va undan ko‘p HCl mavjud) olish, va uni distillangan suv bilan singdirish imkon beradi, bundan tashqari uning konsentratsini 38% ga yetkazish mumkin bo‘lgan usul hisoblanadi.

Sanoatda sintetik, texnik, yuqori tozaligi va reaktiv xlorid kislotasini ishlab chiqariladi. Birinchi ikkita turi kimyo, fotokimyoviy, oziq-ovqat, farmatsevtika sanoati, qora va rangli metallurgiya uchun mo‘ljallangan; qolganlari ilmiy tadqiqotlarda, laboratoriyalarda ishlatiladi. Xlorid kislota ishlab chiqarish ikki asosiy ketma-ket jarayondan iborat: xlorid vodorod ishlab chiqarish va uning suvga singishi. Ishlab chiqarish usullari faqat birinchi asosiy jarayonda farqlanadi. Organik birikmalar xlorlash vodorod xlorid sintez chiqindisi sifatida ajralib chiqadi. Shuning uchun bunday xomashyodan olingan xlorid kislotaning narxi ancha past va bu usul ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Boshqa ishlab chiqarish usuli sintetik bo‘lib, bu erda xom ashyo natriy xloridning suvli eritmalarini elektroliz qilish natijasida olingan xlor va vodoroddir:

Xlorid kislotaning to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintezi yonishning zanjirli reaksiyasiga asoslangan:



Xlorid kislota olishning texnologik sxemasi:

1 – burner; 2 – ko‘rish oynasi; 3 – olovga chidamli g‘isht; 4 – himoya devor; 5 – olovli pechning tanasi; 6 – asbest qoplamasi; 7 – vodorod xloridni olib tashlash uchun tarmoq trubkasi; 8.9 – assimilyatsiya minoralari; 10 – eksgauster

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

Reaktivlarning bir xil ta'minoti va vodorodning 5-6% ortiqcha bo'lishi bilan yonish sodir bo'ladi. Pechdan chiqayotgan gaz sovutilib, 8 va 9-yutuvchi minoralarga kiradi. Ulardan birinchisida 35%, ikkinchisida 31,6% xlorid kislota eritmasi olinadi. Bitta yutish minorasining quvvati 30 tonna 35% xlorid kislota eritmasidir.

Xlorid kislota vodorod xlorid deb nomlangan moddani suvda eritib olinadi. Xuddi shu tarzda, vodorod xloridni olish turli xil yo'llar bilan amalga oshirilishi mumkin. Ayniqsa, katta miqdordagi vodorod xlorid ishlab chiqarishda modda deyarli har doim boshqa moddalar bilan aralashtirish natijasida olinadi.

Sanoatda: Sanoatda xlorid kislota 38% o'z ichiga olgan eritmalarda olinadi. Kimyoviy jihatdan 40% gacha konsentratsiyali ishlab chiqarish mumkin. Biroq, bug'lanish darajasi bunday hollarda yuqori bo'ladi, shuning uchun kislotani saqlash va saqlash qo'shimcha pul talab qiladi. Bundan tashqari, bunday saqlash muhitini ta'minlash uchun tegishli bosim va harorat qiymatlarini ta'minlash kerak. Bugungi kunda eritmaning eng mos konsentratsiyasi 30% dan 34% gacha bo'ladi. Bu transportning pastligi va saqlash xarajatlarining past bo'lishiga olib keladi. Uy sharoitida, ayniqsa tozalash uchun, xlorid kislota ishlab chiqarishdagi o'rtacha konsentratsiya 10 – 12% gacha. Shu bilan birga, kislota o'z ichiga olgan tozalovchi vositani ishlatishdan oldin suv bilan suyultirish kerak. Buyuk Britaniyada va tuzli ruh nomi ostida sotadigan ko'plab Evropa mamlakatlarida kislotadan foydalanish uyda tozalashdan nariga o'tmaydi.

Dunyodagi eng yirik xlorid kislota ishlab chiqaruvchilardan biri bo'lgan Dow Chemicalning yillik kislota ishlab chiqarish hajmi 2 million tonnani tashkil qiladi. FMC, Georgia Gulf Corporation, Tosoh Corporation, Akzo Nobel va Tessenderlo Total kabi boshqa yirik kompaniyalar ham yiliga 0,5-1,5 million tonna kislota ishlab chiqaradilar. Dunyoda xlorid kislotasining ochiq bozori taxminan 5 million tonnani tashkil etadi.

Organik birikmalar ishlab chiqarish. Xlorid kislotadan foydalanish usullaridan biri bu PVX deb nomlangan material uchun vinilxlorid kabi organik birikmalar ishlab chiqarishdir. Ushbu sohada ishlab chiqarilgan kislotalar hech qachon sotuvga qo'yilmaydi. Ular faqat yopiq sanoat doirasida organik birikmalar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Bisfenol A, polikarbonatlar, faol uglerod va askorbin kislotasi kabi muhim maqsadlarga ega bo'lgan organik birikmalar xlorid kislota yordamida ishlab chiqarilishi mumkin. Ayniqsa, dalada ishlatiladigan aralashmalar va dori-darmonlarni tayyorlashda farmakologiya va teflon xlorid kislotasi ishlab chiqarishda muhim o'rin tutadi. Ayniqsa Birinchi Jahon urushi Jarayon davomida xlorid kislotadan olingan fosgen (COCl_2) deb nomlangan organik moddadan kimyoviy qurol sifatida foydalanilgan.

Anorganik birikmalarni ishlab chiqarish. Ko'pgina noorganik birikmalar kislota-asos reaksiyalari orqali hosil bo'ladi. Ushbu reaksiyaga kiradigan kislotalarda xlorid kislota katta o'rin tutadi. Shunday qilib temir xlorid yoki

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

polialuminium xlorid kabi moddalarni suvdan ajratish mumkin. Shu tarzda chiqindi suvni tozalash inshootlarida tozalash mumkin. Qog'oz ishlab chiqarishda temir xlorit va polialuminiy xlorit materiallari, suvni dezinfektsiyalashdan tashqari, muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, akkumulyator, bunday uskunani ishlab chiqarishdagi akkumulyator bu kislotaning katta qismiga ega.



pH nazorati va zararsizlantirish. Eritmadagi asoslik (pH) qiymatini pasaytirish uchun xlorid kislotadan foydalanish mumkin. Masalan; Xlorid kislota OH⁻ ionlarini o'z ichiga olgan eritma ichiga tushirilganda eritmadagi asos o'z o'rnini suv va H⁺ ioniga o'tadi. Ushbu usul tufayli eritmaning kislotaligi va asosligi qiymatlari nazorati etilishi mumkin. Bu oziq-ovqat, dori-darmon, basseyn va ichimlik suvidagi pH qiymatlarini boshqarish uchun ishlatiladi. Quyida ushbu usulning formulasi keltirilgan:



Boshqa sohalarda. Xlorid kislota kimyoda oraliq moddalardan biridir. Ushbu kislota ko'plab kichik sanoat korxonalarida qo'llaniladi. Terini qayta ishlash, uylarni tozalash, qurilish sanoati shular jumlasidandir. Neftni qidirishda xlorid kislotasini toshlarga quyish orqali neftning mavjudligi yoki sifati to'g'risida ma'lumot to'planishi mumkin. Kislota oziq-ovqat sanoatida qo'shimchalar ishlab chiqarishda ham qo'llaniladi. U ishlab chiqarish bosqichida, ayniqsa sun'iy oziq-ovqat va vitaminlarda xlorid kislotadan foydalanadi.

Tirik mavjudotlarda uchrashi. Oshqozon kislotasi ko'plab tirik mavjudotlarning oshqozonida muhim ovqat hazm qilish moddasidir. Ushbu kislota xlorid kislotaning suyultirilishi deb ta'riflanishi mumkin. Oddiy odamda oshqozon ichidagi kislotaning pH qiymati 1 dan 2 gacha o'zgarishi mumkin va me'da shirasida 0,3% xlorid kislota bor. Oshqozon kislotasi oshqozon ichidagi mikroorganizmlarga qarshi to'siq bo'lib xizmat qiladi. Xususan, u iste'mol qilingan ovqat tarkibidagi bakteriyalar miqdorini kamaytirishda juda samarali rol o'ynaydi. pH qiymati pastligi, shuningdek, pepsinosin deb ataladigan ovqat hazm qilish fermentini faollashtirish uchun ishlatiladi. Kam pH qiymatiga duchor bo'lgan ovqatlar, o'n ikki barmoqli ichakka etib borganida, atrof muhitdagi pH qiymati 6 orqali asl holiga keladi. Xlorid kislota, o'z-o'zidan, oshqozonni teshish uchun yetarlicha kuchli kislota. Ammo oshqozonda joylashgan qalin shilliq qavat oshqozon epiteliysining kislotasini shikastlanishiga yo'l qo'ymaydi.

Xavfsizlik. Konsentrlangan xlorid kislota organizmga suyuq yoki qattiq holda katta zarar etkazishi mumkin. Ba'zi gazli xlorid kislota bilan nafas olish butun nafas olish tizimini ishdan chiqarish mumkin. Suyuq shaklda, u quyiladigan sirtlarning ko'pini eritib yuboradi. Xlorid kislotasi bilan ishlashda xlorid kislotadan zararni

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

kamaytirish uchun qo‘lqop va himoya kiyim kiyish kerak. Kislota natriy gipoxlorit (NaClO) va permanganat (KMnO_4) kabi moddalar bilan o‘zaro aloqada bo‘lganda, u reaksiyaga kirishadi va katta zarar yetkazadi. Xlorid kislotaning zarari kislota konsentratsiyasi bilan bog‘liq. Qo‘shma Shtatlardagi atrof-muhit ma’lumotlariga ko‘ra, xlorid kislota toksik moddalar qatoriga kiradigan.

Ishlatilishi

Xlorid kislota – bu noorganik kislota turi, u turli xil biznes sohaslarida qo‘llaniladi. Kislota konsentratsiyasi u ishlatilgan ish sohasiga qarab o‘zgaradi. Xlorid kislota sanoatning ko‘plab tarmoqlarida po‘latni eritish, organik birikmalar hosil qilish, noorganik moddalarni sanoat ishlab chiqarish va pH muvozanatini ta’minlash uchun ishlatiladi.

Xlorid kislotaning muhim vazifalaridan biri bu po‘latni tozalash uchun tuzlash jarayoni. Ushbu jarayondan oldin temirdagi zang boshqa bosqichlar uchun olib tashlanadi. 18% konsentratsiyali xlorid kislota temirdan uglerod va zangni tozalash uchun etarli. Quyida ushbu jarayonning formulasi keltirilgan.



1-masala. NaHSO_3 va CaCO_3 dan iborat 101.6 g aralashmaning xlorid kislotada eritilishidan zichligi (n.sh) 2.32 g/l bo‘lgan gazlar aralashmasi hosil bo‘ldi. Ushbu gazlar aralashmasini 1.28 kg bromli suv bilan to‘la reaksiyaga kirishgan bo‘lsa, reaksiyada qatnashgan HCl miqdorini (mol) va bromli suv konsentratsiyasini (%) aniqlang.

Yechish:



$$104x \qquad \qquad \qquad 64x$$



$$100y \qquad \qquad \qquad 44y$$

$$2) 104x + 100y = 101,6$$

$$\frac{64x + 44y}{22,4x + 22,4y} = 2,32$$

$$22,4x + 22,4y$$

$$51,968x + 51,968y = 64x + 44y$$

$$51,968y - 44y = 64x + 44y$$

$$7,968y = 12,032x$$

$$y = 1,5x$$

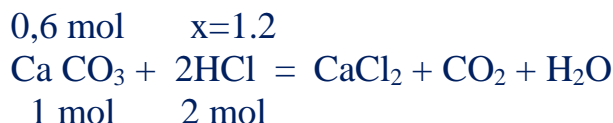
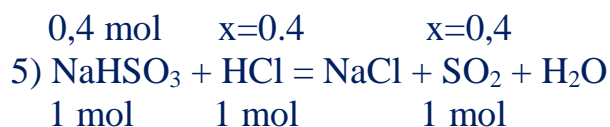
3) Tenglamadagi “y” ni o‘rniga qo‘yib hisoblasak:

$$104x + 100 \cdot 1,5x = 101,6$$

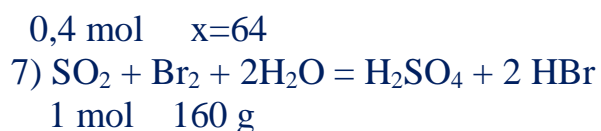
$$254x = 101,6; \quad x = 0,4 \text{ mol}$$

$$4) y = 1,5x; \quad y = 1,5 \cdot 0,4 = 0,6 \text{ mol}$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI



6) $n(\text{HCl}) = 0,4 + 1,2 = 1,6 \text{ mol}$



8) $\omega(\text{Br}_2) = (64 : 1280) \cdot 100\% = 5\%$ Javob: 1,6 mol HCl; 5% bromli suv

2-masala. 30 °C harorat va 202,65 kPa bosimda vodorod xlorid va vodorod bromid aralashmasining zichligi 4,7257 g/l. Aralashmadagi tarkibiy qismlarning massa ulushlari topilsin.

Yechish: Dastlab gazlar aralashmasining normal sharoitdagi hajmini topamiz, buning uchun Klapeyron tenglamasidan foydalanamiz:

$$V_o = \frac{pVT_o}{p_o T} = \frac{202,65 \cdot 1 \cdot 273}{303 \cdot 101,325} = 1,8 \text{ l.}$$

Endi 1 mol aralashmaning molyar massasini topsak:

$$1,8 : 4,7257 = 22,4 : x; \quad x = 58,81 \text{ g/mol.}$$

(Aralashmaning molyar massasini Mendeleev–Klapeyron tenglamasi yordamida ham topish mumkin:

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{4,7257 \cdot 8,314 \cdot 303}{202,65 \cdot 1} = 58,75 \text{ g/mol.}$$

Bu qiymat asosida har bir gazning modda miqdori va massasini o'rtacha molyar massa formulasidan foydalanib topamiz:

$$58,75 = \frac{v_{\text{HCl}} \cdot 36,5 + v_{\text{HBr}} \cdot 81}{v_{\text{HCl}} + v_{\text{HBr}}}$$

Mazkur tenglama yechilsa: $v_{\text{HCl}} = 0,5 \text{ mol}$; $v_{\text{HBr}} = 0,5 \text{ mol}$.

Gazlarning massalari:

$$m_{\text{HCl}} = 0,5 \cdot 36,5 = 18,25 \text{ g}, \quad v_{\text{HBr}} = 0,5 \cdot 81 = 40,5 \text{ g.}$$

$$\omega_{\text{HCl}} = 31,06\% \text{ va } \omega_{\text{HBr}} = 68,94\%.$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

3-masala. 4 mol suvda 20 l HCl erishidan hosil bolgan eritmaning massa ulishini aniqlang?

Berilgan:

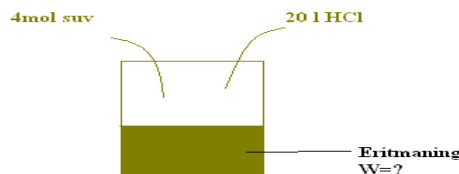
$$n_{\text{suv}}=4\text{mol}$$

$$V_{\text{HCl}}=20\text{ l}$$

$$W = ?$$

Yechish:

Buning o'quvchiga tushinarli bo'lishi uchun eng avvalo eritmaning hosil bo'lishini tasavur qilgan holda eritmaning oddiy rasmini chizib olamiz.



Ko'rinib turibdiki, qo'shilayotgan suv va HCl massalarini topib olishimiz kerak. m ni topish uchun eng avvalo suvning nisbiy molyar massasini topishimiz kerak.

$$Mr_{(\text{suv})}=2A_{r(\text{H})}+A_{r(\text{O})}=2\cdot 1+16=18\text{g/mol}$$

Undan so'ng m ni topamiz. $n = \frac{m}{M}$ bo'lsa, m ni topsak $m=n\cdot M$ bo'ladi.

$$m=n\cdot M=4\text{mol}\cdot 18\text{g/mol}=72\text{g} \text{ suv qo'shilgan bo'ladi.}$$

HCl ning massasini topishda hajmidan foydalanib miqdorini, miqdoridan esa massasini topamiz:

$$n = \frac{v}{v_m} = \frac{20\text{l}}{22.4\text{l}} = 0.893\text{mol HCl bor.}$$

Uning massasini topish uchun HCl ning nisbiy molyar massasini topamiz.

$M_{(\text{HCl})}=A_{r(\text{H})}+A_{r(\text{Cl})}=1+35.5=36.5\text{g/mol}$ gat eng. Keyin $n = \frac{m}{M}$ bu formuladan topamiz:

$$m=n\cdot M=0.893\text{mol}\cdot 36.5\text{g/mol}=32.6\text{g HCl}$$

Eritmaning massasi qo'shilgan suv va HCl massalarini yig'indisiga teng:

$$m_{\text{eritm}}=m_{\text{HCl}}+m_{\text{suv}}=72\text{g}+32.6\text{g}=104.6\text{g ga teng.}$$

Mssa ulishni topish uchun erigan HCl massasini eritma massasiga nisbati bilan topiladi.

$$W = \frac{m_{\text{erigan modd}}}{m_{\text{eritma}}} = \frac{32.6\text{g}}{104.6\text{g}} = 0.3117\cdot 100\% = 31.17\% \text{ li eritma hosil bo'lgan.}$$

4-masala. Normal sharoitda 14 l HCl, 75 ml H₂O da erishidan hosil bo'lgan eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlang? Bunda hajmning o'zgarishini hisobga olmag.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Berilgan:

$$V=14\text{ l}$$

$$V=75\text{ ml}$$

$$Mr(\text{H}_2\text{O})=18\text{ g/mol}$$

$$Mr(\text{HCl})=36.5\text{ g/mol}$$

$$C_M=?$$

Yechish:

a) modda miqdorini aniqlaymiz:

$$n = \frac{V}{V_n} = \frac{14\text{ l}}{22.4\text{ l}} = 0.625\text{ mol}$$

b) eritmaning hajmi suvning hajmi teng deb olamiz:

$$C_M = \frac{n}{V} = \frac{0.625\text{ mol}}{0.075\text{ l}} = 8.33\text{ mol/l}$$

15-AMALIY MASHG'ULOT

FTORID KISLOTA ISHLAB CHIQRISH MODDIY VA ISSIQLIK HISOBLARI

Vodorod ftorid, HF - o'tkir hidli rangsiz gaz. Vodorod ftorid $19,43^\circ$ dayoq suyuqlikka aylanadi. Havoda kuchli tutab, uning namligi ta'sirida tomchisimon eritma hosil qiladi. Suyuq holdagi vodorod ftorid ning zichligi 991 kg/m^3 , qaynash harorati $19,43^\circ\text{C}$, suyuqlanish harorati — $83,1^\circ\text{C}$. Suvda cheksiz miqdorda erib ftorid kislota hosil qiladi. Vodorod ftorid boshqa kislotalardan farqli o'laroq kremniy (IV)-oksid bilan reaksiyaga kirishadi:



Vodorod ftoridning shishalarni xiralashtirishi shu reaksiyaga asoslangan bo'lib, sanoatda undan shishalarga gul va turli belgilar chizishda foydalaniladi. Vodorod ftorid tabiiy birikma — flyuorit (CaF_2) ga konsentrlangan sulfat kislota ta'sir ettirib olinadi. Vodorod ftorid ftor, sun'iy kreolit va ftororganik birikmalar olishda qo'llaniladi.

Ftorid kislota - vodorod ftorid HF ning suvdagi eritmasi. 77% li eritmaning zichligi 1262 kg/m^3 , 95,2% li eritmaniki esa 1082 kg/m^3 . Ftorid kislota oksidlar bilan reaksiyaga kirishib, ftoridlar va ularni eritib, kompleks birikmalar hosil qiladi. Ftorid kislota boshqa kislotalardan farqli o'laroq silikat materiallar bilan (jumladan, shisha bn) ham shiddatli reaksiyaga kirishadi. Shishani tezoblab gul va turli belgilar chizishda, ftoridlar olishda, erituvchi va reagent sifatida ishlatiladi.

2. LABORATORIYA MASHG‘ULOTI MATERIALLARI

LABORATORIYA ISHI № 1

SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH XOMASHYOLARINING TAHLILI. TEXNIK OLTINGUGURT NAMLIGINI ANIQLASH

Oltिंगugurtni aniqlash. Texnik oltिंगugurt tarkibida massa ulushi foizlarda ifodalangan oltिंगugurt 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 oltिंगugurt namligini aniqlash

Gigroskopik namlik miqdori belgilangan sharoitda texnik oltिंगugurt quritilgandan so‘ng, massaning kamayishi orqali aniqlanadi. Usul shartli hisoblanadi, analizni bajarishda belgilangan harorat quritish vaqi 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 oltिंगugurt

Ishning bajaralishi

10 g atrofidagi texnik oltिंगugurt 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 xisoblanadi:

$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g;
 m – boshlang‘ich tortib olingan texnik oltिंगugurt massasi, g.

**LABORATORIYA ISHI № 2
TEXNIK OLTINGUGURT TARKIBIDAGI OLTINGUGURT MIQDORINI
ANIQLASH**

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Oltingugurt kolchedanni kuydirishda xosil boʻlgan kuyundi tarkibida 0,5-3% gacha oltingugurt boʻladi. 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 oʻkaziladi. Eritmadan sulfat anioni SO_4^{2-} bariy xlorid $BaCl_2$ yordamida bariy sulfat $BaSO_4$ xolida choʻktiriladi.

Ishning maqsadi: Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Kerakli asbob

va reaktivlar:

Kuyundi
Xlorid kislotaning 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 spirdagi eritmasi
Distillangan suv
Texnik va analitik tarozilar
Shisha silindr
Chinni kosacha va chinni stakan tayyoqchasi
Eksikator
Chinni tigel
Quritish shkafi

Ishning bajarilishi

Taxminan 1 g kuyundi 0,0002 g aniqlikda tortib olinadi, uni 250-300 ml sigʻimli stakanga toʻla oʻkaziladi, distillangan suv bilan namlanadi va unga 1 g kaliy xlorat kristallaridan qoʻshiladi. 50 ml xlorid kislota quyiladi va stakandagi aralashmadagi eritmagan choʻkmani rangi qizildan koʻkintir-yashil rangga oʻtguncha qaynatiladi. Agar parchalash davomida eritmaning xajmi keskin kamayib ketsa, stakanga yana 20-25 ml suyultirilgan xlorid kislota qoʻshiladi. Soʻng stakanga 50 ml distillangan suv quyiladi va eritma qaynaguncha qizdiriladi. Stakan soat oynasi bilan

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

berkitiladi va sekinlik bilan qizdiriladi. Soʻngra suyuqlik qum xammomida quriguncha bugʻlatiladi 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 qoʻshiladi. Sovitilgan stakanga 10 ml xlorid kislota eritmasidan quyib, eritmani quriguncha bugʻlatiladi. Ushbu jarayon 2 marta takrorlanadi.

Eritma qaynatib boʻlingandan soʻng unga 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 xaroratigacha sovutiladi, uning oʻlchami 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 $60-70^{\circ}C$ gacha qizdirilib, unga oz-ozdan ammiak eritmasi qoʻshiladi. Soʻngra yana 5 ml ammimak eritmasidan quyiladi. Stakandagi eritmani yuqoridagi temperaturada 10-15 minut davomida aralashtiriladi.

Shundan soʻng eritma filtrlanadi, stakan qaynoq suv bilan yuviladi va bu yuvindi xam 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 xajmi) ning suv bilan yuvilganda 300 ml dan oshmasin.

Koʻp xajmdagi eritma bugʻlatilib, metil qizil indikatoridan qoʻshib, xlorid kislota bilan neytrallanadi va yana 3 ml xlorid kislota quyib, qaynagunga qadar qizdiriladi va tuxtovsiz aralashtirib turgan xolda 50 ml sigʻimli idishdagi qaynoq $BaCl_2$ eritmasi quyiladi. Eritmadagi bariy sulfat $BaSO_4$ choʻkmasi tuxtovsiz aralashtirib turgan xolda 5 minut davomida qaynatiladi, soʻngra 25-30 minutdan koʻp boʻlmagan vaqtgacha tinch qoldiriladi. Shundan soʻng eritma filtrlanadi, choʻkmani $60^{\circ}C$ temperaturadagi distillangan suv bilan yuviladi va bu yuvindi xam 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, $700-800^{\circ}C$ xaroratda filtr toʻla yonib ketguncha kuydiriladi, soʻngra oq choʻkma qolguncha $1000-1050^{\circ}C$ xaroratda kuydirish davom ettiriladi. Soʻngra tigel choʻkmasi bilan birgalikda eksikatorda sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Hisoblash. Oltinugurt 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 oltinugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 3 KOLCHEDAN NAMLIGINI ANIQLASH

Kolchedan tarkibidagi oltinugurt miqdorini aniqlash

Oltinugurt birikmalarining asosiy ko'rsatgichlaridan biri xom ashyo tarkibidagi oltinugurt namligidir. Tabiiy kolchedan FeS_2 tarkibida 40-47% oltinugurt bo'ladi. Flotatsiyalangan kolchedan tarkibida 38-50% oltinugurtning 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 eksikatora byuksning qopqog'i yopib qo'yilgan xolatda sovutiladi va sovigach esa tortiladi.

Hisoblash. Namlik miqdori massa ulush (%) xisobida quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

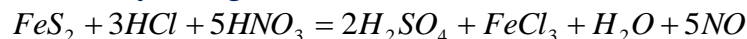
$$\varpi = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – namunaning quritilgandan keyingi massasi, g;
 m – boshlang'ich tortib olingan kolchedan massasi, g.

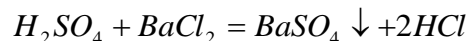
LABORATORIYA ISHI № 4 KOLCHEDAN TARKIBIDAGI OLTINGUGURT MIQDORINI ANIQLASH

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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 filtdan 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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;

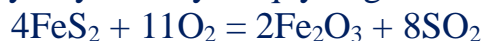
m_2 – boshlang'ich kolchedanning massasi, g;

0,1374 – 1 g $BaSO_4$ ga to'g'ri keladigan oltinugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 5 SULFAT KISLOTASINI OLISH

Ishning maqsadi: Oltinugurt kolchedanini kuydirish orqali sulfat kislota olish. Harorat va ortiqcha havoni, sulfid rudalaridagi oltinugurt miqdorini hamda zarrachalar o'lchamining vaqt bo'yicha pech gazi tarkibidagi SO_2 konsentratsiyasini yoki pechning ishlab chiqarish quvvatini o'zgarishini ifodalovchi kuydirish tezligiga ta'sirini o'rganish.

Sulfat kislota olish tavsifi. H_2SO_4 ishlab chiqarishda SO_2 ni olish uchun sulfid rudalari kuydiriladi. Oltinugurt kolchedanini (FeS_2) kuydirish qonuniyatlarini qolgan barcha sulfidlarni kuydirish uchun qo'llasa bo'ladi. Sulfid rudalarining umumiy kuydirish tezligi, boshqa yuqori haroratli jarayonlar kabi havo kislorodini diffuziyasi va SO_2 ning reaksiyon zonadan olib chiqib ketish bilan belgilanadi. Kolchedanni kuydirishning umumiy kimyoviy reaksiyasi quyidagicha:



Massa uzatish koeffitsiyentini, pechdagi haroratni va intensiv yuqori gidrodinamik rejimni ko'tarish 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:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Modellashtirilgan jihazda esa bu jarayon absorpsion kolonkada olib boriladi, bu kolonkaga 50 ml 9% li H_2O_2 eritmasi quyiladi. H_2O_2 beqaror modda bo'lib, u H_2O va kislorodga parchalanadi. Parchalanish vaqtida soniyaning yuzdan bir ulushida kislorod atomar holda bo'ladi, bu atomar kislorod juda faol bo'lib 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 jihaz orqali suvli-oqim nasosi yordamida harakat qiladi. Oldindan xona haroratida hisoblangan gradirovka qilingan reometr (1) yordamida havoning hajmiy tezligi o'lchanadi. Elektrpechga o'rnatilgan kvarts 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 kvarts nay o'tkazilgan. Kvarts 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 kvarts nay orqali va naylararo bo'shliq orqali reaksiya zonasiga keladi. Kichik diametrli kvarts 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.

$$Gr.ekv H_2SO_4 = Gr.ekv NaOH = P \cdot 0,005 \cdot F.$$

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 namunasi og'irligi, g;

16 – 1 g.ekv H_2SO_4 ga to'g'ri keluvchi S ning miqdori.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Har xil harorat yoki havoning hajmiy tezliklarida kolchedan yoki sulfid rudalarining kuyish tezligini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan jihozga 2 ta absorpsion kolonka ro‘shiladi va ularga ma’lum miqdorda kraxmal bilan rangli holatga keltirilgan 0,1n J₂ 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 J₂ bilan quyidagi reaksiya ketadi:



Tajriba natijalari asosida har xil haroratda yongan oltingugurt miqdorning vaqtga bog‘liqlik ko‘rinishidagi kinetik egri chiziqlarini grafiklari chiziladi.

$$G = 0,0016 \cdot P \cdot F.$$

G – yongan oltingugurtning miqdor, g;

0,0016 – 1 ml 0,1n J₂ eritmasiga to‘g‘ri keluvchi yongan oltingugurtning miqdor;

P – yod eritmasining miqdor, ml;

F – yod eritmasining faktori, ya’ni normal konsentratsiyasini to‘g‘irlash koeffitsiyenti.

LABORATORIYA ISHI № 6 SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISHDAGI KUYUNDI VA KUYUNDI GAZI TARKIBINING TAHLILI

Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Oltingugurt kolchedanni kuydirishda hosil bo‘lgan kuyundi tarkibida 0,5-3% gacha oltingugurt bo‘ladi. Oltingugurt kuyundida asosan temir sulfid yoki turli metallar sulfatlari holida mavjud.

Oltingugurt umumiy miqdorini gravimetrik usulda aniqlash

Kuyundi tarkibidagi oltingugurtning xlorid kislotasi yoki kaliy xlorat yordamida eritmaga o‘tkaziladi. Eritmadan sulfat anioni SO₄²⁻ bariy xlorid BaCl₂ yordamida bariy sulfat BaSO₄ holida cho‘ktiriladi.

Ishning maqsadi: Kuyundi tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kuyundi
2. Xlorid kislotaning 1:1 nisbatdagi eritmasi

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 spirtdagi 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‘kimgir-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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 $60^\circ C$ 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, $700-800^\circ C$ haroratda filtr to'la yonib ketguncha kuydiriladi, so'ngra oq cho'kma qolguncha $1000-1050^\circ C$ haroratda kuydirish davom ettiriladi. So'ngra tigel cho'kmasi bilan birgalikda eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. Oltingugurt miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\omega_s = \frac{m_1 \cdot 0,1374 \cdot 250}{m_2 \cdot 50} \cdot 100, \%$$

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 oltingugurt massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 7 SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRARISHDA OLTINGUGURT DIOKSIDINI MIQDORINI ANIQLASH

Sulfat kislota ishlab chiqarishda oltingugurt dioksidini miqdorini aniqlash

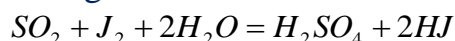
Kuyindi pechlar gazining tarkibida oltingugurt dioksid (8-14 hajmiy ulushda %), kislorod (8-13 hajmiy ulushda, %), azot (oz miqdorda), oltingugurt (VI) oksidi parlari va suv bug'lari hamda ayrim boshqa birikmalar (selen, chang aralashmalari)

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bo‘ladi. Undan tashqari forsunkali pechlarni ayrim joylarida harorat oshishi natijasida gazli aralashmasi tarkibidagi azot oksidlanishi natijasida azot oksidlari hosil bo‘ladi.

Oltिंगugurt dioksidini yodometrik usulida aniqlash

Tarkibida oltिंगugurt dioksidi bo‘lgan gazni yod eritmasidan o‘tkazganda oltिंगugurt dioksidi sulfat kislotagacha oksidlanadi:



Olingan yodning miqdoriga va eritmadan o‘tkazilgan gazning miqdoriga ko‘ra gaz tarkibidagi oltिंगugurt dioksidining miqdori aniqlanadi.

Reaktivlar: 0,1 n li yod eritmasi, 1% li kraxmal eritmasi.

Ishning bajarilishi

Oltिंगugurt 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 oltिंगugurt dioksid hajmini yig‘indisiga teng.

Hisoblash. Gaz tarkibidagi SO_2 ning hajmiy ulushi (% da) quyidagi formula asosida hisoblanadi:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$\varphi_{O_2} = \frac{10 \cdot K \cdot 1,095 \cdot 100}{V_0 + 10 \cdot K \cdot 1,095} \%$$

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, °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. byuretka
8. texnik va analitik tarozilar
9. Shisha silindr
10. chinni kosacha va chinni stakan tayoqchasi bilan

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 aralastiriladi. 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 kislotada (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'lmasligi lozim.

Oltingugurt uch oksidning 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. byuretka

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kapilyar bo‘lgan shisha ampula 0,0002 g aniqlikda tortiladi. Shisha ampulaning pastki qismini spirt lampa alangasida ozgina qizdiriladi va kapilyar tezda tahlil qilinayotgan kislotaga botiriladi. Shisha ampula sovutilayotganda 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, kapilyarning 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, kapilyarning 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 indikatorini 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:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$\omega_{SO_3\text{эркил}} = 100 - \frac{(100 - \omega_{SO_3}) \cdot 98}{18} \%$$

bu yerda: 98 - 1 mol H₂SO₄ sulfat kislotani massasi; 18 - 1 mol H₂O ning massasi.

LABORATORIYA ISHI № 11 NITRAT KISLOTA OLISH

Ishning maqsadi: Ammiakni oksidlash yoʻli bilan nitrat kislotaga olish. Nitrat kislotaga chiqishini aniqlash.

Nazariy qism

Katalizator yordamida ammiak (NH₃) ni oksidlanish yordamida azot oksidlarini olish mumkin.



Ishlab chiqarishda katalizator sifatida platinali setka (5-10% rodiy) lardan, laboratoriya sharoitida esa temir (Fe), xrom (Sr) kobalt (Co), marganets (Mn), vannadiy (W) oksidlari ishlatiladi.

Ammiak (NH₃) ni oksidlanish boshqa katalizatorlarga qaraganda platinali katalizatorlarga 100 marta tezroq boradi. Lekin oltingugurt va fosforning vodorodli birikmalari platinali katalizatorlarda ushlanib qolinadi va qaytmas xossani namoyon etadi.

Ammiak (NH₃) ning oksidlanishidan hosil boʻlgan nitroza gazlari 10-11% gacha azot oksidlarini tashkil etadi.

Nitroza gazlarini nitrat katalizatorga qayta ishlash 2 ta asosiy bosqichdan iborat:

1. Azot oksidini havo kislorodi yordamida azot (II) oksidigacha oksidlash;
2. Hosil boʻlgan azot (II) oksidni suvga yuttirish.



Azotli katalizatorlar kislatali muhitda yetarli konsentratsiyada nitrat kislotasi va azot oksidiga parchalanadi. Chiqqan azot oksidi ortiqcha havo kislorodi yordamida azot (II) oksidigacha oksidlanib, yana nitrat kislotaga aylanadi.

Kerakli asbob uskunalar:

1. Forfor yoki kvarts trubka (katalizator toʻldirilgan)
2. 12% li ammiak eritmali kolba.
3. Suv bilan azot oksidlarini tutib qoluvchi kalonna.
4. Gradirlangan gazometr.

Kerakli reaktivlar:

1. Ishqor – 0,05 n li eritma
2. Indikator (fenolftalein yoki metiloranj)
3. Difenilamin eritmasi

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Ishni bajarish tartibi:

Havo ammiak aralashmasi 12% ammiakka havoni yuttirish natijasida hosil qilinadi. Havo oqimini yetarli darajada olish uchun gazometrda foydalaniladi.

Avval elektropech 750-800°C gacha qizdiriladi, so'ng katalizator to'ldirilgan trubka orqali havo ammiak aralashmasi beriladi. Birozdan so'ng kalonna azot (II) oksidi parlariga to'ladi. Shu paytda kalonna yuqori qismidan, 1 sekunda 1-2 tomchi beriladi. 5-10 minutdan so'ng havo oqimi kamayadi va kalonnadan nitrat kislota kolba yoki stakanga quyiladi. Kolba va kolonna 2-3 marta suv bilan (15-20 ml dan) yuviladi, kislota eritmasi va yuvilgan suv 250 ml li kolbaga quyiladi va titrlash yo'li bilan olingan kislota miqdori aniqlanadi.

Ish yuzasidan bajariladigan vazifalar:

1. Nitrat kislota olish moslamasini chizish.
2. Kislota chiqishini aniqlash.

LABORATORIYA ISHI № 12

KUCHSIZ NITRAT KISLOTASINING TARKIBINI ANIQLASH

Reaktivlar: NaOH ning 1 normalli eritmasi, qizil metil indikator, 0,2% li spirt eritmasi.

Ishning bajarilishi

2 gramm atrofidagi kislota namunasini 0,0002 gramm aniqlikda byuksda tortiladi. Byuksdagi namuna 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga o'tkaziladi, byuks tozalab yuvib tushiriladi. O'lchov kolbasidagi suyuqlik belgisigacha suyultiriladi va yaxshilab aralastiriladi. Tayyorlangan eritmada 20 ml pipetkada olinadi va konussimon kolbaga quyiladi. Ushbu idishga 50-100 ml suv va 2-3 tomchi indikator qo'shib, oldindan titri aniqlangan 0,1 normalli natriy gidroksid eritmasi bilan titrlanadi.

Hisoblash: nitrat kislotasini tarkibini massa ulushini foiz hisobida quyidagi formula bilan aniqlanadi;

$$\omega = 0.063 \cdot 250 \cdot V \cdot K \cdot 100 / m \cdot 20$$

bu yerda: 0,063- 1ml nitrat kislota eritmasini titrlash uchun sarflangan 0,1 normalli NaOH eritmasini hajmi, ml;

V-titrlash uchun ketgan NaOH 0,1 normalli eritmasini hajmi, ml hisobida;

m- nitrat kislota massasi K- 0,1 normalli ishqor eritmasini to'g'rilash koeffitsiyenti.

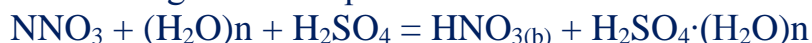
Suyultirilgan nitrat kislotasini konsentrlash. Xalq xo'jaligining bir qator saholarida va mudoafaa maqsadlarda nitrat kislota yuqori konsentratsiyadagi eritmasini ishlatiladi. Kuchsiz nitrat kislota suvdagi eritmasini bevosita bug'latish

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

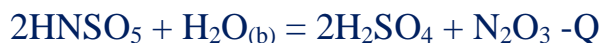
yoʻli bilan, uning konsentratsiyasini 60-65% gacha yetkazish mumkin, amaliyotda undan oshirib boʻlmaydi, chunki u tarkib 68,4% nitrat kislota va 31,6% suvdan iborat aziatron tarkibiga juda yaqindir. Shuning uchun kuchsiz azot kislotasiga 93-95% li sulfat kislota eritmasi (kuporos moyi), magniy nitrat tuzining 72% li eritmasi va boshqa oʻziga suv yutib oluvchi moddalar qoʻshib nitrat kislotani konsentratsiyasini oshirish mumkin, chunki sulfat kislotani qaynash harorati nitrat kislotanikiga qaraganda ancha yuqoridir.

Ishning bajarilishi

Agarda nitrat kislota-suv-sulfat kislota aralashmasi 358K (85°C) da qizdirilsa, bugʻ qatlamda nitrat kislota bugʻlari, suyuqlikda esa sulfat kislota va suv aralashmasi, yaʼni sulfat kislotani suvdagi eritmasi qoladi:



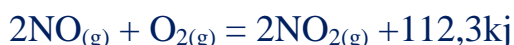
Nitrat kislotani bunday konsentrlash jarayonida, uning bir qismi parchalanib, azot oksidlari hosil qiladi, ular esa sulfat kislota bilan nitrozil sulfat kislotasi HNSO_5 ni hosil qiladi va uni suv bugʻi bilan parchalab, sulfat kislota va azot oksidlari hosil boʻladi:



Sanoatda azot kislotasining kuchsiz eritmasini sulfat kislota bilan konsentrlash barbotaj tarekkali ustunsimon minoralarda amalga oshiriladi. Bu minoraning yuqorisidan chiqayotgan nitrat kislota bugʻlari suvli sovutgichlarda suyultirilib, 98% li nitrat kislotasi olinadi, 68% gacha suyulib qolgan sulfat kislota eritmasi denitrastiya jarayonidan keyin bugʻlatilib, 92-93% li sulfat kislota olinadi va u qayta nitrat kislotani konsentrlashda yopiq sikl ravishda ishlatiladi va bu jarayonda sulfat kislotani bir ozgina qismi parchalanib, yoʻqolishi mumkin. Kuchsiz nitsrat kislotani 72% li magniy nitrat bilan konsentrlashda sulfat kislota qoʻllashga qaraganda 30-40% kapital chiqimlar, kundalik chiqimlar ham kamayadi va tarkibida sulfat kislota umuman boʻlmagan nitrat kislota olinadi.

LABORATORIYA ISHI № 13 NITRAT KISLOTASINING TARKIBIDAGI N_2O_4 NI MIQDORINI ANIQLASH

Nitrat kislota olinishining ikkinchi boʻgʻini, yaʼni ammiakni oksidlashning ikkinchi bosqichi bu olingan NO azot ikki oksidi yoki azot monooksidini NO_2 azot toʻrt oksidi yoki azot dioksidigacha oksidlashdir. Bu quyidagi reaksiya boʻyicha ketishi mumkin:



NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

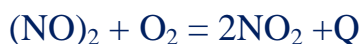
Bu reaksiya amaliy qaytar bo'lgani uchun, uning muvozanati harorat va bosimga bog'liqdir. Reaksiya hajm torayib, issiqlik chiqish bilan ketgani uchun, Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, jarayon muvozanati haroratni pasayishi va bosim oshishi bilan o'ngga siljidi. Harorat 423K (150⁰C) dan past bo'lganda NO deyarli to'liq NO₂ ga o'tadi va aksincha harorat 973K (700⁰C) dan yuqori bo'lsa, NO₂ deyarli to'liq ravishda NO va O₂ ga parchalangan bo'ladi.

Ishning bajarilishi

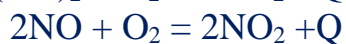
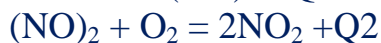
Ma'lumki, deyarli ko'pchilik reaksiyalar tezligi harorat oshishi bilan oshadi. Ammo, NO ni NO₂ ga oksidlash reaksiyasi tezligi bu umumiy qoidadan farqli o'laroq, harorat oshishi bilan, aksincha, kamayadi. Buning sababi shundaki, NO ni NO₂ ga oksidlanish oraliq maxsulot -(NO)₂- azot monooksidini dimeri hosil bo'lishi bilan ketadi:



Bu reaksiya ham qaytar, gomogen va ekzotermikdir. Le-Shatelye prinsipiga muvofiq, haroratni oshishi muvozanatni chapga siljishiga, ya'ni hosil bo'lgan dimer (NO)₂ ni yana azot monooksidi NO gacha parchalashga, ya'ni (NO)₂ ni chiqishini kamaytirishga olib keladi. Bu esa o'z navbatida NO₂ ni quyidagi reaksiya bo'yicha hosil bo'lishini ham kamaytiradi:



yoki reaksiyalarni birga yozsak:



Shunday qilib, NO ni NO₂ ga oksidlash jarayonida haroratni oshishi nafaqat NO₂ ni chiqishini kamaytiradi, balki bu jarayonni tezligini kamaytirishiga ham olib keladi, sababi bu vaqtda oraliq mahsulot- dimerni miqdori kamayadi. Rangsiz NO ni oksidlash natijasida nitroza gazlari asta-sekin qizil-qo'ng'ir tusdagi NO₂ ga o'tadi. Agarda bu aralashma keyinchalik sovutilsa, uni rangi yo'qola boshlaydi, bu esa rangsiz N₂O₄ (polimerlangan, ya'ni NO₂ ni dimeri) ni hosil bo'lishidan dalolat beradi:



Qo'ng'ir rangsiz N₂O₄ ni chiqishi 70⁰C da 39,1%; 30⁰C da 77,84%; 0⁰C da 89% ga teng. Bundan ko'rinadiki, past haroratda NO₂ gazi asosan polimerlangan N₂O₄ dan iborat ekan. Bu reaksiyaning tezligi ancha kattadir. N₂O₄ ni chiqishini oshirish uchun haroratni pasaytirib, bosimni oshirmoq kerak.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

LABORATORIYA ISHI № 14 EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTA OLISH VA UNING TARKIBINI TAHLIL QILISH

Ishning maqsadi: Fosforitlardan sulfat kislotali ekstraksiyalash orqali fosfat kislota olish sharoitini amaliy o'rganish

Ishni bajarish tartibi: Fosforitlarni sulfat kislotali parchalash jarayoni mo'rili shkaf ichiga o'rnatilgan 1-2 l sig'imli chinni stakanda o'tkaziladi. Stakanga aralash tirgich solinadi va uni belgilangan haroratgacha qizdirish uchun suv hammomiga yoki elektr plitasi ustiga o'rnatiladi (qizdirish uchun qum hammomi ham ishlatilishi mumkin). Stakanga barcha reagentlar solinadi va belgilangan vaqt davomida aralash tiriladi. Jarayon tugagach hosil qilingan bo'tqa filtrlanadi. Aniq kimyoviy va donadorlik tarkibiga ega bo'lgan 100-200 g fosforit chinni kosachaga tortib olinadi. Boshqa chinni stakanlarga talab etiladigan miqdordagi sulfat kislota eritmasi (75% H₂SO₄) va suyultiruvchi eritma tayyorlanadi. Sulfat kislota me'yorlari, ya'ni 100 massa qism fosforitni parchalashga talab etiladigan sulfat kislota (monogidrat) miqdori yuqori sifatli xom ashyo uchun fosforitdagi CaO ga nisbatan stexiometrik me'yorning 95-100% chegarasida bo'ladi. Tarkibida temir va alyuminiy ko'p bo'lgan fosforitlar (masalan, Qizilqum fosforitlari) uchun stexiometrik me'yorning 105-110% chegarasida olinadi. 75% li H₂SO₄ sarfi (S) ml hisobida quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S = \frac{a \cdot 98}{56 \cdot 75 \cdot \rho} \cdot 105$$

bu yerda: a – fosforitdagi CaO miqdori, %; ρ – 75% li H₂SO₄ eritmasining xona haroratidagi zichligi, g/sm³.

Suyultiruvchi eritma sifatida 16-17% P₂O₅ konsentratsiyagacha suyultirilgan fosfat kislota (yoki ekstraksiyon fosfat kislota) olinadi. 100 g fosforit hisobiga olinadigan suyultiruvchi eritma miqdori W quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$W = F - (100 + S - G)$$

bu yerda: F – mahsulot bo'tqasi unumi, g/100 g fosforit; S – sulfat kislota sarfi, g/100 g fosforit; G – gaz holatida yo'qotiladigan (suv bug'i, karbonat angidrid va ftor) miqdori, g.

Bo'tqaning massa unumi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$F = 100 \cdot G \cdot (n + 1)$$

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bu yerda: F – gipslilik soni yoki fosfat birligiga (fosfatdagi CaO miqdori hisobiga) muvofiq keladigan quruq fosfogips unumi; apatit konsentrati uchun $G = 1,6$, fosforit uchun esa $G = 1,3$; n – bo‘tqadagi belgilangan S:Q nisbati (2:1÷4:1).

Sulfat va fosfat kislotalar eritmalari hisoblangan miqdoriga nisbatan biroz ortiqcha tayyorlanadi. Suyultiruvchi eritmaning zichligi areometr bilan aniqlanadi. So‘ngra kerakli hajmdagi suyultiruvchi eritma o‘lchov silindri yordasida o‘lchab olinadi, uni aralashtirgichli stakanga quyiladi, aralashtirgich va qizdirgich ishga solinadi. Eritma harorati 50°C ga etgandan so‘ng aralashtirgichni to‘xtatmagan holda stakanga fosforit sekin-asta solinadi va vaqtni belgilab qo‘yiladi. Shundan so‘ng stakanga ohista va uzluksiz tarzda o‘lchab olingan sulfat kislota qo‘shiladi. So‘ngra bo‘tqani $75-80^{\circ}\text{C}$ haroratda aralashtiriladi. Fosforitning parchalanishi 2-4 soat davom etadi, har yarim soatda 5 ml dan bo‘tqa namunasi ajratib olinadi. Olingan bo‘tqa namunasi filtrlanadi, cho‘kma suv bilan yaxshilab (neytral reaksiyagacha) yuviladi. Filtrat va yuvindi eritma o‘lchov kolbasiga yig‘ib olinadi, uni 250 ml gacha suyultiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Eritmadan 25 ml olib, dastlab metiloranj, so‘ngra fenolftalein indikatorlari ishtirokida 0,1 n NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Natijada bo‘tqadagi erkin fosfat kislota, ortiqcha yoki etishmagan sulfat kislota miqdorlari aniqlanadi. Shuningdek har yarim soatda 0,5 ml dan bo‘tqa namunasi olinadi va undagi mikroskop yordamida gips kristallining tuzilishi aniqlanadi. Kristallar o‘lchami va shakli to‘g‘risida ish daftariga qayd etib boriladi. Tajriba tugagach bo‘tqani chinni voronkaga quyiladi va $(5\div 7)\cdot 10^4$ Pa (400-700 mm.sim.ust) vakuum sharoitida filtrlanadi. Qattiq fazani suyuq fazadan ajratib olish vaqti aniqlanadi. Olingan filtrat (asosiy mahsulot) o‘lchov silindriga quyiladi va uning hajmini, shuningdek areometr yordamida zichligini aniqlanadi. So‘ngra filtrat tarkibidagi P_2O_5 , H_2SO_4 miqdorlari kimyoviy tahlil qilinadi. Cho‘kma filtrlangandan so‘ng uning voronka bilan birgalikdagi og‘irligi aniqlanadi, shundan so‘ng bir necha marta suv bilan yuviladi va yuvindining miqdorlari o‘lchab boriladi. Fosfogips yuvib bo‘lingandan so‘ng undagi namlik, suvda eriydigan va umumiy P_2O_5 , shuningdek CaO va SO_3 miqdorlari kimyoviy tahlil qilinadi. Fosfogipsdagi suvda eriydigan P_2O_5 ni aniqlash uchun 10 g fosfogips namunasi suv bilan 500 ml sig‘imli o‘lchov kolbasiga o‘tkaziladi, yaxshilab chayqatiladi, filtrlanadi va 50 ml filtratni dastlab metil sarig‘i, so‘ngra fenolftalein indikatorlari ishtirokida 0,1 n natriy gidroksid eritmasi bilan titrlanadi.

Hisoblash usullari. Olingan natijalar jarayonning asosiy ko‘rsatkichlari – fosforitning parchalanish darajasi, P_2O_5 ning eritmaga ajralish darajasi, fosfogipsning yuvilish samaradorligi, P_2O_5 unumi, shuningdek mahsulot kislota dagi P_2O_5 konsentratsiyasini hisoblash uchun ishlatiladi. Fosforitning parchalanish darajasi K_{parch} . Fosfogipsdagi CaO: SO_3 nisbati bo‘yicha aniqlanadi:

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

$$K_{parch.} = \frac{0,7}{CaO / SO_3} \cdot 100$$

bu yerda: 0,7 – nazariy jihatdan gipsdagi CaO ning SO₃ ga nisbati.

Eritmaga P₂O₅ ning ajralish koeffitsienti K_{ajr.} Fosfogipsdagi umumiy va suvda eruvchan P₂O₅ miqdorlari orqali aniqlanadi:

$$K_{ajr.} = 100 - \frac{\{[P_2O_{5umun}] - [P_2O_{5s.e.}]\} \cdot G_g}{[P_2O_{5fosf}]} \cdot 100$$

Fosfogipsni yuvilish samaradorligi K_{yuv.sam.} (% hisobida) quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$K_{yuv.sam.} = 100 - \frac{[P_2O_{5s.e.}] \cdot G_g}{[P_2O_{5fosf}] \cdot K_{ajr.}} \cdot 100$$

P₂O₅ ning texnologik unum koeffitsienti K_{unum.} (% hisobida) quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{unum} = \frac{K_{ajr} \cdot K_{yuv.sam.}}{100}$$

EKSTRAKSION FOSFAT KISLOTA TARKIBIDAGI KOMPONENTLAR MIQDORINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Ekstraksiyon fosfat kislota tarkibidagi P₂O₅, CaO va MgO miqdorlarini tahlil qilishni o'rganish

1) Ekstraksiyon fosfat kislota tarkibidagi P₂O₅ miqdorini aniqlash

Ishning maqsadi: ekstraksiyon fosfat kislota tarkibidagi P₂O₅ miqdorini aniqlash

**Kerakli asbob
va reaktivlar:**

1. Ekstraksiyon fosfat kislota
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 spirdagi eritmasi.
8. Metil qizili – indikator, 0,1% li spirdagi eritmasi
9. Texnik va analitik tarozilar
10. Shisha silindr

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kristallogidrati (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. 5 g EFK 0,0002 g aniklikda tortib olib, oldindan 10-15 ml 20%li NSI eritmasi quyilgan 250 ml o'lchov kolbasiga o'tkaziladi. Kolbani belgisigacha suv quyib aralashtiriladi va filtrlanadi. So'ngra 200-250 ml stakanga 25 ml filtrat o'lchov pipetkasi orqali quyiladi va 10-15 ml 50% li ammoniy sitrat yoki 35-40 ml Peterman eritmasidan 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 eksikatorida sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Hisoblash. P_2O_5 miqdori massa ulushlarda (%) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\omega_{P_2O_5} = \frac{m_1 \cdot 0,638 \cdot 250}{m_2 \cdot 25} \cdot 100, \%$$

bu yerda: m_1 – $Mg_2P_2O_7$ cho'kmasining massasi, g; m_2 – boshlang'ich ekstraksiya fosfat kislotasining massasi, g; 0,638 – 1 g $Mg_2P_2O_7$ ga to'g'ri keladigan P_2O_5 massasi, g.

2) Ekstraksiyon fosfat kislotadagi CaO va MgO miqdorlarini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Ekstraksiyon fosfat kislota
2. 20% li xlorid kislota eritmasi
3. 1 n konsentrlangan sirka kislota eritmasi 60 ml konsentrlangan sirka kislota suv bilan 1 l gacha suyultiriladi.
4. 1 n NaOH eritmasi
5. 2 n KOH eritmasi
6. Zn metali
7. Kaliy xloridi yoki nitrati
8. Ammoniy xlorid
9. FeCl₃, 5% li eritmasi (5 g FeCl₃·6H₂O suvda eritiladi va 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi)
10. Universal indikator qog'oz
11. Metil qizili 0,1% li 60% li spirtdagi eritmasi.
12. Ammiakli bufer eritma
13. Asetatli bufer eritma
14. Trietanolamin (yoki trietanolaminning gidroxloridi), 25% li eritmasi
15. Fluorekson – indikator
16. KCl yoki KNO₃ ning 1:100 nisbatdagi aralashmasi
17. Xrom to'q ko'ki – indikator
18. 0,05 n EDTA eritmasi
19. Titrlash uchun byuretka
20. O'lchov pipetkalari
21. Shisha silindr

Ammiakli bufer eritma tayyorlash. pH = 10,5 (1 l li o'lchov kolbasida 67 g NH₄Cl 200 ml suvda eritiladi, eritmaga 570 ml 25% li ammiak eritmasi qo'shiladi, eritma suv bilan o'lchov kolbasining belgisigacha suyultiriladi va aralashtiriladi).

Asetatli bufer eritma tayyorlash. pH = 4,6 (500 ml 1 n NaOH eritmasi 1 l CH₃COOH eritmasi bilan aralashtiriladi)

Kislotali xrom to'q ko'ki indikatorini tayyorlash. (0,5 g indikator 2 ml ammiakli bufer eritmada eritiladi va eritma hajmi 100 ml gacha etguncha suv bilan suyultiriladi).

Ishning bajarilishi. 250 ml stakanga EFK dagi P₂O₅ ning umumiy miqdorini aniqlash uchun tayyorlangan eritmada (yuqorida P₂O₅ ni aniqlashda ko'rsatilgan!) 50 ml quyiladi. Unga 5% li temir(III)-xlorid eritmasidan qo'shiladi (fosfor miqdoriga mos ravishda: 5% P₂O₅ ga – 2 ml, 5-10% P₂O₅ ga – 5-8 ml, 10-20% P₂O₅ ga – 8-12 ml, 20-50% P₂O₅ ga – 12-15 ml) va NaOH ning 1 n eritmasi bilan indikator qog'oz

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

bo'yicha pH 2-3 gacha (loyqalanguncha) neytrallanadi. Eritma pH qiymati 4,6 bo'lishi uchun 20 ml asetatli bufer eritma qo'shiladi, eritma hajmi 170 ml gacha borguncha qaynoq suv bilan suyultiriladi va qaynayotgan suv hammomida 15 min ushlab turiladi. Eritma sovutiladi, 250 ml sig'imli o'lchov kolbasiga o'tkaziladi va suv bilan o'lchovigacha suyultiriladi, aralashtiriladi va oq lentali filtr qog'ozida filtrlanadi. Filtratning birinchi qismi tashlab yuboriladi va qolgan qismi yig'iladi. Kalsiyni aniqlashda 250 ml sig'imli stakanga 25 ml filtrat olinadi, 5 ml trietanolamin eritmasi, 50 ml suv, 10 ml 2 n KOH eritmasi qo'shiladi va aralashtiriladi. Shpatel uchida fluorekson qo'shiladi va qora fonda 0,05 n EDTA eritmasi bilan och zangori rangdan och sarg'ish rangga o'tguncha titrlanadi. Har bir tomchi EDTA eritmasi qo'shilgandan so'ng yaxshilab aralashtiriladi. Kalsiy va magniyning birgalikdagi umumiy miqdorini aniqlashda 25-50 ml filtrat olinadi, 5 ml trietanolamin, 50 ml suv, 10 ml ammiakli bufer eritma, 7 tomchi xrom to'q ko'ki qo'shiladi va 0,05 n EDTA eritmasi bilan malina rangdan ko'k rangga kirguncha titrlanadi.

Hisoblash. CaO (ω_{CaO}) va MgO (ω_{MgO}) miqdorlari massa ulushlarda (%) quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$\omega_{CaO} = \frac{V_1 \cdot 0.0014 \cdot 250 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 50}, \%$$
$$\omega_{MgO} = \frac{(V_3 - V_1) \cdot 0.001 \cdot 250 \cdot 250 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 50}, \%$$

bu yerda: V_1 – kalsiyni titrlashga sarflangan aniq 0,05 n EDTA eritmasining hajmi, ml; m – analiz qilinayotgan fosfatning massasi, g; V_2 – analiz uchun olingan eritmaning hajmi, ml; V_3 – kalsiy va magniyning birgalikdagi miqdorini aniqlash uchun titrlashga sarf bo'lgan aniq 0,05 n EDTA eritmasining hajmi, ml; 0,0014 – aniq 0,05 n EDTA eritmasining 1 ml ga to'g'ri keladigan CaO massasi, g; 0,001 – aniq 0,05 n EDTA eritmasining 1 ml ga to'g'ri keladigan MgO massasi, g.

LABORATORIYA ISHI № 15 OSH TUZIDAN XLORID KISLOTA OLISH VA UNING TARKIBINI TAHLIL QILISH

OSH TUZIDAN XLORID KISLOTA OLISH

Ishdan maqsad: Osh tuzidan xlorid kislota olishda H_2SO_4 konsentratsiya ta'sirini o'rganish.

Kerakli asbob va reaktivlar:

Quruq osh tuzi, 0,1n NaOH eritmasi, konsentrlangan H_2SO_4 , suyultirilgan H_2SO_4 , gaz chiqaruvchi naycha, tomchili

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

varonkalar, kolba, quritish sklyankasi, tub sklyanka, shisha paxta, fenofalin, byuretkka, konussimon kolba, elektr pilita.

Nazariy qism

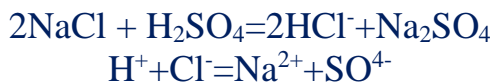
Xlorid kislotasi xalq xo'jaligining ko'p sohasida ishlatiladi. Uni ishlab chiqarish hajmi bo'yicha H_2SO_4 va HNO_3 dan keyin 3-o'rinda turadi. HCl ni olishda avvalo vodorod xlorid olinadi. So'ngra uni suvga absorbsiyalanadi. Vodorod xloridni har xil usullar bilan olish mumkin.

- H_2SO_4 osh tuziga ta'sir etirib.
- Osh tuziga suv bug'i O_2 ishtirokida SO_2 ni ta'sirida
- Xlorning suv bug'i bilan ko'mir ishtirokida SO_2 ta'sirida
- Organik birikma yordamida xlorlash bilan
- H_2 va Cl_2 to'g'ri sintez qilish yo'li bilan olinadi

Keyingi usul sanoatda eng qulay hisoblanib, eng toza konsentrlangan kislotasi olinadi.

Ishning bajarilishi.

Gaz chiqaruvchi 2 va tomchili varonka 3-o'rnatilgan kolbaga 1-quruq va maydlangan osh tuzidan 100 g solinadi. Tomchi varonkasi 5 dan konsentrlangan H_2SO_4 si ($d=1.64g/sm^3$) yoki suyultirilgan kislotasi ($d=1,617 g/sm^3$) eritmasidan to'chilatib turiladi. Kolbadagi aralashma kislotasi bilan qizdirilib turiladi. Gaz chiqaruvchi naychani rezina nay orqali absorbsion minorani pastki 5-ga qo'shiladi. Aralashmani qizdirish 0,5 soat davom etiriladi. So'ng minoradagi hosil bo'lgan kislotasi hajmi o'lchov silindiri orqali aniqlanadi. Kislotasi eritmasidan 20-25 mg pipetka yordamida olinib 0,1n natriy ishqor eritmasi orqali titrlab aniqlanadi. Xuddi shu ishni zichligi ($d=1,617 g/sm^3$) li kislotasi eritmasi bilan takrorlab, undan chiqqan gazni yutishi natijasida hosil bo'lgan kislotasi konsentratsiyasi olinadi. Olingan natijalar solishtirilib kislotani konsentratsiyasini xlorid kislotasi unumiga ta'siri haqida xulosa qilinadi. Xlorid kislotani konsentratsiyasi quyidagi reaksiya va formula bilan topiladi.



$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2 \quad N_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{V_2}$$

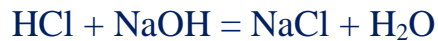
Nazorat savollari

- Laboratoriya sharoitida xlorid kislotasi qanday olinadi?
- Xlorid kislotasi olish xomashyolari?
- Xlorid kislotasi olish jarayonini yozing?

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

XLORID KISLOTA TARIKIBINI MIQDORIY ANIQLASH

Texnik toza xlorid kislota tarkibida 1,5-35 % HCl boʻladi (DAST 857-78). Xlorid kislota tarkibi alkalimetrik usulda aniqlanadi. Namunani eritmasi bilan metiloranj indikatorini ishtiroqida titrlanadi. Bu jarayon quyidagi reaksiya bilan boradi:



Kerakli jihoz va reaktivlar: NaOH ning 1n eritmasi, metiloranj indikatorini (0,1%-li eritma), analitik tarozi, konussimon kolba, byuretk, pipetka, oʻlchov kolbasi.

Ishning bajarilishi

100 ml li oʻlchov kolbasiga 15 ml suv quyiladi. Soʻng analiz uchun 0,0002 g aniqlikda 3,5 g (3 ml) xlorid kislota namunasidan kolbaga joylashtiriladi. Kolbani probka bilan berkitib, xuddi yuqoridek aniqlikda tortiladi. Kolbadagi tarkibni NaOH natriy (gidroksid eritmasi) va 1-2 tomchi metiloranj eritmasi bilan titrlanadi.

Texnik toza xlorid kislota tarkibidagi HCl %-dagi miqdori quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\% \text{HCl} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot C_{\text{NaOH}} \cdot 36,5 \cdot 100}{m_{\text{namuna}} \cdot 1000}$$

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'raligicha magistrlar 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.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 ангидрид gazining olinishi va kuyundi gazlarini changdan tozalash.

Konsentrlangan sulfit ангидрид olish

9. Nitroza usulida sulfat kislota ishlab chiqarish
10. Sulfat kislotani 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 ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish
16. Fosfat kislotani 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 materiallarm 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

tomonidan belgilangan ilmiy rahbar tomonidan ko'rib chiqilishi va tasdiqlanishi lozim. Mustaqil ish rejasi 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 jihatlari 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 bog'langan holda bo'lishi kerak. Hamma jadvallar, chizma, diagrammalar, grafik va texnologik sxemalarga (har biri alohida, o'ng tomondan) nomer qo'yilishi, nomi hamda berilayotgan materiallarning manbasi ko'rsatilishi lozim. Mustaqil ish chiroyli va tushunarli qilib, A4 formatli qog'ozda yuqori qismidan 2,5 sm, pastki qismidan 2,5 sm, chap tomonidan 3 sm, o'ng tomonidan 1 sm joy qoldirib qo'lyozma shaklida yoziladi va betlari raqamlanadi. Mustaqil ishda qisqartirib yozishga yo'l qo'yilmaydi. Boshqa mualliflarning fikrlari qo'shtirnoq ichida manbasi ko'rsatilgan holda berilishi kerak. Havolalar (sitatalar) o'sha varoqning pastki qismiga yoziladi.

Mustaqil ishning oxirida foydalanilgan adabiyotlar quyidagi tartibda beriladi:

1. O'zbekiston Respublikasi Qonunlari, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Farmonlari va Qarorlari, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi Qarorlari, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti asarlari
2. Darsliklar
3. O'quv qo'llanmalar
4. Ma'lumotnoma adabiyotlari
5. Internet saytlari

Adabiyotlar ro'yxatida 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 qo'yilmaydi va qayta ishlash uchun magistrga qaytarib beriladi. Magistr ilmiy rahbar tomonidan taqrizda ko'rsatib 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, neytrallashtirish jarayonida, metallarni tozalashda va boshqa bir qancha maqsadlarda, foydalaniladi.

Oleum yoki tutovchi sulfat kislota ($H_2SO_4 \cdot nH_2O$) – 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 sulfat angidridni oksidlash jarayoni gaz yoki suyuq holatdagi katalizator ishtirokida amalga oshiriladi.

Kontaktli kislota – sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfat angidridni oksidlash jarayoni qattiq holatdagi katalizator ishtirokida amalga oshiriladi.

Sulfat 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. Sulfat 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, kadmium 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 sulfat 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 anhidrid 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 xossalarni yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshirish) paytida ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfit anhidridga 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 anhidrid 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 (monoetanolin, 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 anhidrid hosil bo'ladi.

Chiqindi kislotalar – neft mahsulotlarini tozalashda, organik moddalarni sulfolashda, suv tortib oluvchi modda sifatida va boshqa bir qancha

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

maqsadlarda keng qoʻllaniladigan sulfat kislota ishlatib boʻlingandan soʻng tarkibida koʻp miqdordagi H_2SO_4 boʻlgan chiqindi boʻlib, undan sulfat kislota ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Yuvindi eritmaları – metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil boʻladigan 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 taʼsirlashishi natijasida ajraladigan gaz tarkibidagi SO_2 miqdori hajm boʻyicha 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 oʻgʻit sifatida foydalaniladi.

Kuyundi – kolchedan va boshqa oltingugurtli rudalar kuydirilganda kuyundi hosil boʻladi, uning miqdori xomashyoning kimyoviy tarkibi va undagi oltingugurtning toʻla yonishiga bogʻliqdir.

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 taʼminlanadi 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.

Toʻzgʻitilgan holatida oltingugurtni yoqish uchun pech – oʻtga chidamli gʻishtlar bilan niqoblangan gorizontall poʻlat silindr koʻrinishida boʻladi. Suyuqlantirilgan oltingugurt pechda joylashtirilgan ikkita forsunkalar orqali beriladi. Oltingugurtning yonishi uchun kerakli havoning asosiy qismi chigʻanoq orqali beriladi, qoʻshimcha (ikkilamchi) havo esa pech silindrining devoridagi tirqish orqali kiritiladi. Yonish mahsulotlarining ikkilamchi havo bilan yaxshi aralashishi uchun pechning ichki qismida ikkita toʻsiqlar boʻladi. 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 elektrodlari 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

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 kislota chidamli plitkalar bilan himoyalangan jihozlardir.

Kislota sovutgichlari – absorberlarda sulfat angidridni yutilishida ko‘p miqdorda issiqlik ajraladi, u esa taqsimlanadigan kislota 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 SO₂ 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), nitrozanidan ajraladigan azot oksidlarini gaz fazasida oksidlash, azot oksidlarini sulfat kislota 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 kislota konsentrlash – bu jarayon qizdirilganda sulfit kislota eritmasidan namlikni yo‘qotishdan iboratdir; ko‘pchilik hollarda kislota qaynoq gazlar bilan qizdiriladi. Gazdan kislota 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 namunalari 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 kislotasi 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 kislotasi ishlab chiqarishda qayta ishlanadi, ulardan kimyo sanoatida ham, xalq xo'jaligining boshqa tarmoqlarida ham keng miqyosda foydalaniladi.

Nitrat kislotasi – muhim mineral kislotalardan biri hisoblanadi. Suvsiz nitrat kislotasi 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. Kislotasi qaynaganda qisman u azot(IV)-oksid hosil qilish bilan parchalanadi. Ajralib chiqadigan azot(IV)-oksid kislotada eriydi va kislotani sarg'ish yoki

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

qizgʻish rangga (NO_2 miqdoriga muvofiq) boʻyaydi. 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 bogʻlash usullari – sanoatda atmosfera azotini bogʻlashning bir necha usullari mavjud: atmosfera azotini elektr yoyida oksidlash (yoy usuli); kalsiy karbidan kalsiy sianamid olish (sianamid usuli); elementlardan ammiak sintez qilish (ammiakli usul). Ular orasida eng iqtisodiy samarador usul ammiak sintezidir va hozirgi paytda bogʻlangan 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 boʻladi va suvda yaxshi eriydi. Parchalanish mahsulotlarining tarkibida, shuningdek, fosfit kislota, elementar fosfor va boshqalar boʻlishi 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 qoʻshib qizdirish orqali olingan mahsulot) ga mineral kislotalarni taʼsir ettirib hosil qilinadi.

Fosfit kislota H_3PO_3 yoki $\text{H}_2(\text{HPO}_3)$ – P_2O_3 ni suv bilan taʼsirlashishi natijasida yoki fosforning nam havoda juda sekin oksidlanishi natijasida, shuningdek, gipofosfit kislotani havo kislorodi taʼsirida oksidlash natijasida hosil qilinadi. Toza fosfit kislota – rangsiz kristall boʻlib, 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 taʼsir ettirish yoki vakuum sharoitida fosfinni chala oksidlanishi natijasida mayda kristallar koʻrinishida hosil qilinadi. Havoda va ayniqsa, namlik taʼsirida, 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 boʻladi. 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 boʻlib, 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 boʻlib, suvda yaxshi eriydi. Odatda uni quyruq, moysimon suyuqlik holatida olinadi, undan sovutish orqali kristall mahsulot ajratib olinadi. Koʻp hollarda kristallanish faqatgina kristallantiruvchi qoʻshimcha qoʻshilgandagina amalga oshadi.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Polifosfat kislotalar – fosfat anhidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi – gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat anhidridning 5 ta asosiy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($P_2O_5 \cdot 3H_2O$), pirofosfat kislota $H_4P_2O_7$ ($P_2O_5 \cdot 2H_2O$), tripolifosfat kislota $H_5P_3O_{10}$ ($3P_2O_5 \cdot 5H_2O$), tetrapolifosfat kislota $H_6P_4O_{13}$ ($2P_2O_5 \cdot 3H_2O$), metafosfat kislota (HPO_3)_n ($P_2O_5 \cdot H_2O$) 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, $-114,2^\circ C$ haroratda suyuqlanadi va $-85^\circ C$ 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 gidroxlrlashda 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 gidroxlrlashda, anilin bo'yoqlari ishlab chiqarishda, kraxmal gidrolizida (spirt olishda) va boshqa ishlab chiqarish tarmoqlarida ishlatiladi.

Vodorod ftorid HF rangsiz, $19,9^\circ C$ da (101,3 kPa da) qaynaydi, $-83,1^\circ C$ da suyuqlanadi. Gazsimon, suyuq va qattiq holatida bo'ladi. HF molekularining o'ziga xos xususiyati – bu uning assotsiyalanishga moyilligidir.

Ftorid (plavik) kislota – vodorod ftorid suvda yaxshi eriydi, uning suvli eritmasi HF(aq) ftorid (plavik) kislota deyiladi. Ftorid kislota suvli eritmalarda gidroftorid (diftorogidrogenat) HF_2^- ionlari hosil qilgan holda dissotsilanadi. HF ishqoriy metallarning ftoridlari bilan $MeF \cdot nHF$ turidagi kristall birikmalar hosil qiladi, bunda masalan, KF uchun $n = 2, 3$ va 4 ga teng.

NOORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQRARISH NAZARIYASI VA TEKNOLOGIK HISOBLARI

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 eritmalardan 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» kafedrasini professori, texnika fanlari doktori, professor. U oliy ta'limning 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 kislota 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 ixtirosi 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 tanlovlarning «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» kafedrasi 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.