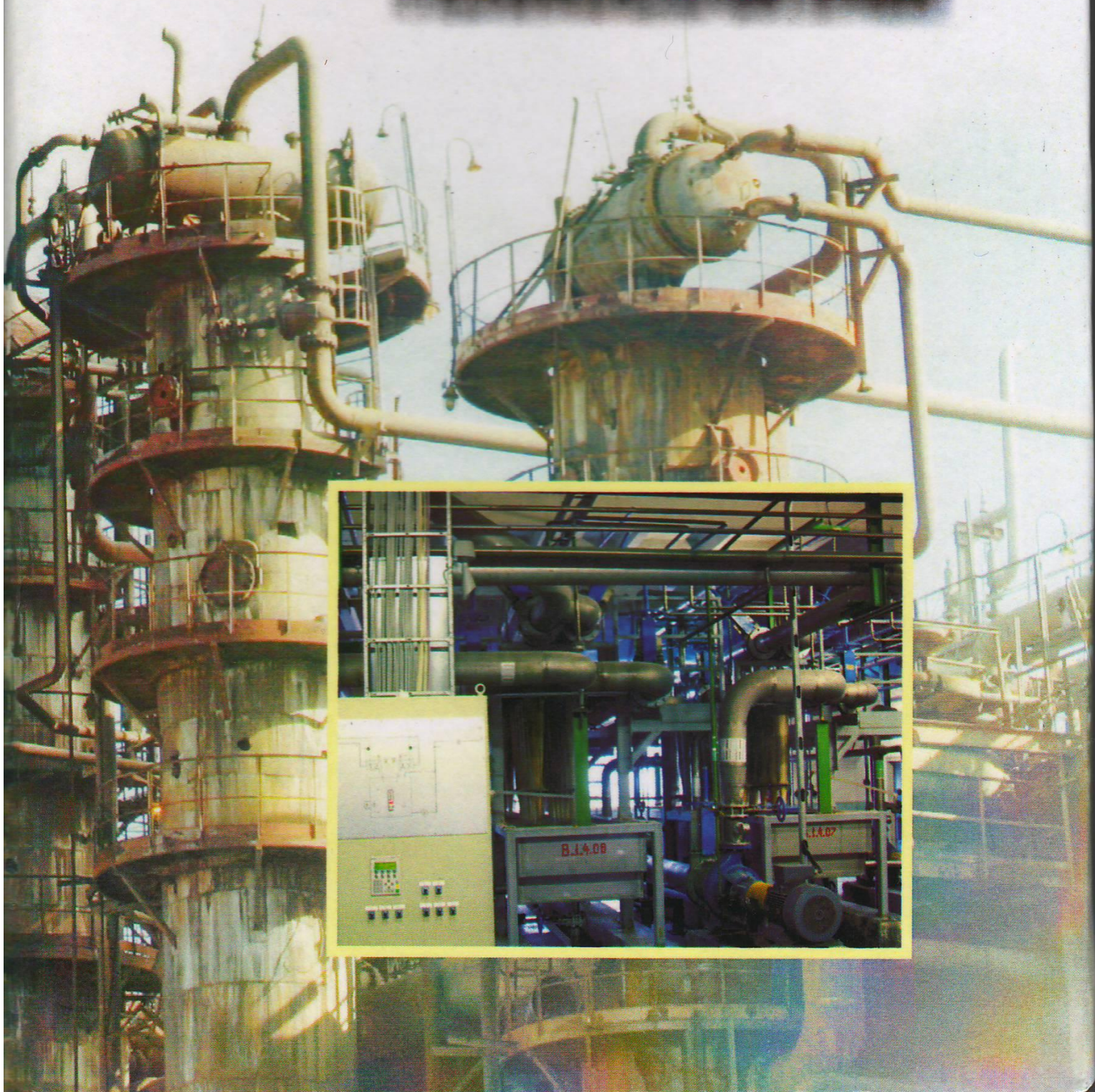


I. SHAMSHIDINOV

NOORGANIK MODDALAR VA MINERAL O'G'ITLAR TEXNOLOGIYASI



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

I. SHAMSHIDINOV

**NOORGANIK MODDALAR VA
MINERAL O‘G‘ITLAR
TEXNOLOGIYASI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim
vazirligi tomonidan kasb-hunar kollejlari uchun darslik
sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT
«IQTISOD-MOLIYA»
2014**

UO‘K: 66.01(075)

KBK: 24.74

Taqrizchilar:

Sh.S.Namazov - *O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti «Fosforli o‘g‘itlar» laboratoriyasi mudiri, texnika fanlari doktori, professor;*

Z.To‘rayev - *Namangan muhandislik-pedagogika instituti «Kasb ta’limi (Kimyoviy texnologiya)» kafedrasi dotsenti, texnika fanlari nomzodi.*

Shamshidinov I.T.

Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar texnologiyasi: Kasb-hunar kollejlari uchun darslik/ I.T.Shamshidinov; O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. T: «IQTISOD-MOLIYA», 2014. – 324 bet.

Mazkur darslik kasb-hunar kollejlarining 3522400 – Kimyoviy texnologiya tayyorlov yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan. Undan, shuningdek yo‘nalishi muvofiq keladigan bakalavriat bosqichi talabalari va o‘qituvchilari, mineral o‘g‘itlar va noorganik moddalar ishlab chiqarish bilan shug‘ullanuvchi muhandis-texnik xodimlar ham o‘z faoliyatlarida foydalanishlari mumkin.

Darslik 5 bobdan iborat bo‘lib, tegishli yo‘nalishning o‘quv rejasi va amaldagi dasturlari asosida yozilgan. Unda sulfat kislota, azot birikmalari, mineral o‘g‘itlar, aluminiy sulfat, soda mahsulotlari va xlorid kislota ishlab chiqarish usullarining Respublikamizda va xorijiy mamlakatlarda qo‘llanilayotgan texnologiyalari, shuningdek mualliflar tomonidan yaratilgan va sanoat miqyosida sinovdan o‘tkazilgan yangi texnologiyalar to‘g‘risidagi ma’lumotlar ham bayon etilgan.

UO‘K: 66.01(075)

KBK: 24.74

ISBN 978-9943-13-524-6

© «IQTISOD-MOLIYA», 2014

© Shamshidinov I.T., 2014

SO‘ZBOSHI

«Kadrlar tayyorlash milliy dasturi»ni ro‘yobga chiqarishda ta’lim muassasalarini malakali pedagog kadrlar bilan to‘ldirish, ularning faoliyatida raqobatga asoslangan muhitni vujudga keltirish, ta’lim muassasalarining moddiy-texnika va axborot bazasini mustahkamlash, o‘quv-tarbiya jarayonini yuqori sifatli o‘quv adabiyotlari va ilg‘or pedagogik texnologiyalar bilan ta’minlash ishlariga alohida urg‘u berilgan. Shu maqsadda barcha ta’lim muassasalarida zamonaviy usul, texnika va texnologiya yangiliklarini e’tiborga olgan holda darsliklar va o‘quv qo‘llanmalari tayyorlashga kirishildi.

O‘zbekistonning mustaqil taraqqiyot strategiyasini, o‘zbek xalqining buyuk davlat barpo etish borasidagi maqsad-muddaolarini, milliy istiqloq mafkurasining mohiyatini talabalar ongiga singdirishda, ta’lim-tarbiya, targ‘ibot va tashviqotning samarali usul va vositalaridan oqilona foydalanishni taqazo etadi. Bunday vazifalardan biri o‘quv dasturlari, darsliklar va qo‘llanmalarda milliy istiqloq mafkurasi g‘oyalarini teran aks ettirish hisoblanadi. Qo‘yilgan vazifalardan kelib chiqqan holda zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlatish hamda yosh avlodga milliy istiqloq g‘oyasini yetkazish uchun jahon standartlari darajasidagi fan va texnika hamda ilg‘or tajriba va texnologiyalarning eng so‘nggi yutuqlaridan boxabar bo‘lgan, raqobatbardosh, o‘z sohasining mukammal kadrlarini tayyorlashda 3522400 – Kimyoviy texnologiya tayyorlov yo‘nalishi «Ixtisoslik fanlari» blokining asosiy fanlaridan biri bo‘lgan «Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar texnologiyasi» fanini chuqur o‘rganish muhim ahamiyatga egadir. Shundan kelib chiqqan holda mazkur darslik kasb-hunar kollejlarda o‘qitiladigan «Noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar texnologiyasi» fanining amaldagi dasturi asosida yozildi.

Darslik 5 bobdan iborat bo‘lib, tegishli yo‘nalishning o‘quv rejasi va amaldagi dasturlari asosida yozilgan. Unda sulfat kislota, azot birikmalari, mineral o‘g‘itlar, soda mahsulotlari va xlorid kislota ishlab chiqarish texnologiyalari bayon etilgan. Darslikdagi materiallar Respublikamizning noorganik moddalar va mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish

sanoati korxonalarining istiqbolli yoʻnalishlarini hisobga olgan holda yoritilgan boʻlib, unda noorganik moddalar va mineral oʻgʻitlar ishlab chiqarish usullarining Respublikamizda, Mustaqil Davlatlar Hamdoʻstligi mamlakatlarida va chet ellarda qoʻllanilayotgan texnologiyalari toʻgʻrisidagi maʼlumotlar ham keltirilgan. Har bir bob oxirida mavzularga tegishli boʻlgan nazorat uchun savollar keltirilgan.

KIRISH

Insonlar qadim zamonlardan oq ayrim tabiatda keng tarqalgan tuzlardan o'z ehtiyojlari uchun foydalanishni bilishgan. Keyinchalik tabiatdagi tabiiy tuz va minerallarni qayta ishlash natijasida olinadigan tuzlarni ishlatish muntazam yo'lga qo'yila boshlandi. Bunday qayta ishlash usullari dastlab juda ham sodda bo'lgan bo'lsa, sekin-asta texnika madaniyatining o'sishi bilan rivojlana bordi. Turli maqsadlar uchun ishlatiladigan tuzlar assortimenti muntazam kengayib bordi va ayniqsa sanoat rivojlangan davrda yanada ortdi. Hozirgi paytda bu assortimentga yuzdan ortiq nomdagi mahsulotlar kiradi va ko'payishi davom etmoqda.

Barcha noorganik moddalar ham xalq xo'jaligida bir xil ahamiyatga ega emas. Ulardan ayrimlari anchagina cheklangan miqdorda ishlatilsa, qolganlarining dunyo bo'yicha qazib olinishi va ishlab chiqarilishi yiliga millionlab va xattoki o'n millionlab tonnani tashkil etadi.

Mamlakatimiz xalq xo'jaligini mineral xomashyoga bo'lgan talabini amalda to'la ta'minlanishga imkoniyati bo'lgan qudratli xomashyo bazasiga egadir. O'zbekiston hududida tabiiy gaz, neft, ko'mir, oltinugurt, rangli metallar rudali va boshqa xomashyolar bo'lganligi uchun mamlakatimizda yirik kimyo sanoatlari mavjud. Prezidentimiz I.A.Karimovning «O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari asarida ko'rsatib o'tilganidek: «O'zbekiston o'z yerosti boyliklari bilan haqli suratda faxrlanadi – bu yerda mashhur Mendeleev davriy sistemasining deyarli barcha elementlari topilgan ... Bir qator foydali qazilmalar, chunonchi, oltin, uran, mis, tabiiy gaz, volfram, kaliy tuzlari, fosforitlar, kaolinlar bo'yicha O'zbekiston tasdiqlangan zaxiralar va istiqbolli rudalar jihatdan MDHdagina emas, balki butun dunyoda ham yetakchi o'rinni egallaydi ... Ishlab chiqarish va sotsial infrastruktura, malakali kadrlar, tog'-kon mutaxassislari tayyorlaydigan oliy va o'rta maxsus o'quv yurtlari tizimi mavjud. Ushbu kitobda respublikadagi barcha mineral-xomashyo zaxiralarini baholashga imkon yo'q ...».

Hozirgi paytda Respublikamizdagi «Maksam-Chirchiq» OAJda ammiakli selitra, karbamid, KAS, ammiak, nitrat kislota, kaliy sulfat va boshqalar, «Fargʻonaazot» OAJda ammiakli selitra, karbamid, KAS, NPK, ammiak, nitrat kislota, va boshqalar, «Ammofos-Maksam » OAJda ammofos, superfos va boshqalar, «Samarqandkimyo» OAJda nitrofos va boshqalar, «Qoʻqon superfosfat zavodi» OAJda ammoniylashgan oddiy superfosfat, Navoiy «Elektrokimyosanoat» YOAJda oddiy superfosfat, «Dehqonobod kaliyli oʻgʻitlar zavodi» korxonasida kaliy xlorid mahsulotlari ishlab chiqarilmoqda.

I BOB. SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH

1-§. Sulfat kislota va uni ishlab chiqarish xomashyolari tavsifi

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 kislotadan neftni qayta ishlash, metallurgiya, metallarni qayta ishlash, to‘qimachilik, charm va boshqa sanoatlarda suvsizlantiruvchi va qurituvchi modda sifatida, neytrallashtirish jarayonida, metallarni tozalashda va boshqa bir qancha maqsadlarda foydalaniladi.

Sulfat kislota qadimdan ma’lum bo‘lgan moddadir. Fors alximigini Abu Bakr Alrasi asarlarida (940-yil) ham u haqida ma’lumotlar berilgan.

Sulfat kislota dastlab temir kuporosini quruq haydash orqali olingan (shuning uchun sulfat kislota uzoq vaqt *kuporos moyi* deb ham atab kelingan). Bu usul bilan 1526-yilda oz miqdordagi tutovchi sulfat kislota olingan. XV asrning ikkinchi yarmida ichki qismi suv bilan namlangan katta hajmdagi idishlarda oltingugurt va selitrani yondirish orqali tibbiyot 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 erishi natijasida sulfat kislota hosil qiladi. Kameradagi gaz qoldiqlari yo‘qotilgandan so‘ng unda navbatdagi aralashma yondiriladi va shu yo‘l bilan kerakli

konsentratsiyadagi kislota olinadi. Keyinchalik kamerada suv bug‘i ishlatishni va jarayonni uzluksiz amalga oshirishni taklif etildi.

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

Sulfat kislota ishlab chiqarish usuli yildan-yilga takomillashib bordi, buning natijasida mahsulot tannarhi kamaytirildi, ayniqsa 1837-yildan boshlang‘ich xomashyo sifatida oltingugurt o‘rniga oltingugurt kolchedani ishlatila boshlandi. Qo‘rg‘oshinli kameralar o‘rniga to‘ldirgichli minoralarning olishi 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 *minorali 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 b.), oksidlar (masalan, vanadiy oksid va b.), shuningdek chinni, keramika, tuproq va ko‘pgina boshqa moddalar bajarishi aniqlandi. Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontaktli usuli yaratilgandan keyin yuqori konsentratsiyali sulfat kislota va oleum olish imkoniyati yaratildi.

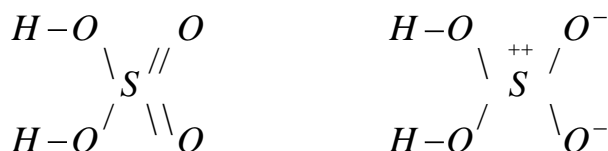
Sulfat kislota ishlab chiqarishning kontakli usuli uzoq vaqt ishlatilmadi. Chunki o‘sha paytda platinali katalizatorning aktivligi pasayib borishi – zaharlanishining sababi aniqlanmagan edi. XX asrning boshlarida R.Knitch (Germaniya) tomonidan sanoat sharoitida katalizator aktivligining pasayish sabablari aniqlangandan va sulfitli gazlarni zararli qo‘shimchalardan tozalash usullari ishlab chiqilgandan so‘ng kontakli 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.

Fan va texnikaning so‘nggi yutuqlaridan foydalashish, ilg‘or tajribalarni joriy etish, yangi usullarni qo‘llash yo‘li bilan ishlab chiqarishni uzluksiz takomillashtirish sulfat kislota ishlab chiqarish

sanoatining muhim masalalaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarish usullarning asosiy negizlarini hamda ularagi hisoblarni amalga oshirishni chuqur o'rganish oliy o'quv 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 (molekulyar massasi 98,08 ga teng):



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 bo'ladi. Texnikada sulfat angidridning suv bilan har qanday nisbatdagi aralashmasini sulfat kislota deb yuritiladi. 1 mol SO_3 ga 1 moldan ko'p miqdordagi H_2O to'g'ri keladigan aralashmalar sulfat kislotaning suvli eritmaları hisoblanadi. 1 mol SO_3 ga 1 moldan kam miqdordagi H_2O to'g'ri 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 angidrid (100% H_2SO_4 dan yukori) ning yoki SO_3 ning umumiy foiz miqdori bilan tavsiflanadi.

Sulfat kislota eng aktiv 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 aktivligini uning turli sanoat tarmoqlarida keng foydalanilishidan ham bilish mumkin.

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

Sulfat kislota suv va sulfat angidrid bilan har qanday nisbatda aralashadi. Aralashtirish paytida turli xil kristallanish harorati va boshqa

bir qancha xarakterli xossalarga ega bo‘lgan bir necha birikmalar hosil qiladi (1.1-jadval).

1.1-jadval

Sulfat kislota va uning suv hamda sulfat anhidrid 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

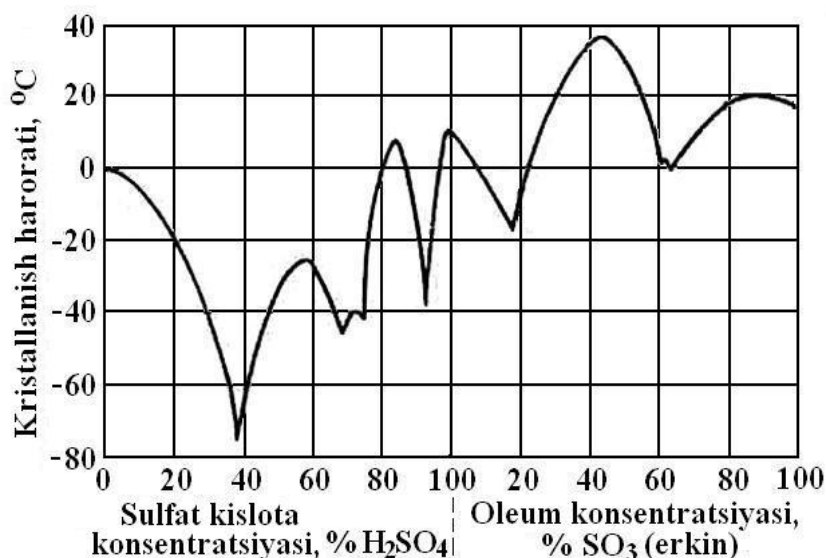
Sulfat kislota va oleumning kristallanish harorati. Sulfat kislotaning suvli eritmasi va oleum 1.1-jadvalda keltirilgan birikmalar aralashmasi hisoblanadi. Masalan, 80% li sulfat kislota – bu H₂SO₄·2H₂O va H₂SO₄·H₂O birikmalarining aralashmasidir; tarkibida 20% SO₃erkin bo‘lgan odatdagi mahsulot sifatidagi 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		

Sulfat kislotani tashish va saqlashda uning kristallanishini kamaytirish maqsadida sulfat kislota mahsulot sortlarining 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



1.1-rasm. Sulfat kislotaning kristallanish harorati.

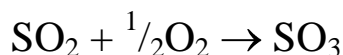
Sulfat kislota va oleumning kristallanish haroratlarini ma'lumotnoma jadvalaridan ko'rish mumkin.

Sulfit anhidridning xossalari. Sulfit anhidridning xossalari. Sulfit anhidrid SO₂ yoki oltingugurt qo'shoksidi (molekulyar massasi 64,066) odatdagi haroratdagi haroratda ko'zning shilliq pardalari va nafas olish organlarini zararlaydigan o'tkir xidli rangsiz gazdir. U atmosfera bosimida –10,1^oC haroratgacha sovutilganda osonlik bilan suyuqlikka aylanadi. Suyuq faza ustidagi SO₂ ning bug' bosimi 20^oC haroratda 3,195 bar (3,25 atm) ga va 50^oC haroratda 8,245 bar (8,4 atm) ga tengdir.

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

Haroratning ortishi bilan SO₂ ning suvdagi eruvchanligi kamayadi. SO₂ ning sulfat kislotadagi eruvchanligi suvdagiga qaraganda kamdir. Sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan sulfit anhidridning eruvchanligi dastlab kamayib boradi, H₂SO₄ konsentratsiyasi 85% bo'lganda minimumga erishadi va so'ngra yana orta boshlaydi.

Sulfit anhidrid katalizator ishtirokida oksidlanadi:

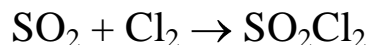


Sulfit angidrid suv bilan birikib sulfit kistotasini hosil qiladi:



va u faqatgina eritmadagina mavjud bo‘ladi.

Sulfit angidridning xlor bilan ta’sirlashishidan sulfuril xlorid olinadi:



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

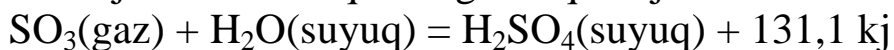
Sulfat angidridning xossalari. Sulfat angidrid SO_3 yoki oltingugurt trioksid (molekulyar massasi 80,056) odatdagi sharoitda rangsiz gazdir. U havodagi namlikni tortib olib tutaydi va havoda muallaq holatdagi sulfat kislota tomchilarini hosil qiladi. Gaz holatdagi SO_3 $44,75^\circ\text{C}$ haroratda siqilib, rangsiz suyuqlikka aylanadi.

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

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

Sulfat angidridning qattiq polimer shakllari qizdirilganda dissotsilanadi.

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

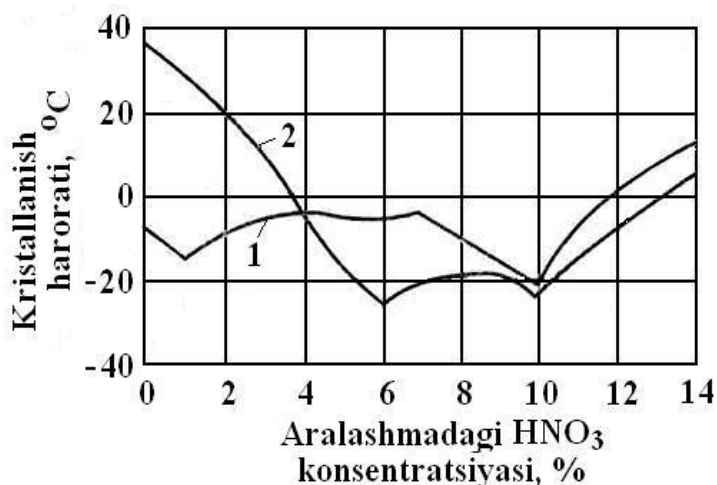


Sulfat angidrid kuchli suv tortib olish xususiyatiga ega, u o‘simlik va hayvon to‘qimalarini yemiradi va kuchli oksidlovchi hisoblanadi. Oltingugurt, fosfor, uglevodorodlar va boshqa moddalarni oksidlab, SO_3 sulfit angidridgacha qaytariladi. Sulfat angidridning polimer shakllari nisbatan inertdir; ular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

Suyuq sulfat angidrid sulfit angidrid bilan har qanday nisbatda aralashadi, qattiq sulfat angidrid suyuq SO_2 da eriydi, ammo bunda hech qanday yangi kimyoviy birikma hosil bo‘lmaydi. Suyuq SO_3 nitrat kislota bilan har qanday nisbatda aralashadi. Bunda $(\text{SO}_3)_2 \cdot \text{HNO}_3$ turidagi barqaror birikma (suyuqlanish harorati $106,5^\circ\text{C}$) hosil qiladi.

1.2-rasmda oleum va nitrat kislota aralashmasining muzlash haroratlari ko'rsatilgan.

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



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

1-20% li oleum va HNO₃; 2-40% li oleum va HNO₃

Gaz holatdagi SO₃ vodorod xlorid bilan ta'sirlashib xlorosulfon kislotasi SO₂(OH)Cl ni, ammiak bilan ta'sirlashib ammoniy amidosulfonat NH₂SO₂ONH₄ ni hosil qiladi. Ammoniy amidosulfonatdan samarador gerbitsid sifatida ishlatiladigan ammoniy sulfamat NH₂SO₂ONH₄ tayyorlanadi.

Sulfat kislota navlari. Sanoatda bir necha navdagi sulfat kislota ishlab chiqariladi. Ular tarkibidagi H₂SO₄ yoki SO₃(erkin) miqdorlari, shuningdek qo'shimchalarning tarkibi va miqdori bilan bir-biridan farqlanadi. Nitrozali usulda tarkibida taxminan 75% H₂SO₄ 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, minerali sulfat kislotasi ishlab chiqarishda unga kuyundi gazi tarkibidagi, xattoki uni quruq elektrofiltrlarda tozalangandan keyin ham qoladigan changning bir qismi aralashgan bo'ladi. Bundan tashqari, minerali kislota tarkibida erigan azot oksidlari ham bo'ladi. Shuningdek, sulfat kislota, H₂SO₄ 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.

Kimyo sanoatida kontakt usulida olingan A va B navlardagi mahsulotlar tarkibida 92,5-94%, texnik mahsulotda esa 92,5% H_2SO_4 bo'ladi. Nitrozali (minorali) usulda olingan mahsulotda 91% H_2SO_4 , akkumulyator kislotasi sifatida ishlab chiqariladigan mahsulotning A va B navlarda 92-94% H_2SO_4 bo'ladi. Kimyoviy toza (k.t.), analiz uchun toza (a.u.t.) hamda toza (t) markali mahsulotlar 93,5-95,6% H_2SO_4 konsentratsiyada ishlab chiqariladi. Yuqori sifatli oleum tarkibida 24%, texnik oleum tarkibida esa 18,5% SO_3 (erkin) bo'ladi.

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

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

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

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

Ko'mir qazib olishda ko'mir qatlamlari orasida bo'ladigan va uni boyitishda ajratib olinadigan temir kolchedanidan iborat ko'mirli

kolchedan ham olinadi. Ko‘mirli kolchedan ham sulfat kislota ishlab chiqarish uchun xomashyo vazifasini o‘tashi mumkin. Bunday maqsad uchun sulfat kislotasi ishlatiladigan ko‘pgina ishlab chiqarish korxonalarining chiqindilaridan foydalanilishi ham mumkin. Bunday chiqindilarga kislotali gudronlar, yuvish eritmalari, fosfogips va boshqalar kiradi.

Turli mamlakatlarda ishlatiladigan xomashyo turlari bir-biridan farqlanadi. Ko‘pgina mamlakatlarda hozircha asosan oltingugurtli kolchedan asosiy xomashyo sifatida ishlatilayotgan bo‘lsa, AQSHda sulfat kislota olish uchun ko‘proq oltingugurtdan foydalanilmoqda. Shuni ham ta‘kidlab o‘tish mumkinki, sulfat kislota ishlab chiqarish xomashyosi sifatidagi oltingugurt va kolchedanning nisbiy ulushi kamayib, uning o‘rnini turli chiqindilardan ajratib olinadigan oltingugurt egallamoqda.

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

Oltingugurtli kolchedan – sarg‘ish yoki sarg‘ish-kulrang tusli mineral bo‘lib, uning zichliga 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 Mustaqil hamdo‘stlik mamlakatlarida (MDH), Ispaniyada, Yaponiyada, Kanadada, Portugaliyada, Italiyada, Norvegiyada va boshqa mamlakatlarda mavjud. Qazib olinadigan kolchedan sulfat kislota zavodlariga 50-400 mm li bo‘lakchalar holatida keltiriladi.

Kolchedanda eng ko‘p uchraydigan qo‘shimcha mis hisoblanadi. Tarkibidagi mis miqdori 1% dan ko‘p bo‘lgan kolchedan misli kolchedan bo‘lib, undan mis olish uchun xomashyo sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ammo misga kambag‘al bo‘lgan kolchedandan mis suyuqlantirish zavodlarida to‘g‘ridvn-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 xokazo) 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% S bo'lgan pirit konsentratlari olinadi. Rudalarni boyitish jarayoni takomillashishi bo'yicha tarkibida qimmatbaho qo'shimchalar oz darajada bo'lishiga qaramay xomashyoni flotatsiyalash eng maqbul qisoblanadi. 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.

Yuqori namligi bo'lgan flotatsiyalangan kolchedan sulfat kislota zavodlariga keltirishda va omborlarda 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 maydash 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 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.

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

Rangli metallurgiya chiqindi gazlaridan foydalanish muhim xalq xo‘jaligi ahamiyatiga egadir, chunki, masalan har bir tonna mis suyuqlantirib olishda sulfat kislotali tizimdagi oltingugurtli xomashyoni kuydirishga sarflanadigan xarajatlarsiz 10 t dan ortiq sulfat kislota olish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, chiqindi gazlari tarkibidagi oltingugurt oksidlarini tutib qolinishi hisobiga metallurgiya korxonalari havosining musaffoligi saqlab qolinadi.

Rangli metallurgiya rudalari qaynovchi qatlam (QQ) pechlarida kuydiriladi. Kuyundi gazlar va qaynovchi qatlam pechlarining gazlari tarkibi bo‘yicha oltingugurt kolchedani kuydirilishidan hosil bo‘ladigan gazlardan kam farq qiladi va shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda to‘g‘ridan-to‘g‘ri foydalaniladi. Boshqa pechlarda hosil bo‘ladigan gazlar tarkibi ko‘pincha xomashyo sifatiga, qurilmalarga hamda pech va boshqa jihozlar holatiga va kuydirish jarayoni sharoitiga bog‘liqdir. Shunga bog‘liq holda bunday gazlardagi sulfit angidrid miqdori katta chegarada o‘zgaradi.

Xomashyoni kuydirish jarayonini intensivlash va olinadigan yarim mahsulotlar – rangli metallurgiya kuyundilari sifatini yaxshilash uchun pechga beriladigan havoga purkashdan oldin uning tarkibida 30-35% O_2 bo‘lguncha kislorod qo‘shish qo‘llaniladi yoki kuydirish jarayoni texnologik kislorod (95% O_2) muhitida amalga oshiriladi.

Kislorod ishlatiladigan barcha holatlarda ham kuydirishdan chiqadigan chiqindi gazlaridagi sulfit angidridning konsentratsiyasi ortadi.

Masalan, ruxli konsentratni qaynovchi qatlam pechlarida kuydirishda tarkibida 30% O₂ tutgan havo berilishi (havodagi 21% O₂ o'rniga) orqali o'tkazilgan sanoat sinovlari shuni ko'rsatadiki, bunda chiqadigan gaz tarkibidagi SO₂ konsentratsiyasi 8 dan 14% ga ko'tariladi, pech unumdorligi 70% ga ortadi, kuyundidagi sulfidli oltingugurt miqdori 3 marta kamayadi.

Oltingugurt va uning xossalari. Elementar oltingugurt (yoki oltingugurt bug'i) tug'ma rudalardan, shuningdek sulfit angidrid yoki vodorod sulfid tutgan gazlardan olinadi. Elementar oltingugurt sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng yaxshi turdagi xomashyolardan biri hisoblanadi. Uni yoqish natijasida katta miqdorda SO₂ va kislorod tutgan va kontaktli sulfat kislota ishlab chiqarish uchun eng muhim hisoblangan gaz hosil qilinadi. Oltingugurtning yonishi natijasida kul qolmaydi, vaholanki kolchedan kuydirilishi natijasida hosil bo'ladigan kulni yo'qotish uchun katta sarf-harajatlar talab etilar edi. Tug'ma oltingugurt tarkibida juda oz miqdordagi mishyak qo'shimchasi bo'ladi, bu esa kolchedandan sulfat kislota ishlab chiqarishdagi mishyakdan tozalash jarayonlari singari bosqichlardan holi bo'lgan sodda sulfat kislota ishlab chiqarish tizimini yaratish imkoniyatini yaratadi.

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

Jahon miqyosida elementar oltingugurtdan foydalanish taxminan quyidagicha taqsimlanadi (% hisobida):

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 tug'ma oltingugurt konlaridan qazib olish, tabiiy gaz va neft mahsulotlarini tozalash orqali ajratib orqali erishilmoqda.

Oltingugurtning xossalari. Oltingugurtning nisbiy atom massasi 32,064. Oltingugurt odatdagi haroratda qattiq holatda bo'ladi. Qattiq

oltingugurt ikki xil – rombik va monoklinik allotropik shakllarda bo‘ladi:

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

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

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

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

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

Oltingugurt bug‘ida S₈, S₆ va S₂ molekullari bo‘ladi, haroratning ortishi bilan S₂ molekullari miqdori ortadi, bunda bug‘ rangi o‘zgaradi. Qaynash harorati yaqinida oltingugurt bug‘i och sariq rangda bo‘ladi va haroratning ortishi bilan qizara boshlaydi, so‘ngra yana tiniqlashadi va 650°C haroratda to‘q sariq rangga kiradi. 900°C haroratda oltingugurt

bug'lari amalda S₂ molekularidan iborat bo'ladi. Uning atomlarga parchalanishi taxminan 1600⁰C haroratdan boshlanadi.

Tug'ma rudalardan oltingugurtning olinishi. Tug'ma oltingugurt konlari qoldiqli yoki vulkanli xarakterdagi yotqiziqlar tarzida uchraydi. Tug'ma oltingugurt konlari Italiyada (Sitsiliya orollarida), Yaponiyada (Xokkaydo orollarida), AQSHda (Texas va Luiziana shtatlarida) uchraydi.

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

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

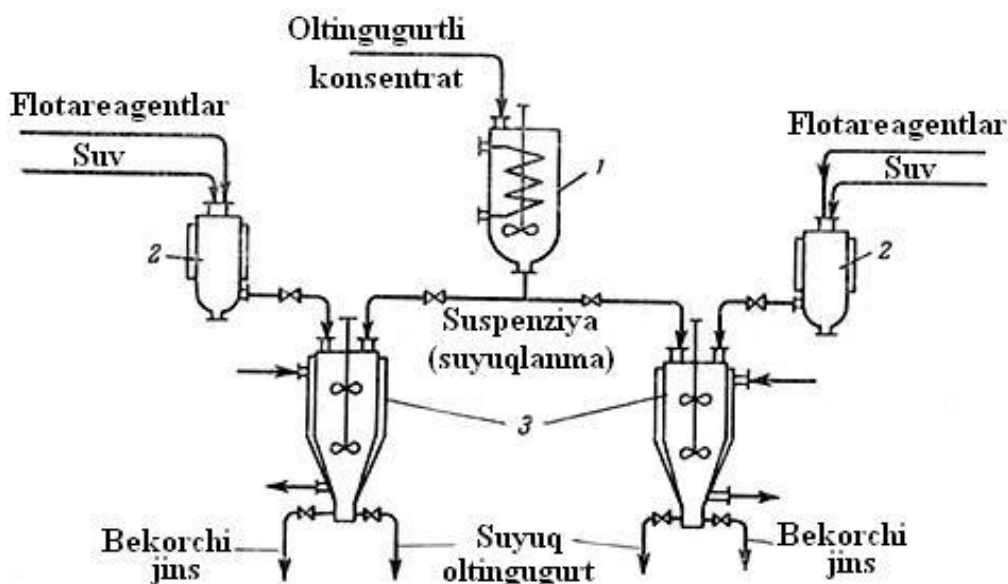
Oltingugurt to'g'ridan-to'g'ri yer osti yotqiziqlaridan Frash usuli bo'yicha qazib olishda (bu usul AQSHda ishlatiladi) oltingugurt qaynoq suv bilan suyuqlantiriladi va qisilgan havo bilan yuzaga siqib chiqariladi. Buning uchun quduqqa bitta quvur orqali bosim ostida 150-160⁰C haroratgacha qizdirilgan suv berilsa, ikkinchisidan esa qisilgan havo yuboriladi. So'ngra suv ma'lum masofada joylashgan va oltingugurtli qatlamdan chuqurroq bo'lgan boshqa maxsus quduqdan chiqarib olinadi. Frash usuli bilan nisbatan arzon oltingugurt olinadi, lekin bunda kondan uni ajratib olish darajasi 30-60% ni tashkil etadi xolos. AQSHda oltingugurtning ko'p qismi temir yo'l va avtomobil sisternalarida suyuqlantirilgan holatda tashiladi.

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

Tug'ma rudalardan oltingugurt olish uchun flotatsiyalash va so'ngra flotatsiya avtoklavlarida konsentratdan oltingugurt suyuqlantirish usuli qo'llaniladi (1.3-rasm).

Kondan keladigan oltingugurtli ruda dastlab tegirmonlarda maydalaniadi. Juda mayda holatigacha maydalangan ruda flotatsiyalashga yuboriladi. Bunda flotareagent sifatida suyuq shisha, kerosin va C₇-C₉ spirtlari ishlatiladi. Tarkibida 70-75% elementar oltingugurt bo'lgan hosil qilingan konsentrat quyultiruvchilarda, so'ngra barabanli filtrlar yoki sentrifugalarda 10-15% namlik qolguncha suvsizlantiriladi. Suv-

sizlantirilgan oltingugurtli konsentrat ochiq suyuqlantirgich 1 ga yuboriladi.



1.3-rasm. Avtoklavlarda flotatsiyalash orqali oltingugurtli konsentratlardan oltingugurt olish sxemasi:

1-suyuqlantirgich; 2-flotareagent eritmaları yig'gichlari; 3-flotatsiyalash avtoklavlari.

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

Muntazam ravishda suyuqlangan oltingugurtli konsentrat suyuqlantirgich 1 dan 120-130⁰C haroratda oltingugurtli suspenziya holatida flotatsiyalash avtoklavi 3 ga tushadi. Bu yerga shu bilan bir vaqtda yig'gich 2 dan flotareagentning 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 absor bilanishi 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 oltingugurtning umumiy ajratib olish darajasi 95-98% ni tashkil etadi.

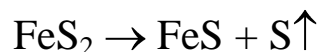
Flotatsiyalash avtoklavining ishlash tartibi taxminan quyidagicha bo‘ladi:

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

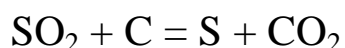
Siklning umumiy davomiyligi 30 min; suyuq shisha sarfi 8% (eritmadagi SiO₂ ning konsentratsiyasi 3 g/l) ni tashkil etadi.

Oltingugurt bug‘ining olinishi. Bug‘ holatdagi oltingugurtning rangli metallurgiya gazlaridan, neftni qayta ishlash gazlaridan, neft va tabiiy gazlarning yo‘ldosh gazlaridan 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.

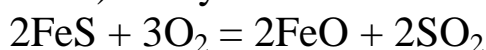
Oltingugurt bug‘i ayniqsa ko‘pgina hollarda misli kolchedan kuydirish pechlari gazlaridan olinadi. Bunda elementar oltingugurt tarzida 80% gacha S ajratib olinadi. Misli kolchedanning asosiy pirit FeS₂ hisoblanadi, kolchedandagi CuS miqdori 4% gacha bo‘ladi. Misli kolchedan, koks, kvarts va ohaktosh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



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

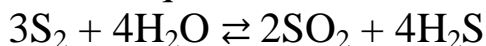


va nihoyat, oxirgi – pechning pastki zonasida (oksidlab suyuqlantirish va shlak hosil bo‘lish zonasida) FeS yonadi:

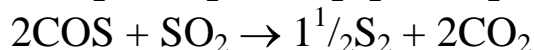
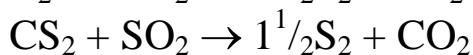
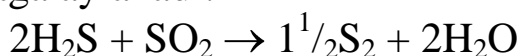


Bunda temir(II)-oksid shixta komponentlari bilan suyuqlanadi va shlak tarkibiga o'tadi, FeS ning oksidlanmagan qismi esa mis sulfidi bilan shteyn hosil qiladi.

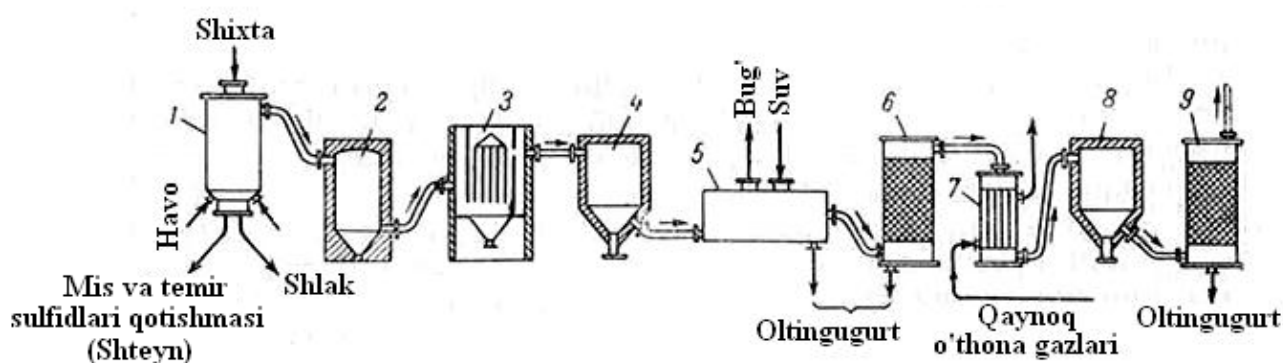
Sulfit angidridning ko'mir bilan qaytarilishida elementar oltingugurtdan tashqari turli xildagi oltingugurtli birikmalar (uglerod sulfid, uglerod sulfoksid va boshqalar) hosil bo'ladi. Bundan tashqari, shixtadagi namlik va havo oltingugurt bilan ta'sirlashib, ma'lum miqdorda vodorod sulfid hosil qiladi:



Oltingugurt birikmalari (CS₂, COS, H₂S) pechning to'rtinchi zonasida hosil bo'ladigan sulfit angidrid ta'sirida parchalanadi va elementar oltingugurtga aylanadi:



1.4-rasmda mis kolchedani suyuqlantirilishidan elementar oltingugurt olish sxemasi tasvirlangan. Shixta germetik pech 1 ning 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 (mis va temir sulfidlari qotishmasi) zichliklariga muvofiq ravishda bir-biridan ajraladi. Misli shteyn avtomatik quyish mashinalari yordamida keyingi bosqichdagi qora mis olishga yuboriladi, shlak esa chiqindixonagi chiqarib tashlanadi.

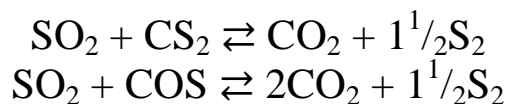


1.4-rasm. Mis kolchedanidan oltingugurt bug'i olish sxemasi:

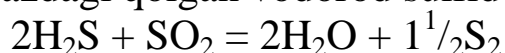
- 1-germetik pech; 2-chang ushlagich; 3-elektrofiltr; 4,8-reaksiya kameralari; 5-bug' yutgich qozoni; 6,9-gazdan oltingugurtni cho'ktirish uchun minoralar; 7-gaz qizdirgich.

Pech 1 dan chiqadigan gazlar changtutgich 2 ga yuboriladi, u yerda yirik zarrachali chang ushlab qolinadi, so'ngra changdan to'la tozalash uchun elektrofiltr 3 ga uzatiladi.

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



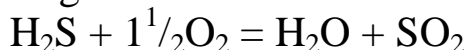
Reaksiya paytida gazning harorati 450°C gacha ko'tariladi, shuning uchun reaksiya kamerasidan chiqayotgan gaz bug' yutgich qozoni 5 da 130°C haroratgacha sovutiladi, u yerda oltingugurtning asosiy qismi kondensatlanadi. Oltingugurtning qolgan qismi esa po'lat halqachalar to'ldirilgan to'ldirgichli minora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



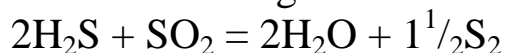
Shundan so'ng gazdan oltingugurtni ajratib olish uchun birin-ketin ikkinchi qozon yutgich (rasmda ko'rsatilmagan) va minora 9 dan o'tadi.

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

Vodorod sulfiddan oltingugurt olish jarayoni shundan iboratki, bunda H₂S umumiy miqdorining 1/3 qismi havo bilan aralashtirilib yoqiladi, natijada sulfit anhidrid hosil bo'ladi:



So'ngra bu gazlar aralashmasiga H₂S ning qolgan qismi aralash-tiriladi va gazlar aralashmasi reaktorga yuboriladi, u yerda katalizator ishtirokida vodorod sulfid va sulfit anhidridan oltingugurt hosil bo'ladi:



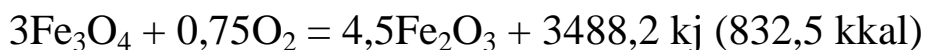
Hosil qilingan oltingugurt bug'lari sovuq yuzada kondensatlanadi.

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

Kolchedandan oltingugurt ajratib olish 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.

Aglomeratsiya gazlari. Qora metallurgiyaning yirik korxonalarida temir rudasi domna pechiga berilishdan oldin maxsus fabrikalarda aglomeratsiyalanadi (ruda shixtalarini metallurgik xossalarini yaxshilash uchun havo purkash orqali ularni yiriklashtirishning termik usuli amalga oshiriladi). Bunda ruda tarkibidagi oltingugurt oksidlanib sulfat angidridga aylanadi va aglomeratsiya gazlari tarkibiga o'tadi. Temir rudasida oltingugurt miqdori ko'p bo'lganda aglomeratsiya gazi tarkibida 0,5-1,5% gacha SO_2 bo'ladi. Ayrim yirik aglomeratsiya fabrikalarida atmosferaga chiqarib yuboriladigan gazlar 5 mln m^3/s dan ortadi, ular bilan chiqib ketadigan oltingugurt miqdori yiliga bir necha yuz ming tonnani tashkil qiladi. Bunday gazlarni to'g'ridan-to'g'ri atmosferaga chiqarib yuborish ham ekologik, ham iqtisodiy jihatdan katta zararga olib keladi.

Qora 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 olinishi mumkin.

O‘txona va yonilg‘i gazlari. O‘choqlarda ko‘mir yoqilganda ko‘mirdagi oltingugurt ham yonadi va atmosferaga chiqarib yuboriladigan o‘txona gazlari tarkibida anchagin SO₂ 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 sulfat angidrid ushlab qolinadi va uni sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladi. Lekin o‘txona gazlaridan SO₂ ni tozalash katta sarf-xarajatlarni 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 manbalardan oqilona foydalanish imkoniyati ochsa, ikkinchidan, tabiatdagi ekologik muvozanatni saqlab qolish kabi muhim muammolardan birining yechimi topiladi. Bunday ishlarni amalga oshirish albatta hozirgi paytda yetishib chiqayotgan «Kimyoviy texnologiya» ixtisosligi bo‘yicha tayyorlanayotgan kadrlar zimmasiga yuklanadi.

Sulfatli xomashyolar. *Gips.* Ko‘pgina mamlakatlarda gips – kalsiy sulfat kristallogidрати CaSO₄·2H₂O ning yirik konlari mavjuddir. Tabiatda kalsiy sulfat suvsiz tuz – angidrit CaSO₄ tarzida ham uchraydi, shuningdek fosfat kislota, fosforli va kompleks o‘g‘itlar sanoatining chiqindisi – fosfogips holatida ham hosil bo‘ladi.

Sulfat kislota olish uchun gips (angidrit, fosfogips) ning ko‘mir va tuproq bilan aralashmasi kuydiriladi. Bunda kalsiy sulfatning qaytarilishi natijasida sulfat angidrid hosil bo‘ladi. Qolgan kuyundi maydalangandan so‘ng senment 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 H₂SO₄ bo‘lgan chiqindi sifatida korxonalaridan chiqariladi. Bunday chiqindilar miqdori yildan-yilga ko‘payib bormoqda. Ularni tozalash inshootlarida ishqorlar bilan neytrallab oqavalarga qo‘shib yuboriladi va bu ham iqtisodiy, ham ekologik zararlar keltiradi.

Ko‘p hollarda chiqindi kislotalardan sulfat kislotasini ajratib olish maqbul hisoblanadi. AQSHda yiliga 0,8 mln t sulfat kislota (ikkilamchi kislota) chiqindi kislotalardan ajratib olinadi.

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

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

Yuvindi eritmalar. Metallar sirtini tozalashda kislota eritmalaridan foydalaniladi va bunda hosil bo'ladigan chiqindi eritmalar yuvindi eritmalar deyiladi. Yuvindi eritmalar 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 eritmalarini regeneratsiyalashdan ajratilgan temir kuporosi mahsulot sifatida chiqariladi.

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

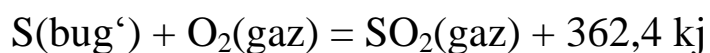
2-§. Sulfat angidrid olish

Oltingugurtli xomashyolarni kuydirishning fizik-kimyoviy asoslari. *Oltingugurtli xomashyolarning yonish reaksiyalari.* Tarkibida sulfat angidrid tutgan gazli aralashmalar texnikada sulfatli gazlar deyiladi. Sulfatli gazlar komponentlari (SO_2 , O_2 , N_2 va x.o) ning konsentratsiyasi boshlang'ich xomashyolar turi va ularning kuydirilish usuliga qarab turlicha bo'ladi.

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

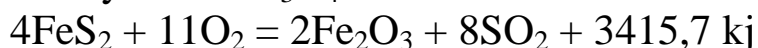


Oltingugurtning ajralishi $500^\circ C$ haroratdan boshlanadi va haroratning oshirilishi natijasida tezlashadi. Oltingugurt bug'lari oltingugurt dioksid hosil qilish bilan yonadi, xuddi shunday jarayon elementar oltingugurt yonganda ham kuzatiladi:



Temir sulfid FeS ham yonadi, ammo bu jarayonning aniq mexanizmi belgilab berilmagan va hozirda bir necha oraliq reaksiyalar yoʻnalishlari aytib oʻtilgan. Ulardan birida FeS oksidlanishining birinchi bosqichida temir sulfatlari hosil boʻlishi va soʻngra ular temir oksidlarigacha parchalanishi koʻrsatilgan boʻlsa, boshqasida esa FeS toʻgʻridan-toʻgʻri temir oksidlariga aylanishi aytilgan.

Umumiy holda kolchedanning yonish jarayoni temir(III)-oksidi Fe₂O₃ yoki temir kuyundisi Fe₃O₄ hosil boʻlishi bilan kechadi:



yoki



Yuqori harorat, gaz tarkibidagi sulfid angidrid miqdorining koʻp boʻlishi va yonmagan kolchedan miqdorining nisbatan katta boʻlishi Fe₃O₄ hosil boʻlishi uchun qulay sharoit yaratadi. Yonish jarayonida kolchedan tarkibidagi qoʻrgʻoshin, magniy, kalsiy, bariy sulfatlari parchalanmaydi. Kuydirish jarayonida metallar karbonatlari parchalanishi natijasida karbonat angidrid ajralib chiqadi va tegishli metallarning oksidlari hosil boʻladi, soʻngra ular sulfatlarga aylanadi.

Koʻmirli kolchedan kuydirilganda oltingugurt bilan birgalikda uglerod ham yonadi:

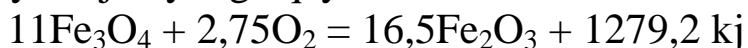


Bunda kuyundi gazi tarkibidagi kislorod miqdori kamayadi, bu esa sulfid angidridning keyingi bosqichdagi katalitik oksidlanish tezligini pasaytiradi.

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

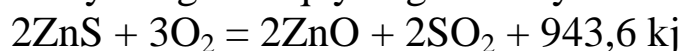


Hosil boʻlgan temir kuyundisi havo kislorodi bilan 900°C haroratda oksidlanadi va yana jarayonga qaytariladi:

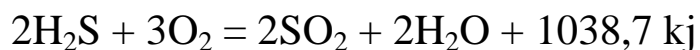


Bu reaksiyalarning issiqlik effektlari yigʻindisi musbat boʻlib, 828,4 kj ga teng, bu esa bunday usulda sulfid angidrid olishning avtotermik jarayon boʻlishligini taʼminlaydi.

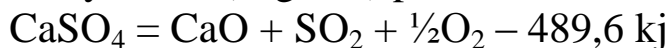
Rux aldamasi kuydirilganda quyidagi reaksiya sodir boʻladi:



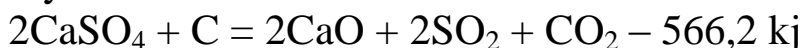
Vodorod sulfid yoqilganda esa sulfit angidrid bilan birgalikda suv bug‘i ham hosil bo‘ladi:



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



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



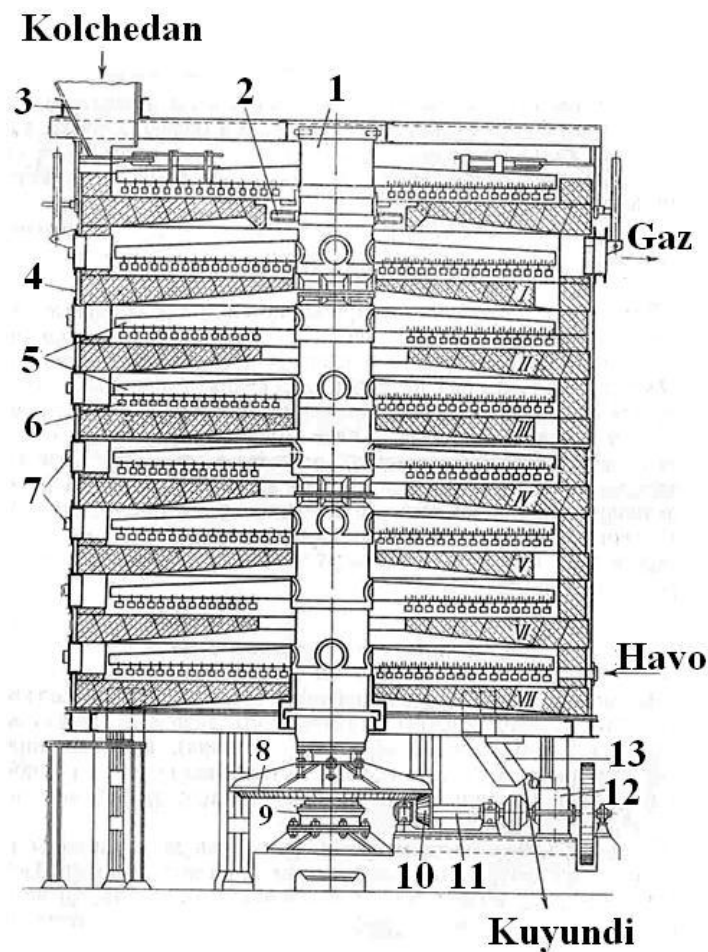
CaSO_4 ning parchalanish haroratini pasaytirish uchun shixtaga kremnezem, aluminiy va temir oksidlari qo‘shish orqali ham amalga oshirilishi mumkin.

Kolchedanni kuydirish pechlari. *Taxmonli mexanik pech.* 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 intensiv aralashtirish orqali yondiriladi. Siklonli pechlarda kolchedan qaynoq havo bilan birgalikda katta tezlik bilan aylanma harakati orqali kuydiriladi. Kuyundi maxsus tirqish orqali chiqarib olinadi.

Mexanik pechlar ichida Voskresensk kimyo zavodi (VKZ) ning bir necha tokchalaridan iborat taxmonli pechi keng tarqalgandir. 1.5-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 m^2 ni tashkil etadi.

VKZ pechi balandligi 8 m va diametri 5 m li po‘lat silindrdan iborat. Pechning ichki tomoni o‘tga chidamli g‘ishtdan ishlangan (futerovka qilingan). Pechning ichki qismida o‘tga chidamli g‘ishtdan ishlangan 8 ta olovdon bor. Pech markazi orqali ichi bo‘sh val 1 o‘tgan bo‘lib, unga har bir taxmon tepasida turuvchi ikki tomonga yo‘nalgan siljitish tishlari 6 bo‘lgan eshkakli taroqlar 5 mahkamlangan bo‘ladi. Pech bunker 3 orqali kolchedan quritish (birinchi) tokchasiga kelib tushadi va aylanuvchi eshkakli taroqning siljitish tishlari orqali pech

markazi tomon siljiydi. Pech valining yaqiniga joylashgan ta'minlagich 2 orqali kolchedan birinchi ishchi tokchaga sepiladi, u yerdagi eshkakli taroqlar yordamida kolchedan markazdan pechning ichki devori tomon harakatlanadi va mahsus tirqish orqali ikkinchi ishchi tokchaga tushadi. U yerda kolchedan pech markazi tomon harakatlanadi, undan val yaqinidagi halqali teshik orqali uchinchi ishchi tokchaga tushadi va xokazo. 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.



1.5-rasm. Kolchedan kuydiriladigan VKZ mexanik pechi:

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

Har bir ishchi tokchalarda to'rttadan eshekchalar 7 bo'lib, ularning har birida kuyish jarayonini ishchi tokchalar holatini kuzatish uchun

qopqoq bilan yopib qo'yiladigan maxsus tirqishlar mavjud. Ichki qismi bo'sh val – reduktor 12 ning 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'ildirak 8 ga 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 $225-250 \text{ kg/m}^2$ 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.

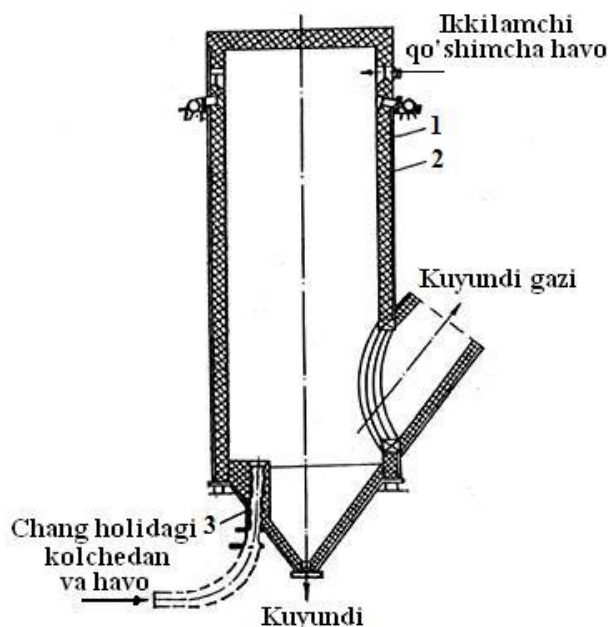
Mexanik pechlarning normal ishlashidagi asosiy shartlar quyidagilardan iboratdir:

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 sistematik 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.

Kolchedanni chang holatida kuydirish pechi. Chang holatida kuydirish pechining tuzilishi 1.6-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.

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



1.6-rasm. Kolchedanni chang holatida kuydirish pechi:

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

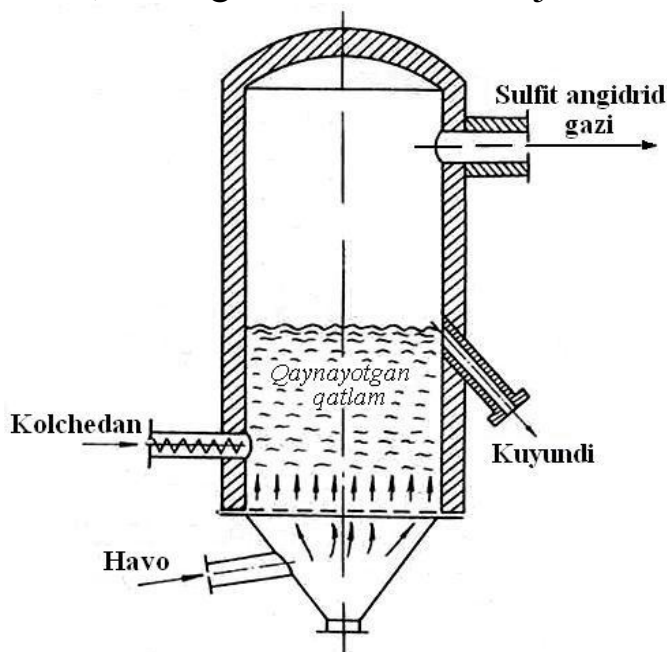
Chang holatida kuydirish pechlarining kamchiligi shundaki, ular mexanikaviy pechlarga nisbatan chidamsizdir, hosil bo'ladigan gaz esa juda changli bo'ladi. Bundan tashqari, bu pechlarda faqat quruq flotatsion kolchedannigina kuydirish mumkin, mexanikaviy pechlarda esa 10% namlikka ega bo'lgan kolchedanni 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 (1.7-rasm) vertikal silindrik ko'rinishdagi ichki qismi niqoblangan kameradan iborat bo'lib, kolchedan uzluksiz ravishda pech to'riga berilib turadi, havo esa to'rning pastidan ventilyator yordamida puflanadi. Havo to'r teshikchalari orasidan katta tezlik bilan o'tib, kolchedanni yuqoriga ko'taradi va uni aralashtiradi, bunda kolchedan xuddi qaynayotgandek bo'ladi, shuning uchun ham bu jarayon qaynovchi qatlamli kuydirish deyiladi. Kolchedan to'r bo'ylab harakat qilish davrida kuyadi.

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% SO₂ bo'ladi; pech ishini

avtomatlashtirish mumkin; hosil bo‘ladigan issiqlikdan tegishli maqsadlarda foydalaniladi; lekin gazlar aralashmasi juda changli bo‘ladi.



1.7-rasm. Qaynovchi qatlamli pechning prinsipial sxemasi.

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

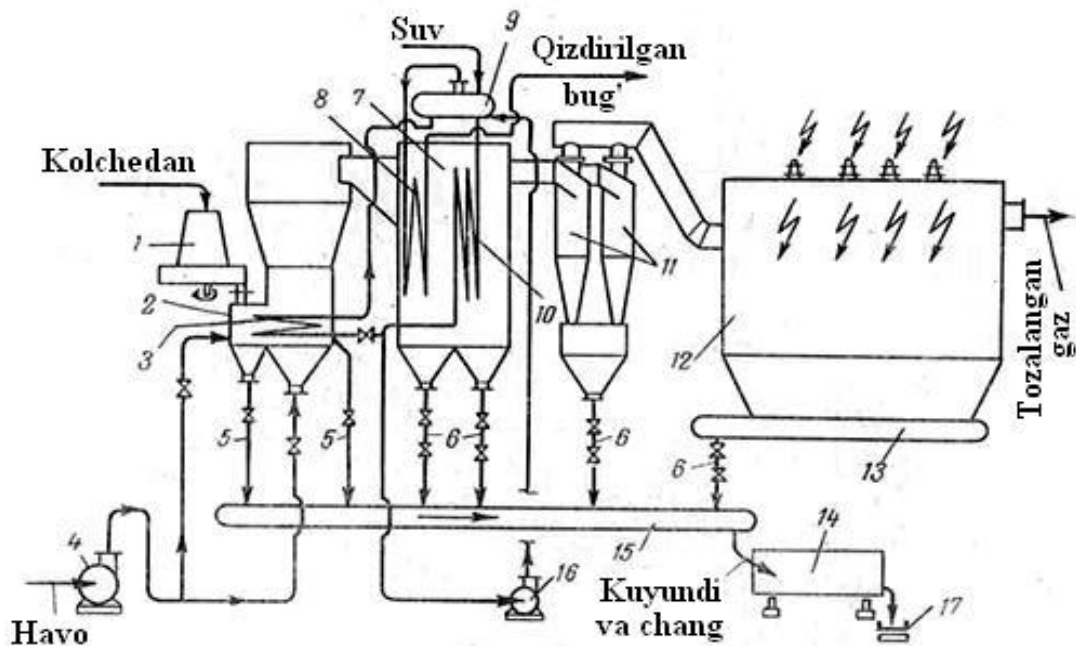
Qaynovchi qatlam pechlarida nafaqat kolchedan flotakonsentrati, balki yirik zarrachali kolchedan ham kuydirilishi mumkin. Bunda gazning bilan chang bilan ifloslanishi kam darajada bo'lganligi sababli kuydirish jarayonini katta tezlikda o'tkazish mumkin va shunga muvofiq ravishda panjara to'ri maydoni 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 kuyunchi bo'ladi. Qaynovchi qatlamning turli nuqtalarida kuyunchidagi oltingugurt miqdori deyarli bir xil bo'ladi. Kuyayotgan material bilan havoning to'qnashish vaqti qaynovchi qatlam balandligiga bog'liqdir: qaynovchi

qatlam qanchalik yuqori bo'lsa, oltingugurt shunchalik to'la yonadi. Lekin to'r ustidagi qaynovchi qatlamni yuqori balandlida 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.

1.8-rasmda kolchedanni qaynovchi qatlamda kuydirish uchun qurilmaning sxemasi tasvirlangan.



1.8-rasm. Kolchedanni qaynovchi qatlam pechida kuydirish uchun qurilma sxemasi:

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

Maydalangan kolchedan (rudasi yoki flotakonsentrati) bunker-ta'minlagich 1 dan bir tekisda qaynovchi qatlam pechi 2 ning 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-yuttirgich 7 ga keladi, u yerda $400-450^{\circ}\text{C}$ haroratgacha soviydi. Qozon-yuttirgich baraban-separator 9 bilan birgalikda o'rnatilgan bo'lib, u yerga sovutish elementlari 3 dan qaynatuvchi quvurlar 10 orqali bug'-suvli emulsiya keladi. Shunday qilib, qaynovchi qatlam va kuyundi gazidagi barcha ortiqcha issiqlik qozon-yuttirgich 7 da 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 elektrofiltr 12 da 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 transportyor 15 ga tushadi, so'ngra sovutish barabani 14 da sovutiladi va lentali transportyor 17 yordamida sexdan chiqarib tashlanadi.

Kuyundi gazida sulfat angidridning 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 angidridning oksidlanishi natijasida qo'shimcha miqdordagi sulfat angidridning hosil bo'lishi kuzatiladi (bu jarayonda katalizator vazifasini kuyundi changi, jihoz niqoblari va boshqalar bajaradi). 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 qatlamli pechlar 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 olinadigan bug‘ bosimi 24,5 dan 123 bar (25-125 atm) ga, bug‘ harorati 500°C gacha yetadi.

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

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

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

Pechlarga kolchedanni tashlash va kuyundini yo‘qotish. Pechning tuzilishi va quvvatiga bog‘liq holda pech bo‘linmasida kolchedanni pechga berilishi turlicha amalga oshiriladi. Odatda yetarlicha hajmga ega bo‘lgan bir necha bunker o‘rnatiladi, ularga kolchedan ombordan yoki maydalash bo‘linmasidan zanjirli yoki lentali elementli lentali transportyorlar yordamida keladi. Kolchedan bunkerdan o‘lchovli vagonchalarda o‘lchangan holda pechga to‘kiladi. Vagonchalar monorelslari izlar bo‘yicha qo‘lda yoki elektrik yuk tortiuvchi moslama (tyaga) lar yordamida 60-75 m/min tezlikda harakatlantiriladi. Yirik zavodlarda vagonchalar hajmi $3,5\text{ m}^3$ ga yetadi. Kolchedan vagoncha-

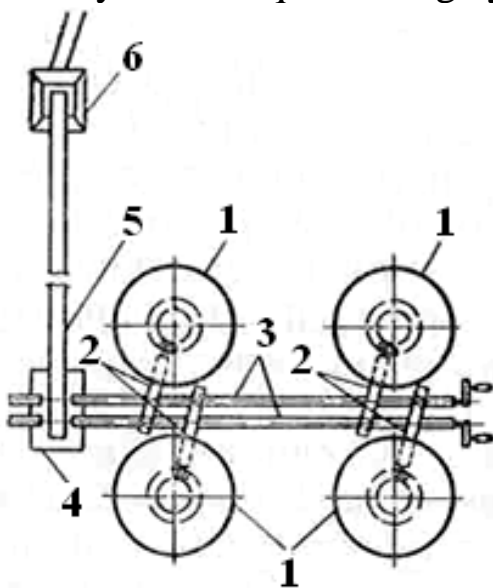
lardan birin-ketin har bir pechning bunkerlariga agʻdariladi. Vagonchalardan kolchedanni tushirish avtomatlashgan holda amalga oshiriladi.

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

Sulfat kislota zavodlarida pechdan kuyundini yoʻqotish mehnattalab va ogʻir ish hisoblanadi hamda kuyundi yuqori haroratga ega boʻladi va pechdan chiqayotgan kuyundidagi oltingugurt qoldiqlarining yonishi davom etayotganligi uchun muntazam ravishda sulfit angidrid ajralib chiqib turadi.

Mexanik usulda yoʻqotish va yetarlicha germetiklikka ega boʻlgan kuyundini sovutishning turli xildagi tizimlari ishlatilmoqda.

1.9-rasmda sovutuvchi shneklar yordamida VKZ pechlaridan kuyundini yoʻqotish sxemasi tasvirlangan. Pech tirqishlari 1 dan kuyundi shnek-soʻndirgich 2 ga sepiladi, u yerga sovutuvchi suv purkaladi. Suvning berilishi shunday boshqariladiki, bunda kuyundi 70-80°C haroratgacha soviydi. Sovitilgan kuyundi bir necha shneklardan uzunasiga ishlaydigan shneklar 3 ga tushadi va undan kuyundi aralashtirgich bunker 6 ning transportyor lentasi 5 toʻgʻrilagichi 4 ga toʻkiladi. U yerdan kuyundini qayta ishlashga joʻnatish uchun toʻgʻridan-toʻgʻri temir yoʻl vagonlariga yoki tashuvchi avtomashinalarga uzatiladi yoxud chiqindixonaga yuboriladi.

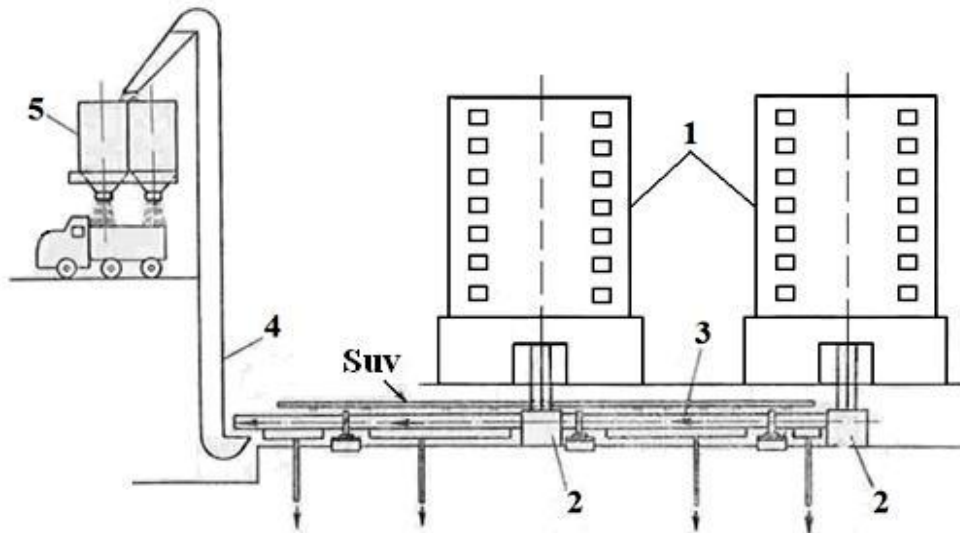


1.9-rasm. Shneklar yordamida kuyundini yoʻqotish sxemasi:

1-pechlar; 2-shnek-soʻndirgich; 3-uzunasiga ishlaydigan shneklar;
4-toʻgʻrilagich; 5-lentali transportyor; 6-bunker.

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

1.10-rasmda kuyundini yo‘qotish uchun sovutgich-quvurli tashuvchi qurilma sxemasi tasvirlangan. Kuyundi pech tirqishi 1 dan bo‘shatish qutilari 2 ga sepiladi, undan davriy ravishda botirib oladigan maxsus cho‘michlar yordamida maxsus roliklarda aylanadigan va kichik qiyalikda o‘rnatilgan 250-500 mm diametrli quvur 3 ga beriladi. Shu hisobiga kuyundi quvurda bunker 5 ga uzatadigan elevator 4 tomonga harakatlanadi. Tashuvchi quvurning ustki sirti suv bilan sovutiladi, shuning uchun kuyundi quvurda 120-140°C haroratgacha soviydi.



1.10-rasm. Sovutgich-quvurli tashuvchi qurilma bilan kuyundini yo‘qotish sxemasi:

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 70-100⁰C haroratgacha sovutish orqali shuningdek sovutgich-barabanli tashish moslamasida ham amalga oshiriladi. Baraban po‘latdan yasalgan (diametri 1 m, uzunligi 12 m bo‘lgan) aylanuvchi silindrdan iborat bo‘lib, ichki qismidagi vintli to‘ldirgich orqali kuyundini harakatlantiradi. Barabanning tashqi qism suv bilan sovutiladi.

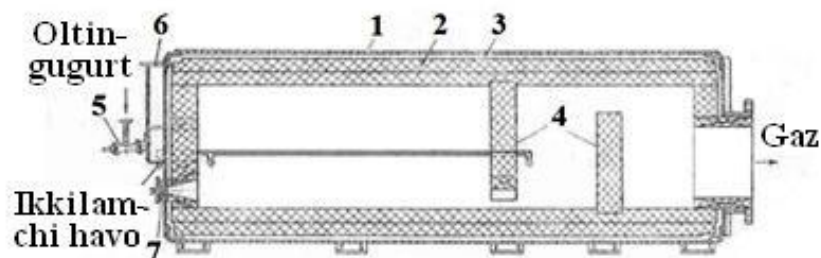
Oxirgi yillarda *gidravlik va pnevmatik usullarda* kuyundini yo‘qotishga katta qiziqish uyg‘onmoqda. Bu usullar arzonligi va to‘la mexanizatsiyalanish mumkinligi bilan ajralib turadi. *Gidravlik usul* bo‘yicha kuyundi ko‘p miqdordagi suv bilan aralashtiriladi, so‘ngra hosil bo‘lgan bo‘tqa nasoslar yordamida 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 kvt·soatni tashkil qiladi. Bu usulda kuyundini yo‘qotish keng tarqalmagan, chunki tindirilgan suv tarkibida oz bo‘lsada kislota, temir va mis kuporoslari bo‘ladi, ular suv havzalarini ifloslantiradi; suvni neytrallash 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 aerezoldagi 1 kg havoga 10-25 kg chiqindi to‘g‘ri kelishi kerak; aerezolning harakatlanish tezligi 30 m/sek ni tashkil etishi kerak. Havoning dastlabki bosimi tizimning qarshiligiga bog‘liqdir; 200-250 m uzunlikdagi quvur uchun u o‘rtacha 2-3 atm ni tashkil etadi. 1 t kuyundini yo‘qotish uchun elektroenergiya sarfi 12-18 kvt·soatga yetadi.

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

To'zg'itilgan holatda oltingugurtni yoqish uchun pech (1.11-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 oltingugurt pechda joylashtirilgan ikkita forsunkalar 5 orqali beriladi. Oltingugurtning 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 oltingugurt uchun forsunkalar ostidagi neftli yoki gazli forsunka 7 yordamida amalga oshiriladi. Yuqori haroratdagi pechda oltingugurt to'la yonadi, bunda yonayotgan oltingugurt mash'alasi hosil bo'ladi. Oltingugurt bug'ining yonishi pechning butun hajmida sodir bo'ladi va to'siqlar 4 hosil qilgan kamerada tugallanadi, u yerga ham qo'shimcha havo beriladi.



1.11-rasm. To'zg'itilgan holatda oltingugurtni yoqish uchun pech sxemasi:

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

Oltingugurtni 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 oltingugurtni to'zg'itish yuqori bosimli mexanik forsunkalarda [ularga suyuqlantirilgan oltingugurt 12 bar (qariyb 12 atm) bosim ostida beriladi] va past bosimli forsunkalarda [ulara suyuqlantirilgan oltingugurtni to'zg'itish qisilgan havo bilan (bosim 6 bar)] amalga oshiriladi.

Sulfat kislota ishlab chiqarishda ishlatiladigan oltingugurt yetarlicha toza bo'lishi lozim, chunki ifloslantiruvchi qo'shimchalar

suyuqlantirgichning issiqlik uzatish quvurlarining sirtiga yopishib qoladi, bu esa issiqlik almashinishini yomonlashtiradi; bundan tashqari, forsunkalar ifloslanishi natijasida tiqilib qolishi mumkin. Shuni ham hisobga olish lozimki, pechda oltingugurt yoqilganda hosil boʻladigan barcha qattiq qoʻshimchalar (kul) amalda kuyundi gazining tarkibiga chang tarzida oʻtadi.

Oltingugurt tarkibida 0,05% kul (z) boʻlganda va oltingugurtdan foydalanish darajasi $k = 95\%$ ni tashkil etganda 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil boʻladigan chang miqdori q quyidagiga teng boʻladi:

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

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

1 t sulfat kislota olishda kontaktlanishga yuboriladigan gazdagi SO_2 miqdori 8% boʻlgandagi normal sharoitga keltirilgan gaz hajmi 3000 m^3 ni tashkil etadi. Shunday qilib, gazdagi chang miqdori:

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

ga teng boʻladi.

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

Suyuqlantirilgan oltingugurtdan qattiq va organik qoʻshimchalar uni tindirish yoʻli bilan ajratiladi, soʻngra pechga berishdan oldin suyuqlanma filtrlanadi. Filtrlashdan oldin suyuqlanmaga toʻrda filtrlovchi qatlam hosil qiluvchi (1 t oltingugurtga 0,3-0,5 kg miqdorida) diatomit qoʻshiladi. Ayrim hollarda oltingugurtga uni tarkibidagi kislotali qoʻshimchalarni neytrallashtirish va korroziyani oldini olish maqsadida ohak (1 t oltingugurtga 0,15 kg) qoʻshiladi.

AQSHdagi zavodlarda, ayrim hollarda, oltingugurtni qattiq qoʻshimchalardan tozalash emas, balki uning yoqilishidan hosil qilinadigan gazni pemza yoki boshqa gʻovak moddalar toʻldirilgan gaz filtrlaridan oʻtkazish iqtisodiy samaraliroq deb hisoblashadi.

Oltingugurt, shuningdek toʻldirgichli silindrik vertikal, qaynovchi qatlamli 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 qatlamli pech singari qurilmadir. Qaynovchi qatlam pechga maxsus solingan yirik qum zarrachalaridan hosil qilinadi. Pechga qatiq oltingugurt beriladi, shuning uchun suyuqlantirgich, suyuq oltingugurtning uzatish nasoslari, oltingugurtning suyuqlantirish uchun bug' xarajatlari va boshqalarning keragi bo'lmaydi.

Oltingugurtning 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 yotishmagan 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.

Kuyundi gazlari issiqligidan foydalanish. Oltingugurtli xomashyo kuydirilganda va sulfat angidridni sulfat kislotaga qayta ishlashda ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. 1.2-jadvalda turli xildagi xomashyolardan 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan issiqlik miqdori haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

1.2-jadval

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

	Kolchedan	Oltingugurt	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

Bu jadvaldan ko'rinadiki, umumiy issiqlikning 52-65% qismi oltingugurtli xomashyolarni kuydirilishidan ajralib chiqadi, shuning uchun pech bo'linmasida birinchi navbatda ajraladigan issiqlikdan foydalanishni yo'lga qo'yishni nazarda tutiladi. Vaholanki, 1 t H₂SO₄ olish uchun 50-100 kvт·s elektroenergiya sarflanadi, bunda sulfat kislotali zavodlarda ajraladigan issiqlikning ma'lum qismidan samarali foydalanish orqali o'z-o'zini to'la elektroenergiya bilan ta'minlanishiga erishish mumkin. Qaynovchi qatlamli pechlarda 1 t sulfat kislota ishlab chiqarishda 1,2 t gacha bug' olinadi, ya'ni ajraladigan issiqlikning qariyb 46% miqdoridan foydalaniladi. Shunday qilib, sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatlari energiya ta'minotchisiga ham aylanishi mumkin, natijada sulfat kislota tannarxi keskin pasayadi.

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

Chang holatida va qaynovchi qatlam pechlarida kolchedanni kuydirishda, shuningdek oltingugurtni yoqishda pechdan chiqadigan gazning harorati 800-1000⁰C ga yetadi. Bu gazning issiqligidan bug' olish uchun qozon-yuttirgichlarda foydalanish yanada maqsadga muvofiqdir.

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

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

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

Mexanik kolchedan pechlari gazidagi changning taxminiy fraksiyali tarkibi quyida keltirilgan:

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

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

Chang kuyundi gazidan juda yaxshilab tozalanishi shart, chunki u ji-hozlarni ifloslantiradi, gidravlik qarshilikni oshiradi, mahsulot kislo-

tasini 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 mkm gacha diametrdagi qattiq zarrachalarning erkin cho'kish tezligi w (m/sek da) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

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

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

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

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

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

1.3-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.

1.3-jadval

Havodagi kuyundi changining cho'kish tezligi

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

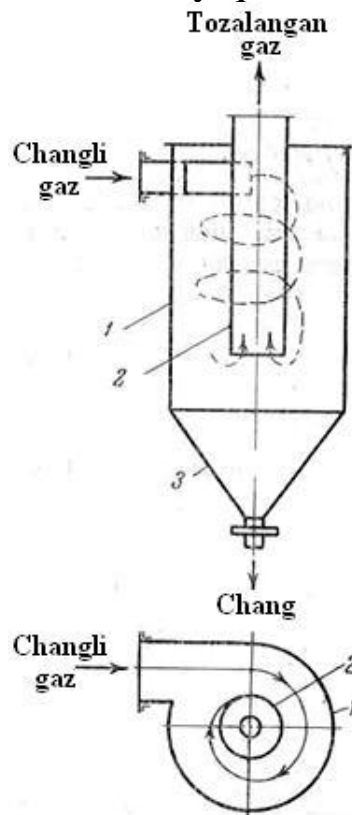
Markazdan qochma kuch taʼsirida changni choʻktirish, zarrachaning R diametrli aylana boʻyicha aylanadigan markazdan qochma kuch maydonida boʻlishiga asoslangan. Sharsimon shakldagi zarrachaning bu kuch taʼsirida choʻkish tezligi w_1 (m/sek da) quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$w_1 = \frac{d^2 \rho v^2}{18R\mu}$$

bu yerda: d – zarracha diametri, m; ρ – zarracha zichligi, kg/m²; v – oqimning aylanma harakati, m/sek; R – aylanish radiusi, m; μ – gazning dinamik qovushqoqligi, kg/(m·sek).

Markazdan qochma kuch taʼsirida gazlarni changdan va suyuqlik tomchilaridan tozalash uchun jihozlar markazdan qochma chang tutgichlar yoki siklonlar deyiladi.

Siklonning ishlash sxemasi 1.12-rasmda tasvirlangan. Jihozga gaz oqimi tangensial aylanma oqimda kiradi va markaziy chiqarish quvurining asosi boʻyicha aylanadi. Chang zarrachalari w tezlikda radial harakatlanadi, siklon devoriga urilib, uning sirtidan pastga – bunkerga tushadi. Tozalangan gaz esa markaziy quvur orqali yuqoridan chiqadi.



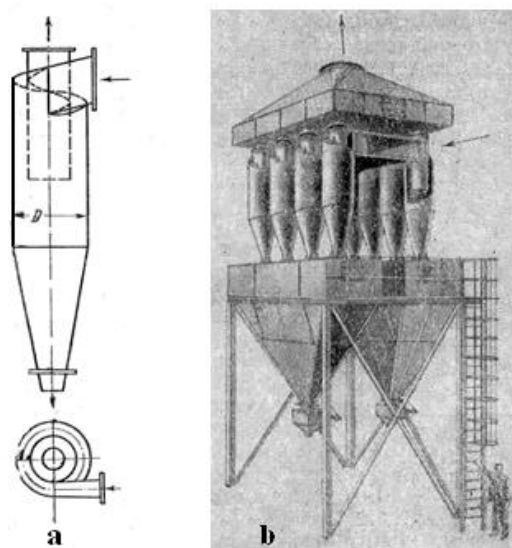
1.12-rasm. Siklon:

1-tashqi silindr; 2-ichki silindr; 3-konussimon bunker

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).

1.13-rasmda NIIOGAZ (Rossiya) bittalik siklonning va sikkiz siklondan iborat batareyasi tasvirlangan. Bunday siklonlar qaynovchi qatlam pechlarida hosil bo‘ladigan kuyundi gazlari tarkibidagi changni tozalashning birinchi bosqichida ishlatiladi. NIIOGAZ siklonlari batareyasidan iborat chang tutgich qurilmani tayyorlashda $1000 \text{ m}^2/\text{s}$ tozalanadigan gaz uchun 100-150 kg metall sarflanadi. Tozalash koeffitsienti (tozalangan va iflos gazdagi chang miqdorlarining nisbati) changdagi zarrachalar o‘lchamiga bog‘liqdir.



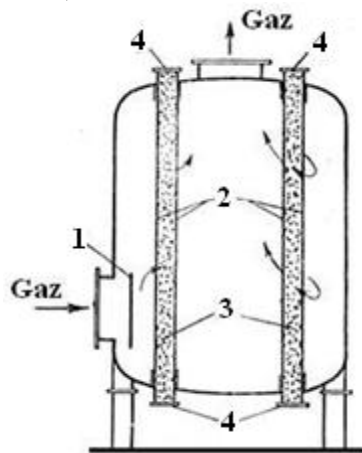
1.13-rasm. NIIOGAZ siklonlarining ishchi holatda joylanishi:

a – bittalik siklon; b – siklonlar batareyasi

1.14-rasmda filtr tasvirlangan, unda ikkita konsentrik to‘r 2 lar orasidagi halqali bo‘shliqqa filtrlovchi material (pemza, qum yoki b.) joylashtirilgan. Bunday jihoz oltingugutdan 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 muhim afzalligi shundaki,

ishlatib bo‘lingan filtrlovchi materialni filtrdan bo‘shatish va yangi filtrlovchi materialni filtrga solish, uning yuqorisidagi va pastidagi qopqoqli tuynuk (lyuk) 4 lar orqali juda tez amalga oshiriladi. Gazni changdan mexanik tozalash yetarlicha sodda, lekin tozalash koeffitsienti yunchalik yuqori emas. Shuning uchun sulfat kislota ishlab chiqarishda gazlarni yaxshilab tozalash talab etilgan taqdirda, mexanik usullar elektrik usullar bilan uyg‘unlashtiriladi va yuqori changlikka ega bo‘lgan kuyundi gazlarini (chang holatida kuydirish va qaynovchi qatlam pechlarining gazlarini) dastlabki tozalash jarayonida ishlatiladi.



1.14-rasm. Donador filtrlovchi materialli filtr:

1-taqsimlash plitasi; 2-to‘r; 3-donador filtrlovchi material;
4-materialni chiqarish va solish qopqoqli tuynuk (lyuk) lari.

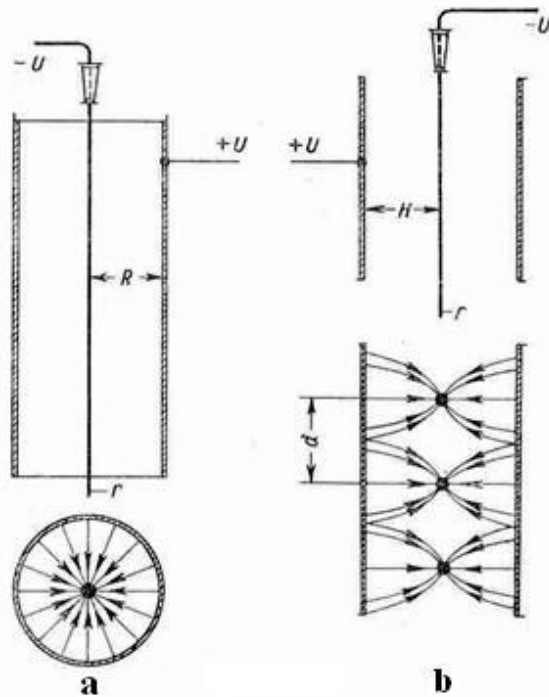
Gazlarni elektrik usulda tozalash. Bu usul gazlardan muallaq zarrachalarni tozalashda mexanik usulga nisbatan takomillashgan va ishonchli bo‘lsada, u ancha qimmatli hisoblanadi. Gazlarni changdan va sulfat kislota bug‘laridan tozalash uchun sulfat kislotali sanoatda elektrik tozalash keng miqyosda qo‘llaniladi.

Gazlarni changdan elektrik tozalash jihozlari elektrofiltrlar deyiladi. Cho‘ktiruvchi elektrodleri quvur shaklida bo‘lgan quvurli elektrofiltrlar va plastinkali elektrofiltrlar ishlatiladi

Cho‘ktiruvchi elektrod vazifasini o‘tovchi yerga ulangan va sim to‘r bilan qoplangan quvur ichiga 70000-100000 v kuchlanishli doimiy tok mashinasining manfiy qismiga ulangan tojsimon elektrod joylashtirilgan (1.15a-rasm). Sim atrofidagi gaz qatlamlari ionlashadi va yorituvchi qavat (toj) hosil bo‘ladi. Gaz tarkibidagi changlar manfiy tok bilan zaryadlanib sim elektrodan qochadi va quvur devorchalariga yopishgan holda zaryadsizlanadi. Quvur vaqti-vaqti bilan urilib, yig‘ilgan changlar

pastga tushirib olinadi. Buning natijasida gaz quvurdan o'tayotganda changdan tozalanadi. Bu usulda gaz changdan 95-98% tozalanadi.

Plastinkali elektrofiltrlarda cho'ktiruvchi elektrod vazifasini plastinkalar, tojsimon elektrodlar esa plastinkalar orasiga bir-biridan va plastinkadan bir xil masofada joylashgan qator simlar tarzida joylashtirladi (15b-rasm).



1.15-rasm. Quruq elektrofiltrlar tizimining asosiy sxemasi:

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

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

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

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

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

Tojsimon elektrod yaqinida yuzaga keladigan gazlarni uncha katta bo‘lmagan bo‘shliqdagi ionlanish maydoni toj maydoni deyiladi. Bu maydonda xarakterli chaqnash va tovush hosil bo‘ladi. Toj maydonida musbat va manfiy zaryadlangan ionlar bo‘ladi; chang zarrachalari bilan to‘qnashib, ionlar ularni zaryadlaydi. Zaryadlangan chang zarrachalari elektr maydoni ta‘sirida qarama-qarshi zaryadli elektrodlar sirtiga tortiladi. Tojsimon elektrod manfiy zaryadli bo‘ladi va undan quvur devori sirtiga manfiy zaryadlangan chang zarrachalari harakatlanadi. Oz miqdordagi changlar toj maydonida musbat zaryadli zarrachalar hosil qiladi va tojsimon elektrod sirtida cho‘kadi. Toj maydonidan tashqaridagi chang zarrachalari faqat manfiy zaryadlanishi mumkin, buning natijasida quvur devorlari tomon harakatlanadi, u yerda changning asosiy miqdori cho‘kadi.

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 mkm 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 mkm dan katta radiusdagi zarrachalarning harakat tezligi zarrachaning radiusiga to‘g‘ri proporsionaldir. Elektrofiltrdagi zarrachalarning amaldagi harakat tezligi yuqoridagi hisolashdan 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 xarakterlaydigan koeffitsient.

Quvurlar va plastinkali elektrofiltrlar va olti qirrali choʻktiruvchi elektrodlar uchun f koeffitsienti quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

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

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

olti qirrali choʻktiruvchi elektrodlar uchun $f = \frac{LS}{vQ}$

bu yerda: L – elektr maydoni uzunligi, m; v – elektrofiltrdagi gazning tezligi, m/sek; R – quvur radiusi, m; H – choʻktiruvchi va tojsimon elektrodlar orasidagi masofa, m; S – choʻktiruvchi elektrodning aktiv perimetri (uning geometrik shakliga bogʻliq), m; Q – choʻktiruvchi elektrod koʻndalang kesimining yuzasi, m².

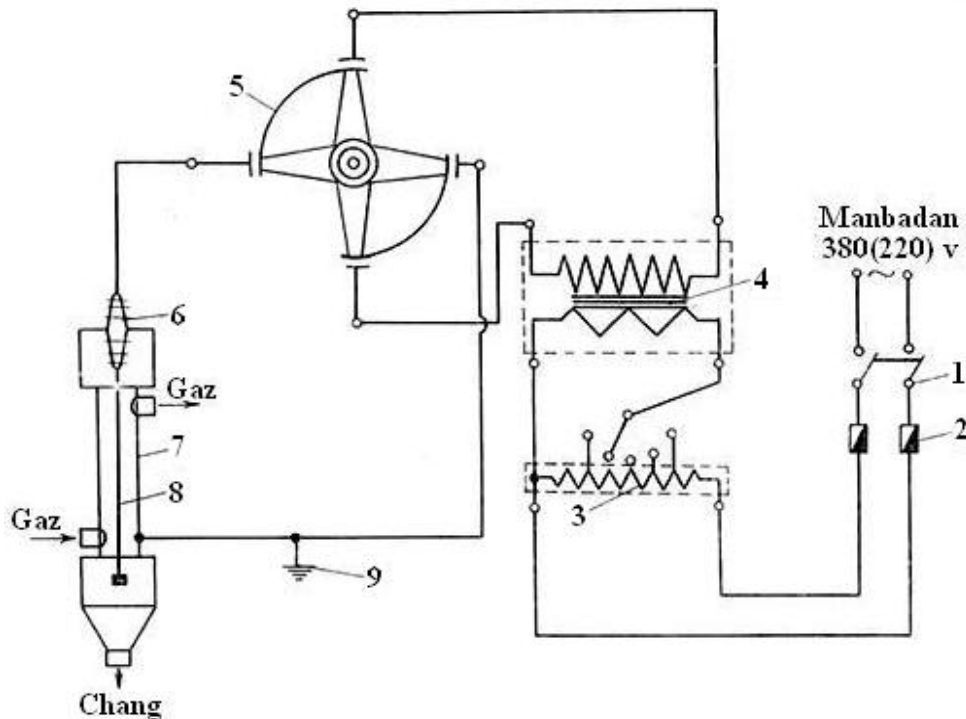
Elektr oʻtkazuvchi va elektr oʻtkazmaydigan chang zarrachalari tegishli elektrodlarda choʻkishida oʻzining zaryadini berib (yoki ularni qabul qilib), odatda bir xilda yaxshi choʻkadi. Lekin ayrim moddalarning (masalan, rux oksidning) changi elektr zaryadini juda ham yomon qabul qiladi. Choʻktiruvchi elektrodlarda elektr oʻtkazmaydigan changlar qatlamining hosil boʻlishi tozalash jarayoni sharoitini yomonlashtiradi, chunki elektrodga oʻtirib qoladigan changning mustahkam elektroizolyatsiya qatlami yangi choʻkkan chang zarrachasining zaryadsizlanishiga toʻsqinlik qiladi. Bundan tashqari, tojsimon elektrodda chang qatlamining oʻtirib qolishi ularning diametrini oshiradi va natijada toj hosil boʻlish sharoitini yomonlashtiradi, shunga bogʻliq holda elektrodlardan changni doimo tozalab turish lozim boʻladi.

Elektrofiltrga kiradigan gazning changliligi (changlanishning maʼlum chegarasigacha) uning elektrofiltrda tozalanish darajasiga bogʻliq emas. Ammo gazdagi changning miqdori juda ham koʻp boʻlsa va ayniqsa elektrofiltrda gaz oqimi katta tezlikda boʻlgan holatda gazning tozalanishi yomonlashadi.

Gazni elektrik tozalash uchun qurilma manbasiining prinsipial sxemasi 1.16-rasmda tasvirlangan.

Elektrik tozalash qurilma manbasi uchun yuqori kuchlanishli tokning maxsus toʻgʻrilagichda toʻgʻrilash yoʻli bilan hosil qilinadigan doimiy tok kerak boʻladi. Tarmoqdagi kuchlanish (220-380 v)

transformator 4 orqali 80-100 ming v gacha oshiriladi, soʻngra yuqori kuchlanishli oʻzgaruvchan tok yuqori voltli toʻgʻrilagich 5 ga uzatiladi, bu yerdan toʻgʻrilangan (doimiy) tok elektrofiltrga oʻtadi. Tojsimon elektrodlar 8 toʻgʻrilagich 5 ning manfiy manbasiga ulanadi, choʻktiruvchi elektrodlar esa toʻgʻrilagichning musbat manbasi sifatida yerga ulanadi. Shunday qilib, elektrofiltrning elektrodlarida kuchlanishni moslashtirish orqali ular orasida kuchli elektr maydoni hosil qilinadi.



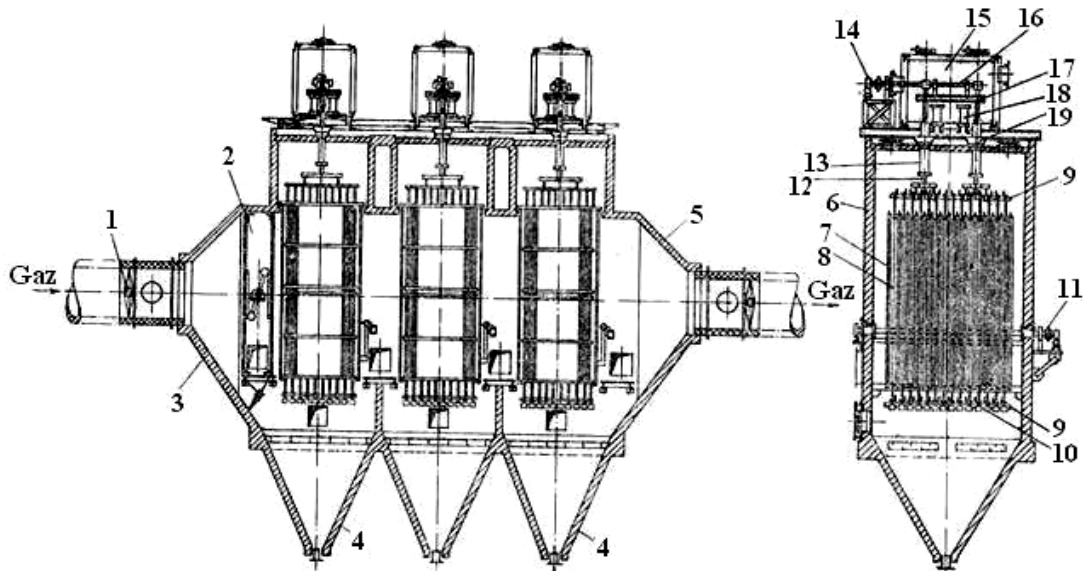
1.16-rasm. Elektrofiltrlar manbasining prinsipial elektrik sxemasi:

1-elektrolavab-uzgich; 2-elektrolavab saqlagich; 3-kuchlanishni boshqargich; 4-kuchaytiruvchi transformator; 5-voltli toʻgʻrilagich; 6-muhfazalagich (izolyator); 7-choʻktiruvchi elektrod; 8-tojsimon elektrod; 9-yerga uzatgich.

Gazlarni kuyundi changlaridan elektrik tozalash uchun asosan plastinkali (toʻrdi) choʻktiruvchi elektrodli elektrofiltrlar qoʻllaniladi. Keyingi yillarda koʻpincha OG-3 (kuyundili uch taxmonli) va OG-4 turidagi koʻp taxmonli elektrofiltrlardan foydalanish keng tarqalgan. Uch taxmonli elektrofiltr sxemasi 1.17-rasmda tasvirlangan.

Elektrofiltr korpusi 6 tashqi qismi issiqlik yoʻqolishidan muhofazalangan (izolyatsiyalangan) oʻtga chidamli betondan yoki poʻlatdan tayyorlangan. Elektrofiltrning ichki kamerasida choʻktiruvchi elektrodlar 7 bilan tojsimon elektrodlar 8 orasidan iborat uchta choʻktiruvchi qurilma – maydon joylashgan. Choʻktiruvchi elektrodlar poʻlat ramaga tortilgan 3 mm diametrli poʻlat simdan toʻqilgan toʻr

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



1.17-rasm. Gorizontol holatdagi quruq uch taxmonli plastinkali elektrofiltir konstruksiyasining sxemasi:

1-droselli klapan; 2-chayqalib turuvchi gaz taqsimlagich to‘r; 3-diffuzor (jihozning bosim oshadigan qismi); 4-bunkerlar; 5-konfuzor; 6-elektrofiltir korpusi; 7-cho‘ktiruvchi elektrod; 8-tojsimon elektrod; 9-tojsimon elektrodning 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.

Tojsimon elektrodlar – kvarsli quvur 13 lar bilan muhofaza qilinadigan, osma 12 ga biriktirilgan ustki rama 9 ga mahkamlangan bo‘ladi. Unga o‘tirib qolgan changlar maxsus mexanizm 16 bilan chayqatish orqali tushiriladi; cho‘ktiruvchi elektrodni chayqatish boshqa mexanizm – elektr harakatlantirgich 11 bilan amalga oshiriladi. Elektrodni chayqatish natijasida ularda o‘tirib qolgan changni bunker 4 ga tushiradi, u yerdan davriy yoki uzluksiz suratda chiqarib turiladi. Tozalangan gaz elektrofiltirda gorizontol tarzda, birincketin barcha cho‘ktiruvchi qurilmalardan o‘tgan holda harakatlanadi; ularning har biri, mohiyati bo‘yicha, alohida elektrofiltirlar hisoblanadi.

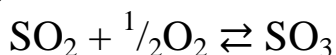
Elektrofiltrning unumdorligi gaz o'tadigan kamera ko'ndalang kesimining yuzasi bilan aniqlanadi, bu yuzaning kattaligi elektrofiltr turini belgilashda ko'rsatiladi. Masalan, OG-3-8 kuyundi elektrofiltri uchta maydon va 8 m² gaz o'tish yuzasiga ega bo'ladi. Mamlakatimizda ishlatilayotgan elektrofiltrlar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

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

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

3-§. Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish

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, tuproqlar, 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 foyzini ta'minlaydi. Sanoat sharoitida nisbatan yuqori kontaktlanish foyziga erishishni ta'minlaydigan katalizatorlardan foydalanish qulaydir, chunki oksidlanmagan SO₂ qoldiqlari absorbsiya

bo‘linmasida ushlab qolinmaydi va u chiqindi gazlari bilan birgalikda atmosferaga chiqib ketadi.

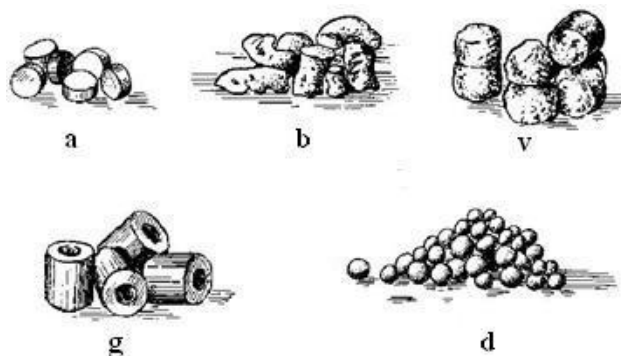
Uzoq vaqt ushbu jarayon uchun platina eng yaxshi katalizator de hisoblab kelingan, u juda mayda maydalangan holatda tolali asbestga, silikagelga yoki magniy sulfatga aralashtirib ishlatilgan. Lekin platina juda qimmatbahodir, bundan tashqari, gaz tarkibida juda oz miqdordagi mishyak, selen, xlor va boshqa qo‘shimchalarning bo‘lishi uning katalitik aktivligini 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 aktivlikka ega bo‘lgan vanadiyli katalizator esa platinali katalizatorga nisbatan ancha arzon va zararli qo‘shimchalar ta’sirida kam zaharlanadi. Respublikamizdagi sulfat kislota ishlab chiqarish zavodlarida asosan vanadiyli katalizator ishlatiladi. Sanoatda katalizator odatda kontakt massa (vanadiyli kontakt massa) deyiladi.

Sulfit angidridning oksidlanish reaksiyasi ekzotermikdir; uning issiqlik effekti, barcha kimyoviy reaksiyalardagi singari, haroratga bog‘liqdir.

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, aluminiy va vanadiylar) ning bosh harflaridan iborat. SVD so‘zi esa – sulfo-vanadat-diatomli ma’nosini anglatadi.

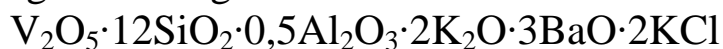
BAV kontakt massasini tayyorlash uchun kaliy vanadat (KVO_3) ning ishqoriy eritmasini suyuq shisha K_2SiO_3 bilan aralashtiriladi va $70^{\circ}C$ haroratgacha qizdirilgan holda to‘xtovsiz aralashtiriladi. Aralashtirilgan holda aralashmaga aluminiy xloridning xlorid kislotali eritmasi va bariy xloridning 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 (1.18-rasm). So‘ngra kontakt massa $60^{\circ}C$ dan (quritishning boshlanishida) $115^{\circ}C$ gacha (quritish oxirida) 30 soatdan kam bo‘lmagan vaqtda quritiladi.



1.18-rasm. Kontakt massa shakllari:

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

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



BAV massasining namligi qariyb 15% ni tashkil etadi.

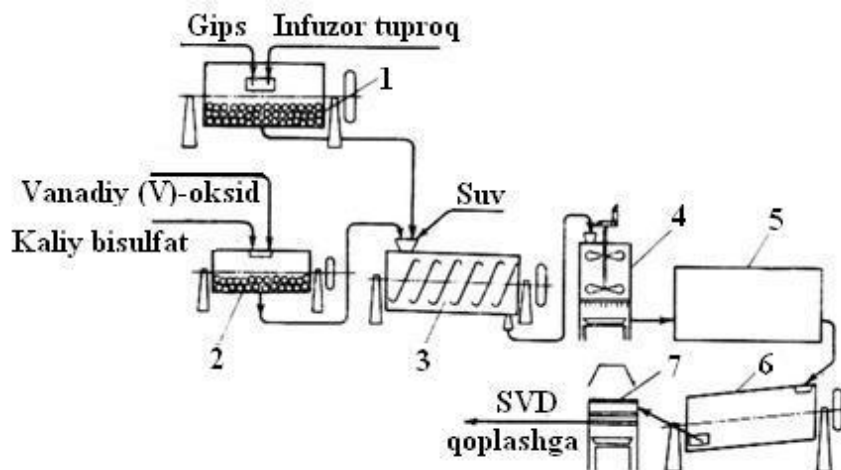
Donadorlangan BAV katalizatorining to‘kilish zichligi 450-500 g/l ni tashkil etadi. Quruq kontakt massa tarkibida V_2O_5 hisobida 7,5-8,0% vanadiy bo‘ladi. Vanadiyli kontakt massani sulfit anhidrid gazi bilan 420-440°C haroratda qayta ishlangandan keyin u sariq rangga kiradi va uning to‘kilish zichligi 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 jihozda 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 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ kiradi va u $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ tarzida aktiv

kompleks hosil qiladi. Shuning uchun bu massani sulfit anhidrid bilan to'yintirish talab etilmaydi.

SVD kontakt massasini tayyorlashning texnologik sxemasi quyidagilardan iboratdir (1.19-rasm).



1.19-rasm. SVD kontakt massasi ishlab chiqarish sxemasi:

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

Boshlang'ich materiallar: infuzor tuproq (diatomit), vanadiy(V)-oksid, gips va kaliy bisulfat – sharli tegirmonlar 1 va 2 da maydalanadi va aralashtirgich 3 ga uzatiladi, u yerga kerakli miqdordagi suv ham kiritiladi. Aralashtirgichda hosil bo'ladigan bo'tqa qoliplash mashinasi 4 ga uzatiladi, unda talab etiladigan – donador yoki halqasimon massa olinadi. Xom kontakt massa pech 5 da 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·grad). Standart sharoitlardagi (485°C harorat va 4000 soat⁻¹ hajmiy tezlikda) katalitik aktivligi – 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.

Haroratning ortishi bilan vanadiyli kontakt massa aktivligini pasayishiga olib keladigan sabablar hozircha aniqlanmagan. Faqatgina bunda haroratning ko'tarilishi natijasida kontakt massa tarkibiga kiruvchi kaliy kremnezem bilan ta'sirlashishi natijasida kaliyning bir qismi aktiv kompleks $V_2O_5 \cdot K_2S_2O_7$ tarkibidan chiqadi degan taxmini aytish mumkin. Buning natijasida kompleks buziladi, massadan vanadiy(V)-oksid ajraladi, kontakt massaning aktivligi pasayadi.

Keyingi paytlarda birmuncha termik barqaror kontakt massalar ishlab chiqarila boshlandi, ularning aktivligi $650-670^{\circ}C$ 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, aktiv 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 ortadi. Ishlab chiqarish jihozlarida vaqt o'tishi bilan vanadiyli kontakt massaning yondirish harorati ortadi, shuning uchun gaz harorati katalizatorning birinchi qatlamiga kirishda asta-sekin ortadi.

Ishlab chiqarish jihozlarida vanadiyli kontakt massa aktivligi 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 aktivligi ancha uzoq muddatgacha (10-15 yilgacha) saqlanadi. Kontakt massani tushirib olishdan oldin kontakt jihoziga 20-30 soat mobaynida $400^{\circ}C$ haroratda havo purkaladi. Massadan SO_3 to'la ajralib chiqib bo'lgandan so'ng, havoning harorati pasaytiriladi, kontakt jihozi sovutiladi va kontakt massa chiqarib olinadi. Aktivligi pasaygan vanadiyli kontakt massa uni tayyorlovchi zavodga yuboriladi va u yerda yangi katalizator tayyorlash uchun eski kontakt massadagi vanadiy(V)-oksid ajratib olinadi. Kontakt massani qisman yangilashda, kontakt jihozidagi kontakt massaning maydalangan qismi ajratib olinadi, qolgan qismi esa katalizator qatlamining o'rta qismiga solinadi. Katalizatorning birinchi va ohirgi qatlamiga yangi kontakt massa solinadi, bunda katalizatorning birinchi

qatlami past yondirish haroratiga ega bo'ladi, yuqori qatlami esa yuqori umumiy kontaktlanish darajasini ta'minlaydi.

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

Ma'lumki, kontakt massaning katalitik aktivligi katalizatorni zaharlaydigan kontakt zaharlari deb ataluvchi oz miqdordagi moddalarning ishtirokida pasayadi. Vanadiyli kontakt massa platinali katalizatorga nisbatan kontakt zaharlari ta'siriga anchagina chidamlidir, lekin shunday bo'lsada kuyundi gazi tarkibidagi qo'shimchalar ishtirokida uning aktivligi sezilarli darajada pasayadi. Vanadiyli kontakt massa aktivligini 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 aktivligi keskin pasayadi.

Suv bug'i sulfat kislota kondensatsiyalanishidan yuqori haroratda vanadiyli kontakt massa aktivligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaydi. Past haroratda esa suv bug'i va sulfat angidridan hosil bo'lgan sulfat kislota ning kondensatsiyalanishi va uning katalizatorni yemirishi natijasida kontakt massa aktivligi 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 aktivligini 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 aktivligini pasayishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun kontakt jihoziga beriladigan gaz tarkibidagi ftor yetarli darajada kam bo'lishi lozimdir.

*Qaynovchi qatlamdagi katalizator*da SO_2 ning oksidlanishi. Qaynovchi qatlamda gaz katalizator zarrachalari bilan anchagina jadal aralashadi, buning natijasida kontakt massa sirtiga SO_2 va O_2 ning yaqinlashishi kuchayadi va SO_2 oksidlanish jarayonining umumiy

tezligi, ayniqsa, kontaktlanish jarayonining boshlanishida ortadi. Qaynovchi qatlamning gidravlik qarshiligi donachalarning o'lchamiga bog'liq emas, shuning uchun qaynovchi qatlamda SO₂ ning katalitik oksidlanishida juda mayda sferik donachalar ishlatiladi, bu esa katalizatorning ichki yuzasidan to'la foydalanilishini ta'minlaydi. Jarayonning ko'rsatib o'tilgan xususiyatidan kelib chiqib, qaynovchi qatlamda katalizator sarfi, tajriba zavodi ma'lumotlariga ko'ra, taxminan 2 marta kamayishi aniqlangan.

Reaksiyaning issiqligini chiqarib olish uchun katalizatorning qaynovchi qatlamida sovutish elementlari joylashtiriladi, ular orqali gaz yoki boshqa sovutish agentlari harakatlanadi. Katalizatorning qaynovchi qatlamida sovutish elementlari sirtiga issiqlik uzatish koeffitsienti 800-1200 kJ/(m²·soat·grad) ni tashkil etadi, ya'ni bu gazdan odatdagi issiqlik almashtirgich quvurlariga issiqlik uzatish koeffitsientlariga nisbatan 8-10 marta kattadir. Qaynovchi qatlamda issiqlik chiqarilib olishining jadalligi yuqori konsentrlangan sulfitli gaz oksidlanishini katalizatorning qizib ketmasdan amalga oshirish imkoniyatini yaratadi. Qaynovchi qatlamda jadal aralashish tufayli unga kiradigan gazning harorati kontakt massani yondirish haroratidan ham past bo'lishi mumkin. Bu, ayniqsa, kontakt massaning birinchi qatlamida va yuqori konsentratsiyali sulfitli gazni oksidlashda katta amaliy ahamiyatga egadir.

Katalizatorning qaynovchi qatlamiga keladigan gazdagi ma'lum miqdordagi chang miqdori qiyinchiliklar keltirib chiqarmaydi, chunki gazning tezligi katta bo'lganligi va jadallik bilan aralashganligi sababli chang qaynovchi qatlamda ushlanib qolmaydi. Eskirgan katalizatorni chiqarib olish va yangisini solish, qaynovchi qatlamda, jarayonni to'xtatmasdan amalga oshirilishi mumkin, bu esa gazdagi kontakt zaharlari ishtirok etishiga yo'l qo'yiladigan soddalashtirilgan texnologik sxemalar bo'yicha ishlashda muhim hisoblanadi.

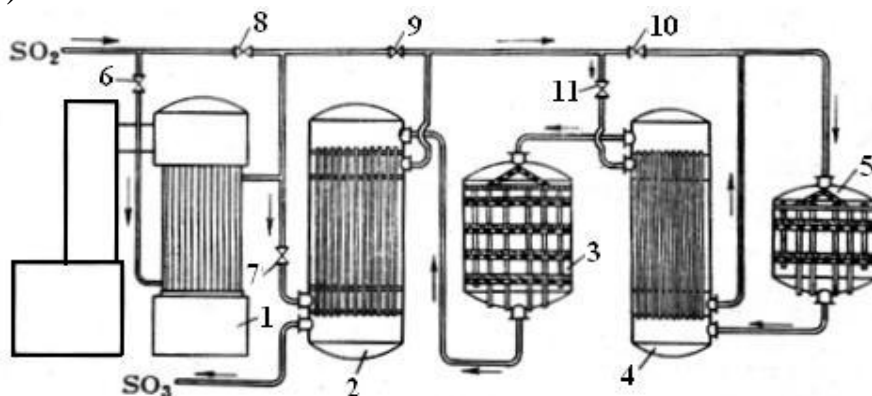
Kontakt jihozlari. Sulfit angidridni oksidlash oraliq yok ichki issiqlik almashtirgichli kontakt jihozlarida optimal sharoitga yaqinlashtirilgan sharoitlarda o'tkaziladi. Bu jihozlarda jarayonning birinchi bosqichi bir xil o'tkaziladi va jarayon kontakt massaning birinchi qatlami orqali 440°C haroratgacha qizdirilgan gaz o'tkazish, bu yerda SO₂ umumiy miqdorining 60-80% qismini oksidlashdan iboratdir. Reaksiya issiqlik ajralishi bilan borganligi sababli gazning harorati 560-600°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°C haroratgacha sovutiladi. Ko‘rsatilgan haroratdagi gaz kontakt massaning ikkinchi qatlamiga o‘tadi, u yerda SO₂ ning keyingi kontaktlanishi sodir bo‘ladi, bunda harorat yana ortadi hamda gazni yana sovutish lozim bo‘ladi va xokazo. Harorat ushbu jarayonning 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 foyzini ozgina oshiradi, lekin kontakt jihozlarini o‘rnatish va xizmat ko‘rsatishda qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

Oraliq issiqlik almashtirgichli jihozlardagi SO₂ oksidlanish jarayonini asbob-uskunalar bilan jihozlanishining eng sodda ko‘rinishi sifatida ikki uskuna bilan jihozlangan kontakt bo‘linmasini ko‘rsatish mumkin, unda kontaktlanish jarayoni ikki bosqichda amalga oshiriladi (1.20-rasm).



1.20-rasm. Oraliq issiqlik almashtirgichli va ikki bosqichli kontaktlanishli kontakt bo‘linmasining sxemasi:

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

Ishlatish bo‘linmasi (ishchi sxema) dagi rejim o‘rnatilgach tozalangan quruq gaz qizdirgich 1 dan o‘tib, birin-ketin birinchi va ikkinchi issiqlik almashtirgich 2 va 4 larning quvurlararo bo‘shlig‘idan o‘tadi, so‘ngra birinchi kontakt jihozi 5 ga keladi. Gazlar (SO₂ + SO₃)

aralashmasi bu yerdan sovutish uchun ikkinchi issiqlik almashtirgich 4 ning quvurlariga, soʻngra ikkinchi kontakt jihozi 3 ga, undan esa birinchi issiqlik almashtirgich 2 quvurlariga oʻtadi, undan keyin sulfat angidrid absorbsiya boʻlinmasiga yuboriladi. Kontakt apparatiga kirishda gazning haroratini joʻmraklar 9 va 10 yordamida toʻgʻrilanadi.

Ishga tushirish boʻlinmasi (ishga tushirish sxemasi) davrida sovuq sulfitli gaz qizdirgich 1, birinchi kontakt jihozi 5 orqali oʻtadi, soʻngra ikkinchi issiqlik almashtirgich 4 ga keladi, undan esa – gaz harakatining ishchi sxemasi bilan bir xildagi keyingi jihozlardan oʻtadi. Boʻlinmaning barcha jihozlari qizigach, qizdirgichni joʻmrak 6 orqali berkitiladi, undan keyin gazni ishchi sxema boʻyicha aylantiriladi.

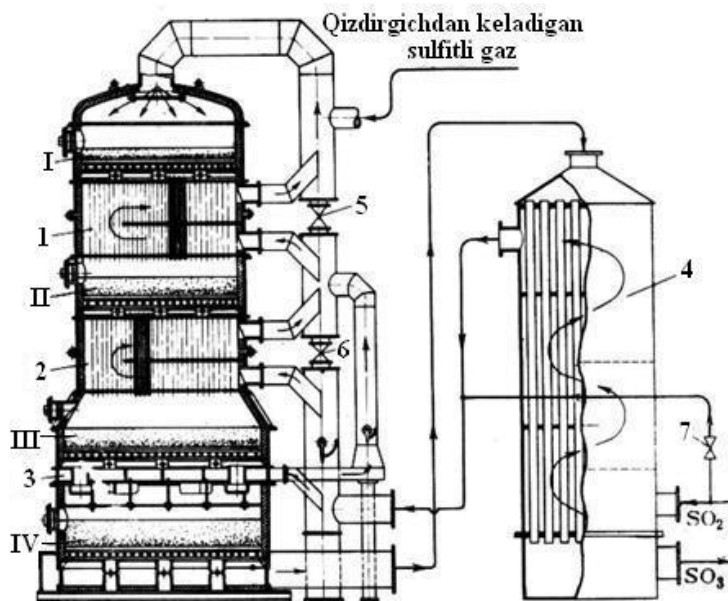
Birinchi kontakt jihozi 5 da kontakt massali ikkita tokcha boʻladi; bu yerda kontaktlanishning birinchi bosqichi ketadi. Ikkinchi kontakt jihozi 3 da kontakt massali toʻrtta tokcha joylashgan (kontaktlanishning ikkinchi bosqichi) boʻladi.

Toʻrt qatlamli ikkinchi kontakt jihoz balandligi birinchi ikki qatlamli jihozning balandligidan katta boʻladi. Ikki qatlamli kontakt jihozlarida kontaktlanish foyzi 96% ga yetadi.

Yanada yuqoriroq kontaktlanish darajasiga erishish uchun SO₂ ni oksidlash hozirgi paytda toʻrt va xattoki besh bosqichda oʻtkazilmoqda; koʻpchilik hollarda barcha bosqichlarning kontakt massalari birgina kontakt jihoziga joylashtirilgan. 1.21-rasmda ishlab chiqarishda keng qoʻllanilayotgan oraliq issiqlik almashtirgich bilan ishlaydigan toʻrt qatlamli kontakt jihozining sxemasi tasvirlangan. U pastki qismi kengaytirilgan poʻlat silindrik shakldagi korpusdan iborat, uning ichida issiqlik almashtirgichlar 1,2 va 3 boʻladi. Birinchi ikkita issiqlik almashtirgich 1 va 2 poʻlat toʻrga boʻylama oʻqi boʻyicha yaxlit tortilgan quvurlardan tayyorlangan; issiqlik almashtirgich 3 ning yuzasi birinchi va ikkinchi issiqlik almashtirgichlarga nisbatan kichik, odatda uchinchi issiqlik almashtirgich – oʻramli yoki plastinkali boʻladi. Toʻrt qatlamli kontakt jihozlari sutkasiga 60, 120 va 240 t sulfat kislotasi unumdorligiga ega boʻladi.

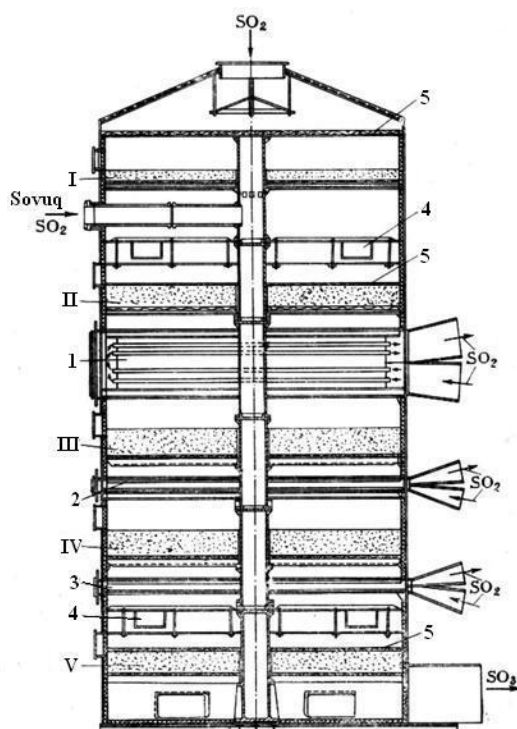
1.22-rasmda jihoz unumdorligi sutkasiga 540 t sulfat kislota boʻlgan oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozi tasvirlangan. Bu jihozda birinchi qatlam I dan soʻng gazni sovutish sovuq sulfitli gaz qoʻshish orqali amalga oshiriladi. Gaz ikkinchi, uchinchi va toʻrtinchi qatlamlar II-IV dagi kontakt massalaridan oʻtgan soʻng kontakt jihoziga mahkamlangan oraliq issiqlik almashtirgichlar 1-3 da sovutiladi.

Kontakt jihozining ichki diametri 8,5 m ni, umumiy balandligi 19,6 m ni tashkil etadi.



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

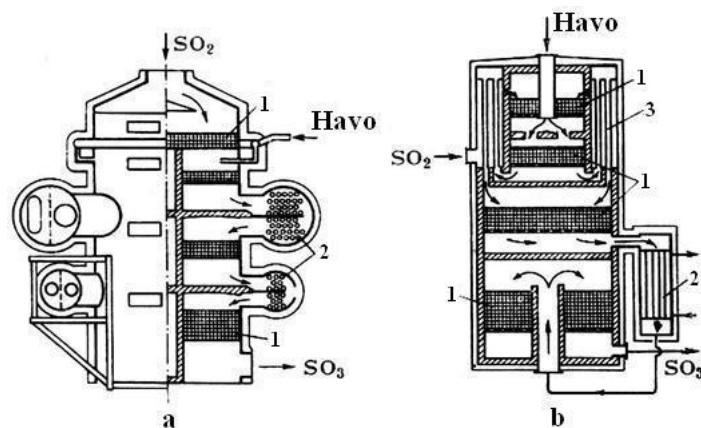
I-IV-kontakt massa qatlamlari; 1-3-oraliq issiqlik almashtirgichlar; 4-tashqi issiqlik almashtirgich; 5-7-gaz jo‘mraklari.



1.22-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).

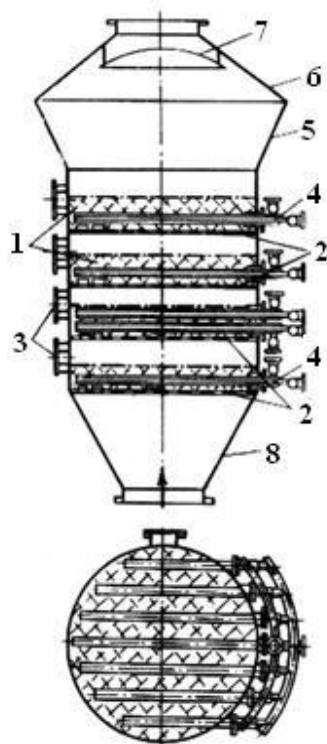
Qaynovchi qatlam pechlarida kolchedan kuydirilganda yuqori konsentratsiyali sulfid angidridli kuyundi gazi olinadi. Bu holda kontakt massaning birinchi qatlamida oksidlanish gazdagi SO_2 ning katta konsentratsiyasi (10-12%) da olib boriladi, ikkinchi qatlamdan oldin esa unga atmosfera havosi kiritish orqali SO_2 miqdori kamaytiriladi va kislorod miqdori oshiriladi (1.23-rasm). Bunday jihozda gazdagi SO_2 konsentratsiyasi kamayishi bilan bir vaqtda gazning harorati ham pasayadi, bu esa kontakt massa birinchi qatlamidan so‘ng issiqlik almashtirgich bo‘lishini istisno qiladi.



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

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

Kontakt massasi qaynovchi qatlamli kontakt jihozida (1.24-rasm), gaz, pastdan yuqoriga gaz taqsimlash to‘rlari 2 ga joylashtirilgan kontakt massa qatlamlari orqali birin-ketin o‘tadi. Reaksiyaning ortiqcha issiqligi suvli sovutgichlar 4 da chiqarib olinadi. Katalizatorning favvorali otilib chiqib ketishini oldini olish uchun jihozning yuqori qismida kengayish (diffuzor) 5, konfuzor 6 va so‘ndirgich 7 lar ham e‘tiborga olingan. Gaz tarkibida 7% SO_2 bo‘lganda kontakt massaga kirishda gazning harorati – tinch qontakt massa qatlamli jihozlardagi 440°C o‘rniga 360°C ni tashkil etadi. SO_2 konsentratsiyasining ortishi bilan gazning harorati kirishda yanada pasaytiriladi. Suvli sovutgichda issiqlik uzatish koeffitsienti – odatdagi issiqlik almashtirgichlardagi 20-40 $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad})$ o‘rniga 420-850 $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad})$ ni tashkil etadi.



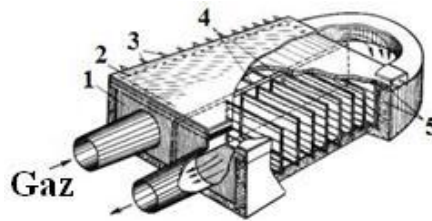
1.24-rasm. Kontakt massasi qaynovchi qatlamli kontakt jihozi:
 1-kontakt massa; 2-gaz taqsimlash to‘ri; 3-lyuklar; 4-sovutgichlar;
 5,8-diffuzorlar; 6-konfuzor; 7-so‘ndirgich.

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

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

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

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



1.25-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 foyzi 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 bilan 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

Sulfat angidridni absorbsiyalashning 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 kislota eriydi, so'ngra undagi suv bilan biriadi:



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

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

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

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

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

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

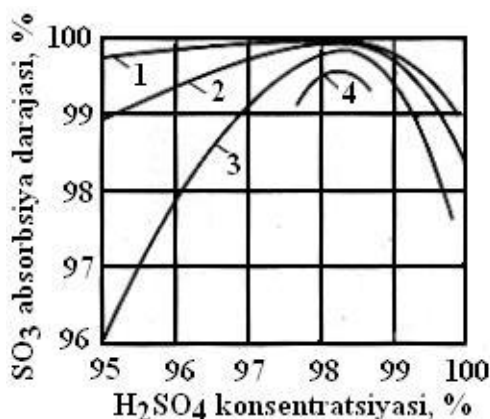
yomonlashadi. SO_3 ning to'liq absorbsiyalanishi ma'lum darajada sulfat kislota haroratiga ham bog'liqdir: harorat qanchalik past bo'lsa, absorbsiyalanish darajasi ham shunchalik yuqori bo'ladi.

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

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

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

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



1.26-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.

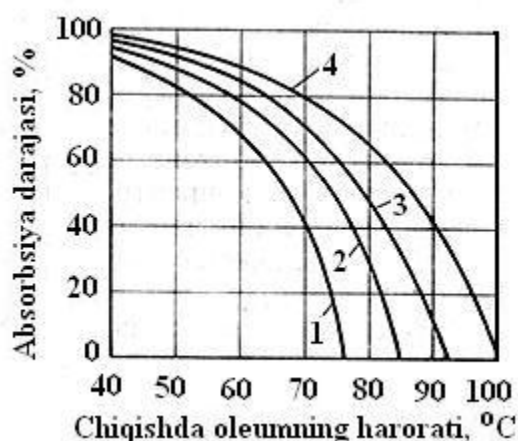
Oleumli absorberda SO₃ ni oleum bilan absorbsiyalashda ham absorbsiyaning harakatlantiruvchi kuchi kamayishi hisobiga haroratning ortishi bilan yomonlashadi. U quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta p = \frac{(p_1' - p_2') - (p_1'' - p_2'')}{2,31g \frac{p_1' - p_2'}{p_1'' - p_2''}}$$

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.).

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



1.27-rasm. Oleumli absorberda gazdagi SO₃ miqdoriga bog‘liq holdagi sulfat angidridning absorbsiyasi:

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

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.

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 angidrid 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 SO_3 va H_2O birgalikda bo'lganda (masalan, ho'l kataliz usuli bilan sulfat kislota olishdagi kabi) gaz tarkibida sulfat kislota bug'lari bo'lmaydi, chunki bunday sharoitda ular amalda to'la dissotsilanadi. Gaz suvutilganda:



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

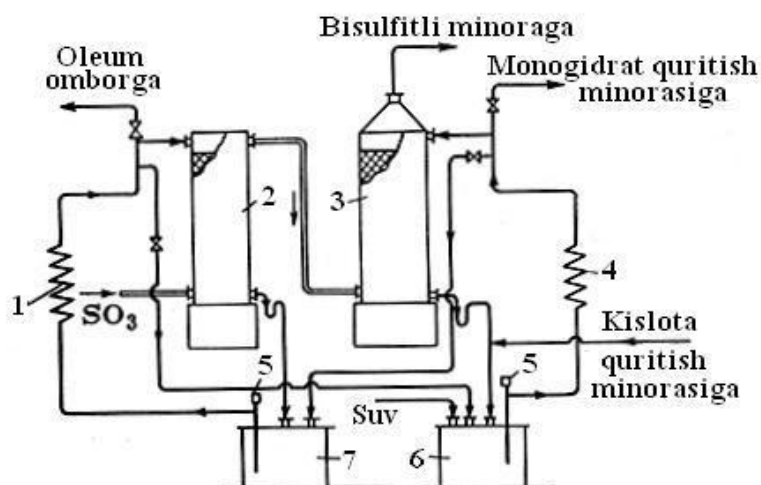
Sulfat kislota bug'larining kondensatsiyasi to'ldirgichli sug'oriladigan minoralar (skrubberlar) da, quvurli kondensatorlarda, barbotajli jihozlarda amalga oshiriladi. Ko'rsatib o'tilgan barcha jihozlardagi bu jarayonning mexanizmi bir xildir va bu tarkibida bug' tutgan gazli aralashmaning sovuq suyuqlik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

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

Sulfat kislota bug'lari absorberning to'ldirgichlari sirtida kondensatsiyalanadi. Sug'oruvchi kislota konsentratsiyasi juda past yoki ganing 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 bilan sug'oriladigan 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.

1.28-rasmda absorbsiya bo‘linmasining sxemasi tasvirlangan. Kontakt bo‘linmasidan chiqadigan gaz oleumli absorber 2 ga tushadi. Sulfat angidridni yutishi natijasida H_2SO_4 hosil bo‘lish reaksiyasining issiqligi hisobiga oleum qiziydi. Qaynoq konsentrlangan oleum absorber 2 dan yig‘gich 7 ga oqib tushadi, u yerda suyultirish uchun oz miqdordagi monogidrat qo‘shiladi. Yig‘gich 7 dan oleum sovutgich 1 orqali absorber 2 ni sug‘orishga so‘rib olinadi. Oleumning bir qismi muntazam ravishda omborga yoki kuporos moyi tayyorlashga yuboriladi.



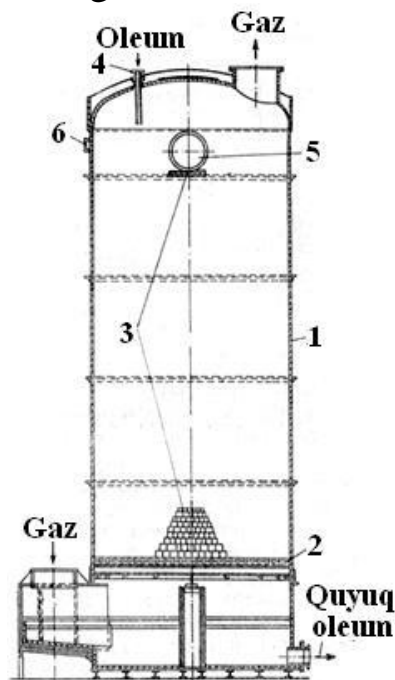
1.28-rasm. Absorbsiya bo‘linmasining sxemasi:

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

Oleumli absorber 2 dan chiqadigan gaz 98,3% li sulfat kislota (monogidrat) bilan sug‘oriladigan monogidratli absorber 3 ga keladi. Kislota sulfat angidridni yutishi natijasida qiziydi va uning kondensatsiyalanishi ortadi. Absorber 3 dan monogidrat yig‘gich 6 ga oqib tushadi, u yerda suyultirish uchun quritish minorasidan keladigan kislota yoki suv qo‘shiladi. Qaynoq kislota yig‘gich 6 dan sovutish uchun monogidratli sovutgichga uzatiladi va yana monogidratli absorber 3 ni sug‘orish uchun kelib tushadi. Monogidratning bir qismi muntazam ravishda yig‘gich 7 va quritish minorasiga uzatiladi. Monogidratli absorberdan chiqadigan gazlar ammiakli suv bilan sug‘oriladigan 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 (1.29-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.



1.29-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.

Oleumli absorberning o‘lchami va uni sug‘orish 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 sug‘orish zichligi 10-12 m² bo‘lganda absorberdagi to‘ldirgich yuzasi 600 dan 1000 m² bo‘lishi talab etiladi.

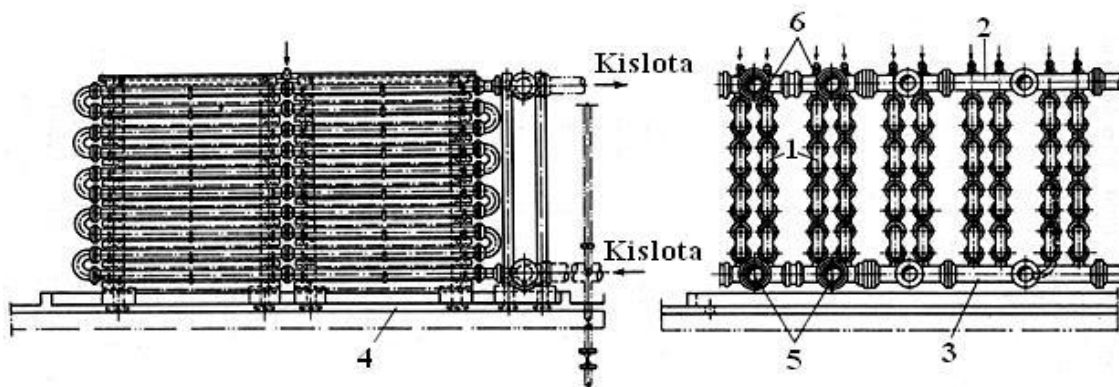
Monogidratli (ikkinchi) absorber. Bu absorber ham xuddi quritish minorasi kabi o‘rnatilgan va 98,3% li sulfat kislota bilan sug‘oriladi. Kislotaning absorberdan o‘tishi paytida sulfat angidridni yutadi, uning konsentratsiyasi 98,7-99% H_2SO_4 gacha ortadi. Monogidrat yig‘gichida kislota suv yoki quritgich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

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

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

Kislota sovutgichlari. Absorberlarda sulfat angidridni yutilishida ko'p miqdorda issiqlik ajraladi va sug'oriladigan kislotani qizib ketishiga olib keladi, uni esa sovutish lozimdir. 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 sug'orish 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.

1.30-rasmda to'rtta bo'lma 1 dan iborat va po'lat taglikka o'rnatilgan monogidratli sovutgich tasvirlangan. Har bir bo'lmada ikki vertikal qatorida parallel quvurlar bo'ladi. Quvurning yuqori qismi kollektor 2 ga, pastki qismi kollektor 3 ga mahkamlangan. Quvurlarning har bir qatorida tarnovlar bo'lib, quvur ustidan sovutuvchi suv oqadi va suv yog'och yoki beton ariqcha 4 larga va undan kanalizatsiyaga oqib tushadi.

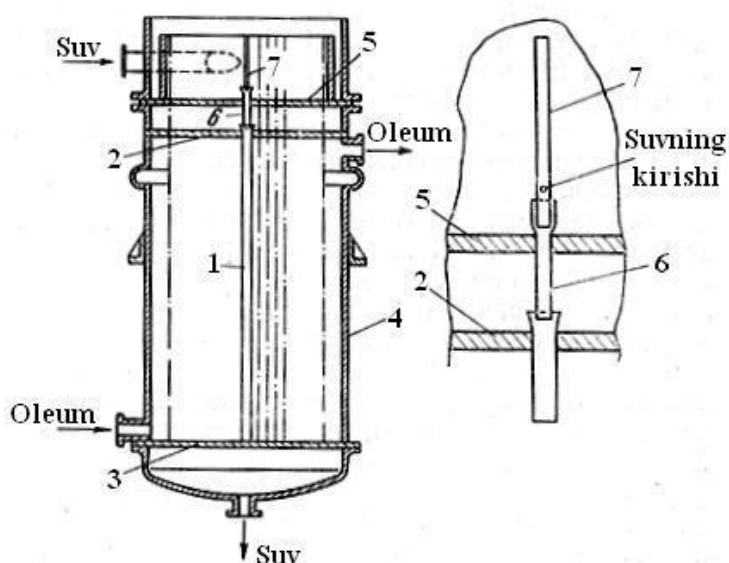


1.30-rasm. Monogidratli sovutgich:

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

Qaynoq kislota pastki kollektor 3 ga shtutser 5 orqali kelib tushadi, parallel oqimdagi quvurlar bo'yicha taqsimlanadi va yuqori kollektor 2 da shtutser 6 orqali chiqqan kislota yig'ib olinadi.

1.31-rasmda oleumni quvurniqobli sovutgichi tasvirlangan. U ajratilgan po'lat quvurlar 1, quvurlar to'rli panjarasi 2 va 3 hamda po'lat niqob 4 dan iboratdir. Oleum quvurlararo bo'shliq orqali, suv esa quvurlar orqali harakatlanadi. Oleumning suv bilan to'qnashishini oldini olish maqsadida qo'shimcha to'rli panjara 5 o'rnatiladi, ular qisqa po'lat quvurlar 6 orqali maqamlanadi.



1.31-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 kislota tashib ketishi kuzatiladi. Shuning uchun kislota aralashtirgichlar deb ataluvchi mahsus jihozlarda ehtiyotkorlik choraloriga amal qilgan holda suv bilan suyultiriladi.

Past konsentratsiyali kislota tayyorlash uchun aralashtirgichlar kislota 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'linmasining sxemasi 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	
sug'oriladigan oleumli absorber, % SO ₃ (erkin)	19±1
sug'oriladigan ktntaktli 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 aktivlikka ega va turli xil texnologik jarayonlarda sulfat kislota va oleum o'rnida ishlatiladi. Shuningdek sulfat angidrididan reaktiv sulfat kislota olinadi.

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

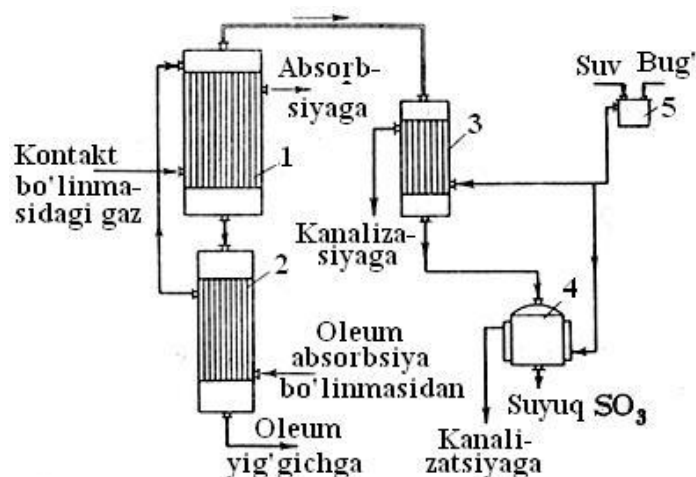
1. O'txona gazlari bilan qizdiriladigan jihozlarda odatdagi 20% li yoki yuqori konsentratsiyali oleumdan SO₃ ni haydash.

2. 100% li sulfit angidridni katalizator yordamida kislorod bilan oksidlash.

3. Kontakt bo'linmasiga keladigan gazlar issiqligidan foydalangan holda kontakt zavodlarining absorbsiya bo'linmasida aylanuvchi oleumdan SO₃ ni haydash.

1.32-rasmda kontakt zavodlarida 100% li sulfat angidrid olish uchun qurilmaning sxemasi tasvirlangan.

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



1.32-rasm. 100% li sulfat angidrid olish uchun qurilma sxemasi:
 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.

Bug'latgichdan chiqadigan sulfat angidrid miqdori kamaytirilgan qaynoq oleum issiqlik almashtirgich 2 ga tushadi, u yerda absorbsion bo'linmadan uzatilgan oleumga issiqligini uzatadi, so'ngra esa birinchi (oleumli) absorberning yig'gichiga uzatiladi, u yerda yana dastlabki konsentratsiyasigacha sulfat angidrid bilan to'yinadi. Oleumni qizdirilishidan hosil bo'ladigan gaz holatdagi sulfat angidrid kondensator 3 ga so'rib olinadi, u yerga yig'gich 4 dan suyuq SO_3 tushadi. Yig'gich suvli niqob bilan jihozlangan, unga rezervuar 5 dan qaynoq bug' bilan $30-40^\circ\text{C}$ gacha isitilgan suv keladi. Bu esa sulfat angidridning muzlashi va kristallanishidan saqlaydi. Shuni ham ta'kidlash lozimki, texnik kristall sulfat angidrid qizdirilganda u suyuqlanmasdan to'g'ridan-to'g'ri gaz holatiga aylanadi (sublimatlanadi).

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

Odatdagi sharoida texnik sulfat angidrid qotish jarayonida o'z-o'zidan polimerlanadi. Shundan so'ng uni atmosfera bosimida qizdirish orqali suyuq holatga o'tkazib bo'lmaydi, vaholangki 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 , $KCrO_2$ 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. Kontaktlanish darajasi 0,97 va absorpsiya 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 .

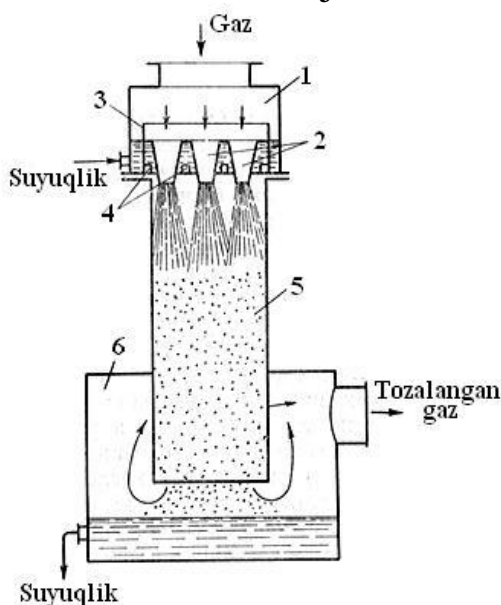
Agar bu formula bo‘yicha hisoblangan quvurning balandligi juda ham uzun bo‘lsa, u holda chiqindi gazlari qayta tozalanadi va shundan so‘ng quvur orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Absorberlardan keyin gazdan kislota tomchilarini ajratib olish uchun turli tomchi ushlagich qurilmalar o‘rnatiladi. To‘ldirgichli, ammo kislota bilan sug‘orilmaydigan 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 sug'orilmaydigan 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 korxonasi mahsuloti hisoblanishi mumkin.

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 kislotasi tomchilari ajratiladi.



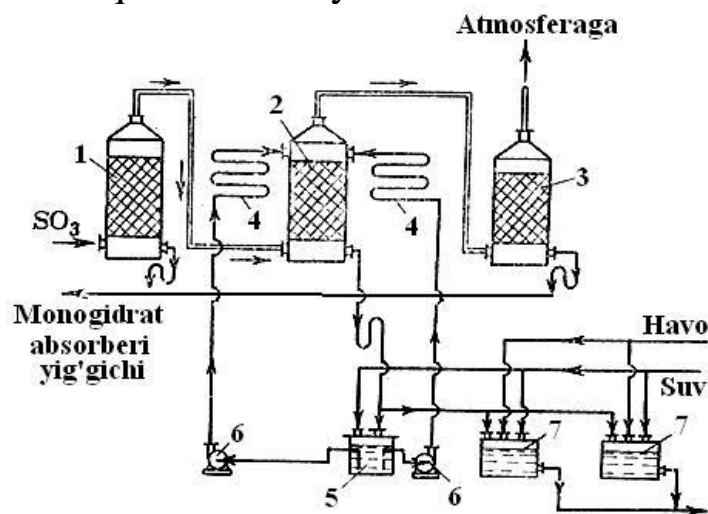
1.33-rasm. Changlatuvchi turdagi jihoz (CHTJ):

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

SO_2 ning absorbenti sifatida ammiakli suv ham ishlatiladi, lekin bunda gazdan sulfid angidridni yuttirish changlatuvchi turdagi jihoz (CHTJ) larda amalga oshiriladi (1.33-rasm). Unda konusdan 20-25 m/sek tezlikda chiqadigan suyuqlik tozalanadigan gaz oqimi bo'yicha changlatiladi.

Yuqori sifatli sulfat kislotasi olish. Sulfat kislotaning asosiy miqdori (80% dan ko'p qismi) texnik kontaktli va mineral kislotasi 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 kislotasi tarzida ishlab chiqariladi.

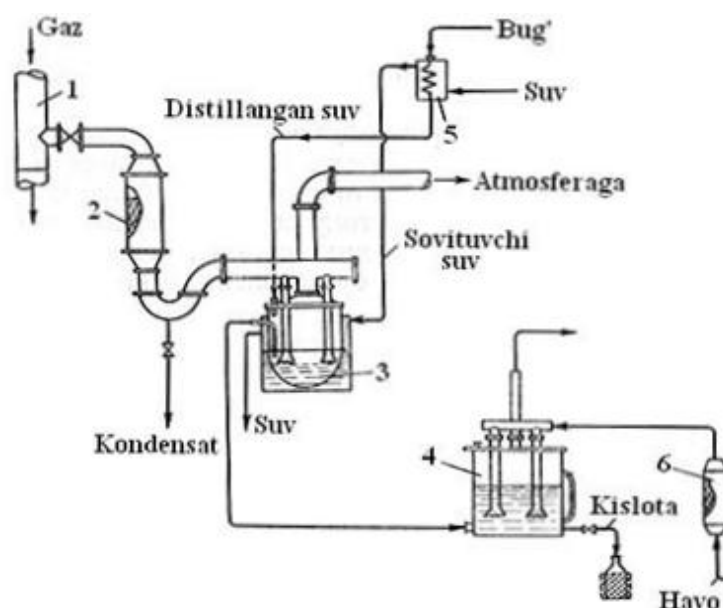
1.34-rasmda akkumulyator kislotasi ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi tasvirlangan. Bunday qurilma monogidrat absorbenri 2, ikkita tomchi ushlagich 1 va 3 (absorber boshida va oxirida) va yordamchi jihozlardan iborat aloqida absorbsiya tizimi ko‘rinishida bo‘ladi.



1.34-rasm. Akkumulyator sulfat kislotasi ishlab chiqarish sxemasi:
1,3-tomchi ushlagichlar; 2-akkumulyator kislotasi olish uchun monogidratli absorber; 4-sug‘orish sovutgichlari; 5-aylanma akkumulyator kislotasining yig‘gichi; 6-nasoslar; 7-akkumulyator kislotasini chiqarib yuborish yig‘gichlari.

Kislotaga sulfat angidridning absorbsiyalanishi natijasida kislota konsentratsiyasi ortib borishi bilan maxsus jihozda olinadigan distillangan suv bilan suyultiriladi. Akkumulyator kislotasining sifatini oshirish uchun bu qurilmalarga yuqori quvvatli sug‘orish sovutgichlari 4 o‘rnatiladi, uning quvurlarida kislota kichik tezlik bilan aralashadi, buning hisobiga quvurlarning korroziyasi sekinlashadi. Bu maqsadda sovutgich quvurlari ferrosilitsiddan tayyorlanadi, yig‘gich va oraliq idishlar esa kislotabardosh materiallar bilan himoyalaniadi.

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 (1.35-rasm). Bunday qurilmalarning barcha jihozlari kislotabardosh materiallar yoki emallangan cho‘yandan tayyorlanadi.



1.35-rasm. Reaktiv sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

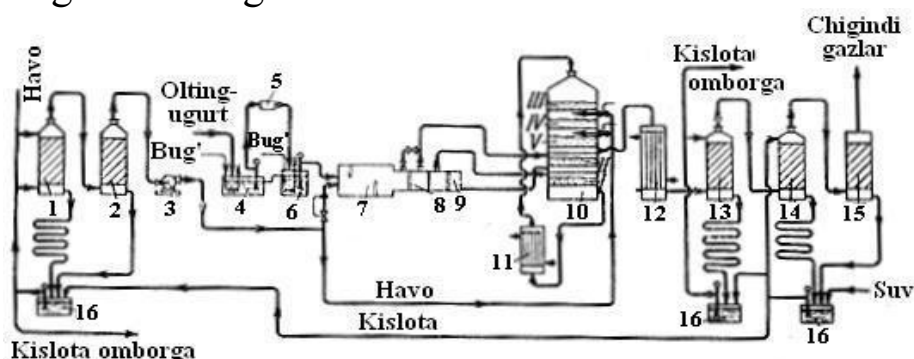
1-oleumli absorber gaz o'tkazgichi; 2-gaz filtri; 3-barbotajli absorber; 4-SO₂ purkash absorberi; 5-suv bug'i kondensatori; 6-havo filtri.

Oltinugurtdan kontakt sulfat kislota olish. Tarkibida mishyak va selen tutgan oltinugurtdan (masalan, oltinugurt 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 oltinugurtni yoqish uchun tegishli pech o'rnatilgan bo'ladi va quruq elektrofiltrlar bo'lmaydi. Ammo mishyak va selen tutmagan tabiiy oltinugurt ishlatilganda bu sxema deyarli to'la o'zgaradi. Bu holatda kuyundi gazlarini maxsus tozalash talab etilmaydi va shu sababli uning sovutilishi va yuvilishi shart emasdir.

1.36-rasmda tabiiy oltinugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Oltinugurt osti suv bug'i o'tadigan po'lat quvurlardan panjara hosil qilingan bunker-suqlantirgichga kelib tushadi. Panjaralarda oltinugurt suyuqlanadi va tindirgich 4 ga oqib tushadi, u yerda suyuq oltinugurtdagi muallaq qo'shimchalar tozalanadi. So'ngra oltinugurt nasoslar bilan filtr 5 orqali yig'gich 6 ga uzatiladi, u yerdagi nasos uni pech 7 ning forsunkasiga yo'naltiradi. Ortiqcha toza oltinugurt yig'gich 6 dan tindirgich 4 ga oqib tushadi.

Yondirish jarayoni uchun kerakli havo quritish minorasi 1 tomchi ushlagich 2 lardan o'tib pech 7 va kontakt jihozi 10 ga purkaladi. Oltinugurtni yondirish uchun pech silindrik ko'rinishdagi

himoyalangan jihoz bo‘lib, undagi yuttirish qozoni (bug‘latgich) 8 va bug‘li qizdirgich 9 uning oxiri hisoblanadi.



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

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

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

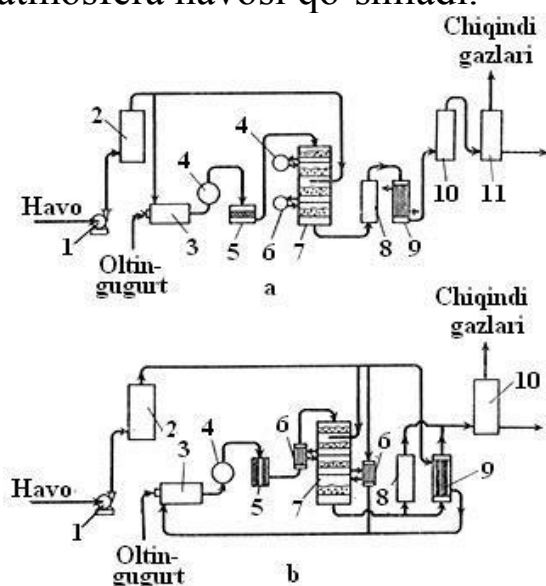
Kontakt jihozidan chiqadigan gaz angidridli sovutgich 12 da sovutiladi va oleumli 13 va monogidratli 14 absorberlardan iborat hamda tegishli qo‘shimcha jihozlari bo‘lgan absorbsiya bo‘linmasiga yuboriladi.

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

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

Tabiiy oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Monsanto» (AQSH) va «Lurgi» (Germaniya) firmalari tomonidan yaratilgan sxemalari yuqoridagi bayon etilgan sxemadan ayrim texnologik tarmoqlar va jihozlarning joylashishi jihatdan farqlanadi (1.37-rasm).

1.38-rasmda tasvirlangan sulfat kislota ishlab chiqarishning «Xemiko» sxemasi unchalik ko'p ishlatilmasada, o'zining soddaligi bilan ajralib turadi. Qattiq qo'shimchalardan filtrlangan suyuqlantirilgan oltingugurt pech 4 ning forsunkasi bilan sachratiladi va ventilyator 3 bilan uzatiladigan havo bilan aralashtirilib yondiriladi. Sulfit angidrid yuttirish qozoni 5 da sovutiladi va kontakt jihozi 6 ga keladi. Gaz haroratini pasaytirish uchun kontakt massaning birinchidan keyingi qatlamlariga sovuq atmosfera havosi qo'shiladi.

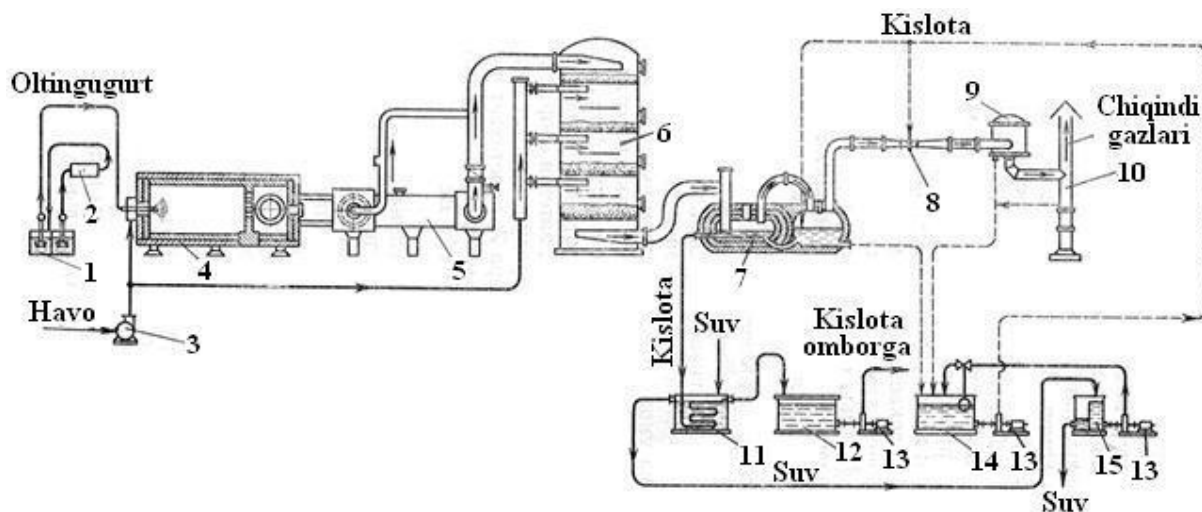


1.37-rasm. Oltingugurtdan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

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 sovuqgich; 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.

Tarkibida sulfat angidrid tutgan kontakt jihozidan chiqadigan gazlar aralashmasi ikki kameradan iborat barbotajli absorber 7 ga yuboriladi. Birinchi kamerada gazlar aralashmasi sulfat kislota qatlami orqali o‘tadi va soviydi; bunda gazdagi sulfat angidrid va suv bug‘ining asosiy qismi kondensatsiyalanib sulfat kislotaga 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.



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

1-oltinugurtning suyuqlantirgich; 2-filtr; 3-ventilyator; 4-oltinugurtning 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.

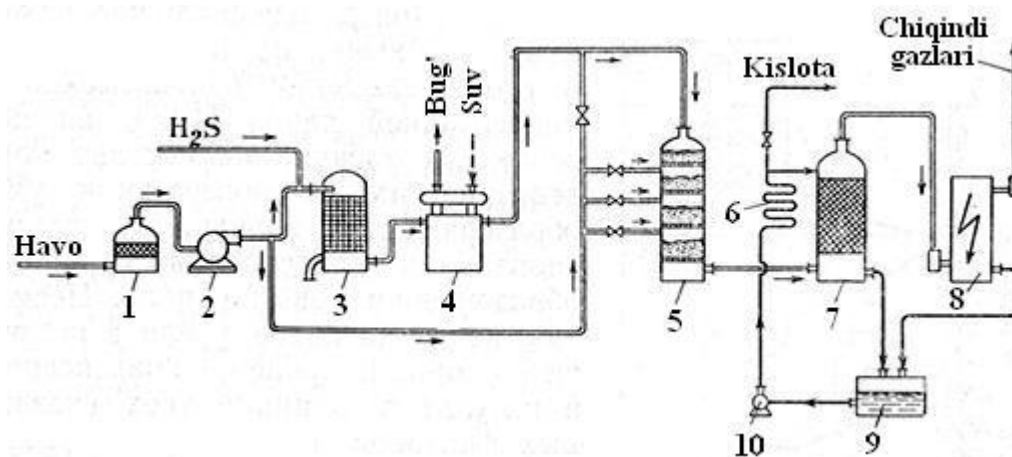
Absorberdan chiqadigan gaz Venturi quvuri 8 orqali siklon 9 ga yuboriladi. Venturi quvurida gaz yuqori tezlikda harakatlanadi va unga forsunkalar orqali sultirilgan sulfat kislota purkab turiladi. Gaz bilan suyuqlikning intensiv aralashishi natijasida sulfat kislota tomchilari yiriklashadi va siklon 9 da cho‘ktirilib kuchsiz kislota eritmasi olinadi. Siklondan chiqadigan gaz mo‘rili quvur 10 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Absorber 7 ning birinchi kameradan chiqadigan mahsulot sifatidagi 93-97% li kislota sovutgich 11 ga, so‘ngra yig‘gich 12 ga tushadi, u yerdan tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Absorber 7 ning ikkinchi kamerada yig‘iladigan kislota birinchi kameraga oqib tushadi.

Agar kerak bo'lsa uni yig'gich 14 ga uzatiladi, u yerda suv bilan suyultiriladi va Venturi quvuri 8 va absorberning ikkinchi kamerasiga beriladi.

Nam kataliz usuli bilan vodorod sulfiddan kontakt sulfat kislota olish. Nam katalizning mohiyati shundan iboratki, sulfid gazidagi SO_2 tarkibida anchagina miqdorda suv bug'lari bo'ladi, u vanadiyli katalizatorida sulfat anhidridga oksidlanadi. Gazli aralashma keyinchalik kondensatorida sovutiladi, u yerda hosil bo'ladigan sulfat kislota bug'lari kondensatsiyalanadi. Bu usul bo'yicha sulfid anhidridni sulfat anhidridga oksidlash suv bug'i ishtirokida amalga oshiriladi, shu sababli bu usul ham kataliz usuli deyiladi.

Konsentrlangan vodorod sulfiddan sulfat kislota ishlab chiqarish sxemasi 1.39-rasmda tasvirlangan. Vodorod sulfid yondirish uchun pech 3 ga ventilyator 2 orqali uzatiladigan havo bilan aralashmasi beriladi. Pechdan 1000°C haroratda chiqadigan gaz yuttirish qozoni 4 ga keladi, u yerda gaz issiqligidan bug' olish uchun foydalaniladi. 450°C haroratgacha sovutilgan gaz oraliq issiqlik almashtirgichli kontakt jihozi 5 ga uzatiladi. Kontakt massa orasidan o'tadigan gazning haroratini pasaytirish uchun unga atmosfera havosi kiritiladi.



1.39-rasm. Yuqori konsentratsiyali sulfid anhidrid 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'gichi; 10-nasos.

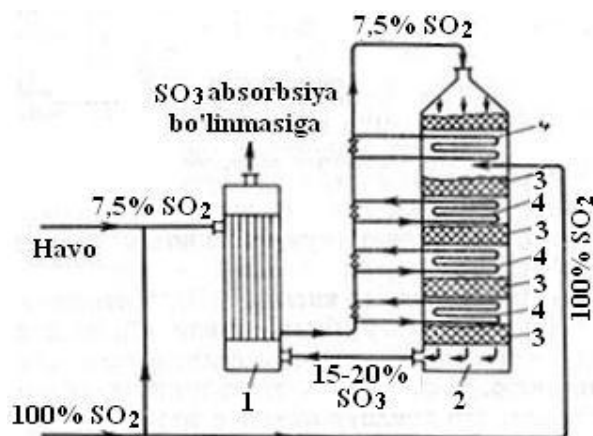
Tarkibida SO_3 va suv bug'i tutgan kontakt jihozidan chiqadigan gaz halqali to'ldirgich to'ldirilgan va sulfat kislota bilan sug'oriladigan minerali kondensator 7 ga keladi. Sug'oriladigan kislotaning harorati

minoraga kirishda 50-60^oC, minoradan chiqishda esa 80-90^oC ni tashkil etadi. Gazning sovutilishi natijasida sulfat angidrid va suv bug'idan sulfat kislota bug'lari hosil bo'ladi, so'ngra u kondensatsiyalanadi. Minora 7 ning pastki qismida gaz tezning 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 elektrofiltr 8 da kondensatsiyalantiriladi.

Konsentrlangan sulfit angidriddan kontakt 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 SO₂ ni ajratib olish jarayonidayoq gaz aktiv vanadiyli kontakt massaga zararli ta'sir etuvchi qo'shimchalardan tozalanadi.

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 sulfit angidridning optimal konsentratsiyasi 20% ni tashkil etadi. Lekin bunday aralashmani to'g'ridan-to'g'ri kontakt massaning birinchi qatlamiga berib bo'lmaydi, chunki bunda katalizatorning birdaniga qizib ketishi va uning ishdan chiqishi kuzatiladi. Kontakt massaning qizib ketishini oldini olish uchun amalda quyidagi usul ishlatiladi: 100% li sulfit angidrid ikkita bir xil oqimga ajratiladi, ulardan biriga barcha sulfit angidridni oksidlash uchun kerak bo'ladigan havo aralashtiriladi; bunda gaz aralashmasidagi SO₂ konsentratsiyasi 7,5% gacha pasayadi. Bunday gazli aralashma issiqlik almashtirgichda 440^oC gacha qizdiriladi va kontakt massasining birinchi qatlamiga uzatiladi. Bu qatlamdan chiqadigan gaz 100% li sulfit angidrid oqimi (yoki oqimning bir qismi) bilan qo'shiladi, gazlar aralashmasi 460-470^oC haroratgacha sovutiladi va kontakt massasining ikkinchi va keyingi qatlamlariga uzatiladi (1.40-rasm).



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

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

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.

Gipsdan kontakt sulfat kislota olish. Gipsdan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxemasida gipsning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan sulfit angidridning miqdori kolchedanni kuydirilishi natijasida hosil bo'ladigan sulfit angidrid miqdoridan anchagina oz bo'lganligi sababli namlash minorasi va ikkinchi bosqichdagi nam 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 etilmaydi. Bu esa texnologik jarayonni soddalashtiradi.

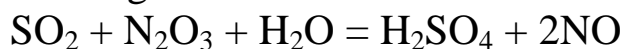
Ishlatilgan kislotalardan sulfat kislota olish. Ishlatilgan kislota tarkibida ko'p miqdordagi qo'shimchalar tutganligi uchun yaroqsizlanadi. Bunday kislotalarni parchalanadi. Ifloslangan kislota pechda 1200^oC haroratda organik birikmalar va ularning kuyundi mahsulotlari bilan parchalanadi:



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

4-§. Nitroza usulida sulfat kislota ishlab chiqarish

Nitrozali usulning mohiyati. Kuyundi gazi changdan tozalangandan soʻng, nitroza deb ataladigan azot oksidlarining sulfat kislotali eritmasi bilan qayta ishlanadi. Kuyundi gazining sulfit anhidridi nitrozaga yutiladi va soʻngra azot oksidlari bilan:



reaksiyasi boʻyicha oksidlanadi.

Hosil boʻladigan azot oksidi nitrozada yomon eriydi va shuning uchun undan ajralib chiqadi, soʻngra gaz fazasidagi kislorod bilan NO_2 gacha qisman oksidlanadi. NO va NO_2 aralashmasi yana sulfat kislotaga yuttiriladi va x.o. Nitrozali jarayonda azot oksidlari amalda sarflanmaydi va ishlab chiqarish sikliga qaytariladi. Lekin sulfat kislotaga azot oksidlarining toʻla yutilmasligi sababli uning bir qismi chiqindi gazlari bilan yoʻqotiladi; bu qaytmasdan yoʻqotiladigan oksidlarni tashkil etadi.

Nitrozali usulda sulfat kislota ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

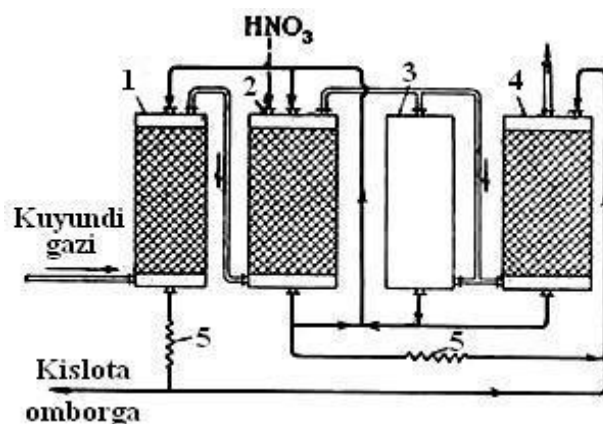
1. Sulfit anhidrid olish.
2. Sulfit anhidridning nitrozaga yutilishi.
3. Sulfit anhidridni nitroza bilan oksidlash.
4. Nitrozaning azot oksidlaridan ajratish (denitratsiya).
5. Nitrozadan ajraladigan azot oksidlarini gaz fazasida oksidlash.
6. Azot oksidlarini sulfat kislotaga yuttirish.

Ilgarilari nitrozali jarayon qoʻrgʻoshinli kameralarda amalga oshirilgan va shuning uchun kamerali usul deb atalgan. Hozirda bu usul kam unumdorli boʻlganligi uchun ishlatilmaydi; lekin ayrim chet el korxonalarida bunday kamerali usul hozirda ham qoʻllanilmoqda. Hozirda nitrozali usul boʻyicha ishlaydigan korxonalarda kameralar oʻrnida minoralar oʻrnatilgan (minorali usul).

Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologik sxemasi. Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda sulfit anhidridni qayta ishlashning barcha asosiy va oraliq jarayonlari toʻldirgichli va sulfat kislota bilan sugʻoriladigan minoralarda sodir boʻladi.

1.41-rasmda minorali usulda sulfat kislota ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Issiq kuyundi gazi kiradigan birinchi minora minoralarni sugʻoruvchi kislotadan ajratib olish vazifasini bajaradi. Bu jarayon sulfat *kislota*ning *denitratsiyasi*, minora 1 esa

denitratsiyalash minorasi deb ataladi. Bu minoradan chiqadigan denitratsiyalangan kislotaning qariyb $\frac{1}{3}$ qismi omborga tayyor mahsulot sifatida chiqariladi, qolgan qismi esa oxirgi minora 4 ga sugʻorish uchun uzatiladi.



1.41-rasm. Minorali tizimning texnologik sxemasi:

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

Denitratsiya minorasi oz miqdordagi kislota bilan sugʻorilganligi uchun u kuchli qiziydi va azot oksidlarining ajralishi taʼminlanadi. Kislotaning denitratsiyasi bilan bir paytda minora 1 da sulfat angidrid sulfat kislotaga qisman absorbsiyalanadi va azot oksidlari bilan oksidlanadi. Sodir boʻladigan jarayonlar tavsifiga koʻra birinchi minorani sxematik tarzda uchta zonaga ajratish mumkin. Quyi zonada sulfat kislotaning gaz fazasiga suv bugʻi ajratib bugʻlanishi, oʻrta zonada nitrozaning suyulishi hisobiga undan azot oksidlarining ajralishi, yuqori zonada esa quyidan chiqadigan suv bugʻining kondensatlanishi sodir boʻladi va shu tufayli kondensatlangan suv nitrozani suyultiradi hamda unda erigan SO_2 ni qisman oksidlaydi. Yuqorida bayon etilgan jarayonlarni zonalar boʻyicha qatʼiy boʻlish mumkin emas, chunki ular bir-biri bilan qisman qoʻshilib ketadi. Bu jarayonlardan tashqari, birinchi minorada gazlardan shuningdek chang qoldiqlari tutib qolinadi, arsenit va selenit angidridlari yutiladi, sulfat kislota bugʻlari kondensatsiyalanadi, sulfat kislotali tuman hosil boʻlishi sodir boʻladi va xokazo.

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

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% i) hosil bo‘ladi, shuning uchun uni mahsulot minorasi deyiladi. Kislota hosil bo‘lish jarayoni minora 2 ning 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 sug‘oriladigan nitrozaga yutiladi, ammo uning asosiy qismi gaz oqimi bilan oksidlash minorasi 3 ga 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.

Minora 3 da 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 minora 4 ga keladi, u yerda minorani sug‘oruvchi 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 minoralari sug‘oriladigan kislota qiziydi va ularni sug‘orishga 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‘rni to‘ldirish uchun mahsulot minorasi 2 ga nitrat kislotasi beriladi. Sulfat kislota hosil bo‘lishi uchun kerakli suv denitratsiya va mahsulot minoralari 1 va 2 ga kiritiladi.

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

past konsentratsiyali kislota ishlatiladi, nitroza tarkibida esa oz miqdordagi azot oksidlari bo‘ladi va xokazo.

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:

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

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_{O₂}, p_{NO₂} – 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‘shoksidga (rangsiz gaz) aylanadi:



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi:

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

haroratga bog‘liq holda:

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

tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda: p_{NO₂}, p_{N₂O₄} – gaz fazasidagi NO₂ va N₂O₄ ning parsial bosimi, atm.

Nitroza jarayonida gaz fazasidagi azot oksidlarining umumiy miqdori 15% dan oshmaydi, NO ning oksidlanish darajasi juda kam hollarda 0,5 dan ortadi. Shuning uchun nitroza jarayonida gaz fazasidagi N₂O₄ miqdori juda kam bo‘ladi.

Sulfat kislota bilan azot dioksiddan nitrozilsulfat kislota va nitrat kislota hosil bo‘ladi:



Nitrit angidrid N_2O_3 xona haroratida gaz holatida bo‘ladi; bu gaz faqat yuqori bosimdagina barqaror bo‘ladi. 25°C harorat va $1,01 \cdot 10^5 \text{ n/m}^3$ (760 mm.sim.ust.) bosimida ekvimolekulyar azot oksidlari aralashmasi ($\text{NO} + \text{NO}_2$) ning atigi 10,5% qismigina N_2O_3 tarzida bo‘ladi. $3,5^\circ\text{C}$ haroratda siqilganda havorang-ko‘k rangli suyuqlikka aylanadi, u ham tez parchalanadi.

Nitrit angidrid 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:

$$K_p = \frac{P_{\text{NO}} P_{\text{NO}_2}}{P_{\text{N}_2\text{O}_3}}$$

tenglama bilan aniqlanadi.

N_2O_3 sulfat kislota bilan nitrozilsulfat kislota hosil qiladi:

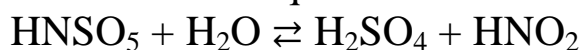


Nitrozaning xossalari. Texnikada azot oksidlari (N_2O_3) ning sulfat kislota suvli eritmasida eritilishidan hosil qilingan sistema nitroza deb yuritiladi. Sulfat kislota eritilgan azot oksidlari ularning oksidlanish darajasiga muvofiq holda nitrozilsulfat kislota yoki nitrozilsulfat va nitrat kislotalar aralashmasini hosil qiladi.

Nitrozilsulfat kislota rangsiz kristall modda bo‘lib, 73°C haroratda suyuqlanadi. Nam atmosfera havosi bilan to‘qnashganda o‘z-o‘zidan suyuqlanadi.

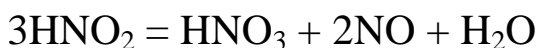
Bir xil konsentratsiyali boshlang‘ich sulfat kislota undagi N_2O_3 miqdori ortishi bilan nitroza jarayonida ishlatiladigan nitrozaning kristallanish harorati ortadi.

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:



Nitroza jarayonida boshlang'ich sulfat kislota, ya'ni kislota barcha azot oksidlari chiqarib yuborilgandagi konsentratsiyasi muhim ahamiyatga egadir. Nitrozadagi H_2SO_4 va N_2O_3 miqdorini bilgan holda bu konsentratsiya quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$A = \frac{100N}{100 - 0,6B}$$

bu yerda: A – boshlang'ich kislota H_2SO_4 miqdori, %; N – analiz natijasiga ko'ra nitrozadagi H_2SO_4 miqdori, %; B – analiz natijasiga ko'ra nitrozadagi N_2O_3 miqdori (HNO_3 hisobida), %

NO ning sulfat kislota suvli eritmasidagi eruvchanligi juda kamdir. NO ning nitrozadagi eruvchanligi suvsiz sulfat kislota qaraganda birmuncha ko'pdir; u nitrozilsulfat kislota va sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi va haroratning ortishi bilan kamayadi.

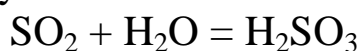
N_2O_3 ning sulfat kislota suvli eritmasidagi eruvchanligi azot oksidlarining bosimiga proporsionaldir va harorat ko'tarilishi bilan kamayadi.

Nitrozilsulfat va nitrat kislota aralashmasi eritmasi ustidagi azot oksidlarining parsial bosimi HNO_3 konsentratsiyasi ortishi bilan ortadi. Aralashma ustidagi azot oksidlarining bosimi nitrozilsulfat kislota eritmasi va nitrat kislota eritmasi alohida-alohida bo'lgandagiga nisbatan nitrozalanish bir xil bo'lganda ham yuqori bo'ladi.

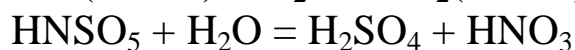
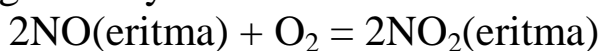
Nitrozaning qovushqoqligi nitrozilsulfat kislota miqdori ko'payishi bilan ortadi va haroratning ortishi bilan kamayadi.

Sulfit angidridning nitroza bilan oksidlanishi. Nitroza jarayoida sulfat kislota hosil bo'lishini quyidagi sxemalar orqali ifodalanishi mumkin:

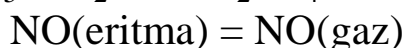
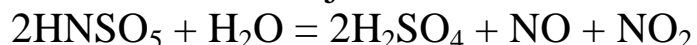
- gazning suyuqlikka yutilishi:



- suyuq fazadagi reaksiyalar:



- suyuq fazadan azot oksidini ajratish



SO₂ 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 minorasi sug'oriladigan kislotaldagi 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.

Gazdagi SO₂ miqdori ortishi bilan SO₂ oksidlanish tezligining ortishi va kislotalda kam eriydigan NO hosil bo'lishi hisobiga denitratsiya tezligi ortadi (1-3 egri chiziqlar). Gazdagi kislorod miqdorining ortishi bilan denitratsiya jarayoni birmuncha sekinlashadi (4-6 egri chiziqlar), chunki NO kislorod bilan NO₂ gacha oksidlanadi va bunda hosil bo'ladigan azot oksidlarining aralashmasi sulfat kislotalda yaxshi eriydi.

Gaz fazada azot oksidlarining kislorod bilan oksidlanishi. Azot oksidlari sulfat kislotalga 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:

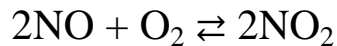
$$K_p = \frac{P_{\text{NO}}^2 P_{\text{O}_2}}{P_{\text{NO}_2}^2} = P \frac{(1-X)^2 (n-mX)}{X^2 (1-mX)}$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerda: p_{NO} , p_{O_2} , p_{NO_2} – gaz fazasidagi NO, O₂ va NO₂ ning parsial bosimi, atm; R – 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:

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

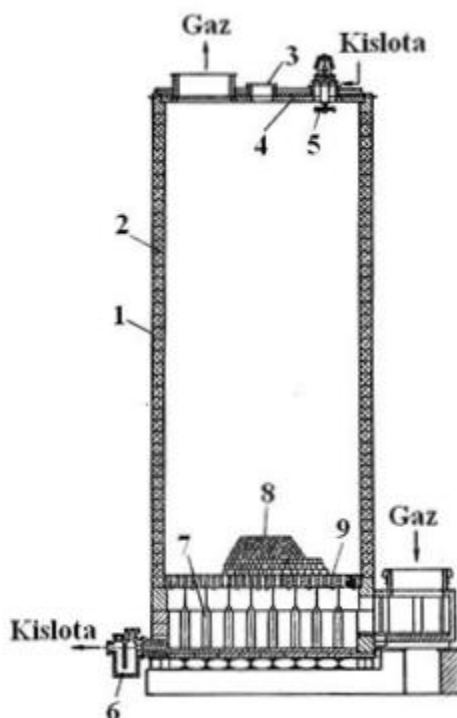
tenglama bo'yicha topilishi mumkin. Bu yerda: k – NO ning oksidlanish reaksiyasi tezlik konstantasi.

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.



1.42-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.

Barcha minoralar – po‘latdan tayyorlangan, ichki qismi andezit, beshtaunit yoki sopol bilan himoyalangan bo‘ladi. 1.42-rasmda halqa shaklidagi to‘ldirgichli niqoblangan po‘lat minora tasvirlangan. Pastki kolosnik (to‘ldirgichni tutib turuvchi panjara) osti qismidagi niqob qalinligi 300 dan 450 mm gacha, kolosnikli panjara ustki qismida esa – 120 mm dan 250 mm gacha bo‘ladi. Denitratsiya va mahsulot minoralaridagi niqob boshqa minorali tizimlardagiga nisbatan katta qalinlikda bo‘ladi, chunki ularga nisbatan yuqori haroratli gaz keladi. Minora tomi armaturali kislotabardosh betondan tayyorlanadi.

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);

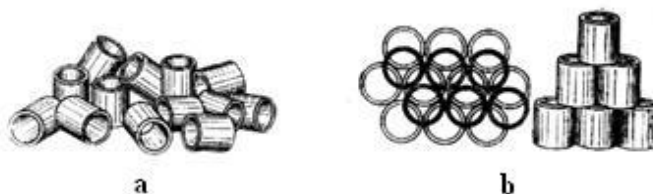
2) erkin hajmi to'ldirgich 1 m³ hajmdagi to'ldirgichning gaz o'tadigan bo'shliq hajmi (m³/m³ da); bu ko'rsatkich to'ldirgichning gidravlik qarshiligini aniqlaydi;

3) hajmiy massa (kg/m³ da);

4) kislota bardoshi;

5) arzonligi.

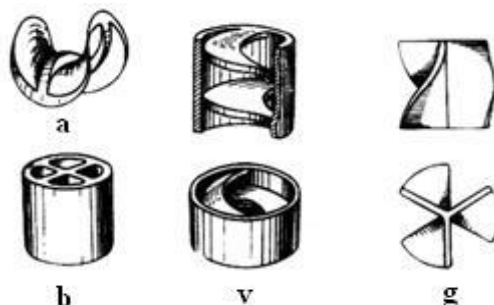
1.43- va 1.44-rasmlarda sulfat kislota sanoatlarida qo'llanilayotgan to'ldirgichlar turlari tasvirlangan.



1.43-rasm. Minoralarning halqali to'ldirgichi:

a – to'kib qo'yilgan; b – taxlangan.

Minoraning to'ldirgich to'ldirilgan balandligi H ning uning ichki diametri D ga nisbati (H/D) 2-3 dan kam bo'lmasligi va 6-8 dan katta bo'lmasligi lozimdir. H/D nisbat kichik yoki katta bo'lganda sug'oriladigan suyuqlik to'ldirgichni bir xilda namlamaganligi sababli ko'pincha absorbsiyani kerakli darajada to'la amalga oshirilishiga erishib bo'lmaydi.



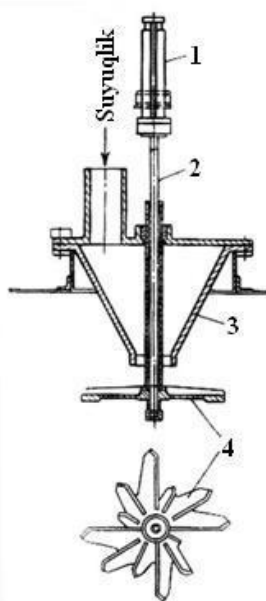
1.44-rasm. Har xil shakldagi keramik to'ldirgichlar:

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

Suyuqliklarni uzatish uchun taqsimlash qurilmalari. Minoralarning, shuningdek, barcha minerali tizimning normal ishlashi nafaqat sugʻoriladigan kislota miqdoriga, balki minora koʻndalang kesimi boʻyicha kislotaning bir xilda taqsimlanishiga ham bogʻliqdir.

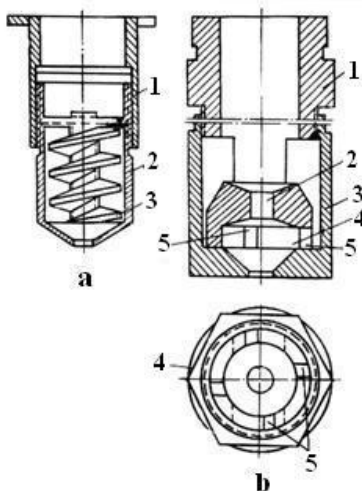
Minoraning koʻndalang kesimi boʻyicha sugʻoriladigan kislotani taqsimlash uchun juda koʻp turdagi qurilmalar ishlatiladi.

Zamonaviy korxonalarda minora tomining markaziga oʻrnatiladigan markazdan qochma sachratqichlar keng koʻlamda ishlatilmoqda (1.45-rasm).



1.45-rasm. Markazdan qochma sachratqich:

1-aylanma harakatlantirgich; 2-val; 3-kislota uchun kamera; 4-parrakli taqsimlagich.

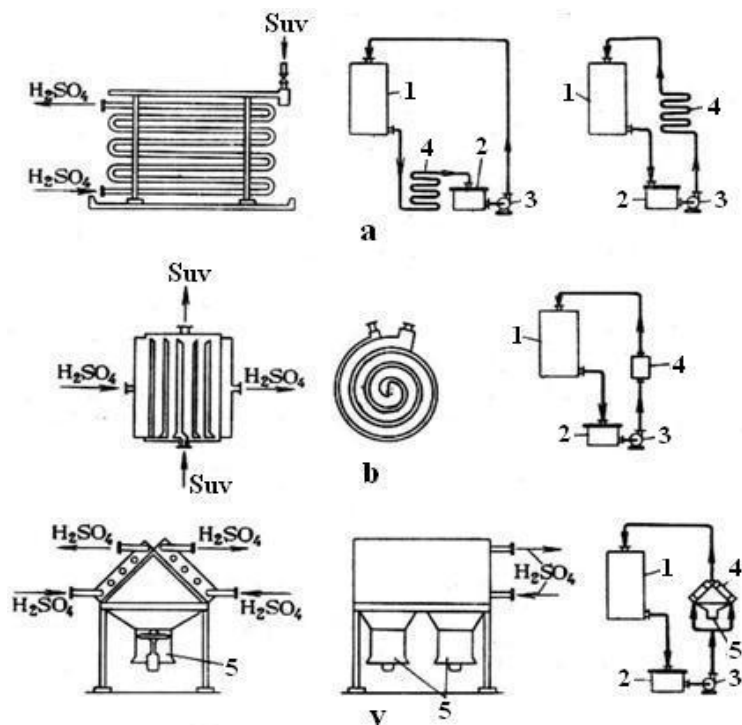


1.46-rasm. Mexanik forsunkalar:

a: 1-stakan; 2-korpus; 3-vint

b: 1-vkladish; 2-vkladishning markaziy teshigi; 3-forsunka korpusi; 4-aralashish kamerasi; 5-vkladish chambaragining kesimi.

Keyingi yillarda nitrozali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda mineralarni sugʻorish uchun mexanik forsunkalar juda keng miqyosda ishlatilmoqda. Ularning asosiy afzalligi shundaki, qurilmalar sodda ishlangan va kislota bir xilda taqsimlanadi. 1.46-rasmda ichki qismi boʻsh mineralarda suyuqlikni sachratuvchi mexanik forsunkalarning ikki turi tasvirlangan.



1.47-rasm. Kislota sovutgichlari:

a – sugʻoruvchi; b – spiralli; v – havoli
1-minora; 2-yigʻich; 3-nasos; 4-sovutgich; 5-havo ventilyatori.

Kislota sovutgichlari. Sulfat kislota ishlab chiqarishda koʻp miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi, uni samarali ajratib olish sanoat sharoitida muhim ahamiyatga egadir. Kontakt va nitroza jarayonlari asosiy boʻlimlarining harorat rejimi kislota sovutgichlarining ishi bilan belgilanadi.

Sulfat kislota ishlab chiqarish sanoatlarida turli xildagi: koʻtarma, sugʻorish, quvurli va boshqa kislota sovutgichlari ishlatiladi. 1.47-rasmda bunday sovutgichlarning sxemalari koʻrsatilgan.

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 bir 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 sug'oriladigan kislotaga absorbsiyasi bilan bir vaqtda sodir bo'ladi. Absorbsiya minorasida azot oksidlarining yutilishi ularning oksidlanishi bilan birgalikda amalga oshadi.

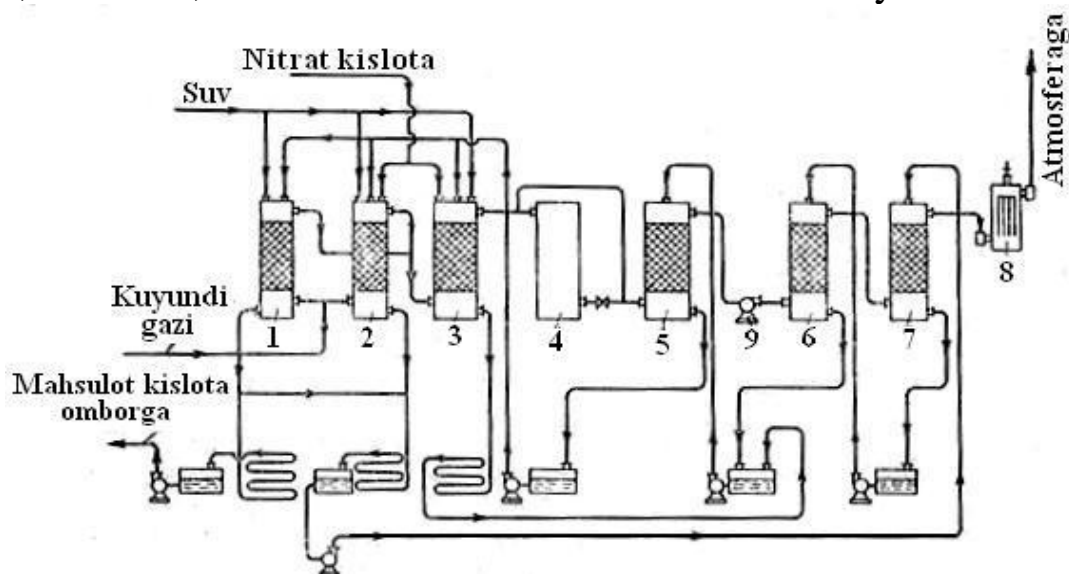
Minorali jarayon nafaqat beshta, balki undan ko'p yoki oz sondagi minoralarda ham o'tkazilishi mumkin. Masalan, oltitadan, yettitadan va xattoki sakkiztadan minoralari bo'lgan minorali tizimlar mavjuddir. Nazariy jihatdan olganda sulfit angidridni qayta ishlashning nitrozali jarayoni bitta minorada yakunlanadigan minorali tizimlarni barpo qilish mumkin. Minoralar soni ortib borishi bilan tizimning texnologik tartibi (rejimi) ancha barqaror holatga keladi, chunki bitta minorada uning buzilishini osonlik bilan oldi olinadi. Tizimda minora qanchalik kam bo'lsa, unda shunchalik doimiy texnologik rejimni o'rnatish qiyin kechadi.

Nitrozali jarayonni o'rganish hamda avtomatik nazorat va boshqarishni kiritish orqali tizimdagi minoralar soni birin-ketin kamaytirila boshlandi. Lekin nitrozali jarayon jadalligining oshishida minoralar miqdorini kamaytirish hamma vaqt ham o'zini oqlamaydi. Minorali tizim jadalligi (kg/m^3 da) barcha minoralar hajm yig'indisining birligida sutkasiga olinadigan sulfat kislotasi (100% H_2SO_4 hisobidagi) miqdori bilan tavsiflanadi. Shuning uchun qayta jihozlanayotgan minorali tizimlarda yuqori jadallikka va nitrat kislotasini kam sarflanishiga erishish uchun yettita minora, tizim oxirida esa – chiqindi gazlaridan sulfat kislotasini ushlab qolish uchun elektrofiltr o'rnatish ko'zda tutilgan (1.48-rasm).

Qaynoq kuyundi gazi parallel holatda birinchi mahsulot minorasi hisoblangan ikkita bir xil minora – denitrator 1 va konsentrator 2 ga keladi. Bu minoralardan chiqadigan gazlar bitta umumiy oqimga qo'shiladi va ikkinchi mahsulot minorasi 3 ga yuboriladi. Shundan keyin

gaz oksidlovchi hajm – minora 4 va uchta absorbsiya minoralari 5-7 dan o‘tadi.

Gaz oxirgi absorbsiya minorasi 7 dan sulfat kislotasi tomchilari va bug‘larini tutib qolish uchun siklon – tochi ushlagichga yoki elektrofiltr 8 ga 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, minora 1-5 lar vakuum ostida, minora 6,7 lar va elektrofiltr 8 bosim ostida ishlaydi.



1.48-rasm. Zamonaviy yetti minorali tizim sxemasi:

1-denitratsiya minorasi (denitrator); 2-birinchi mahsulot minorasi (konsentrat); 3-ikkinchi mahsulot minorasi; 4-ichki qismi bo‘sh oksidlash minorasi (oksidlash hajmi); 5–7-absorbsiya minoralari (absorberlar); 8-elektrofiltr; 9-chiqindi gaz ventilyatori.

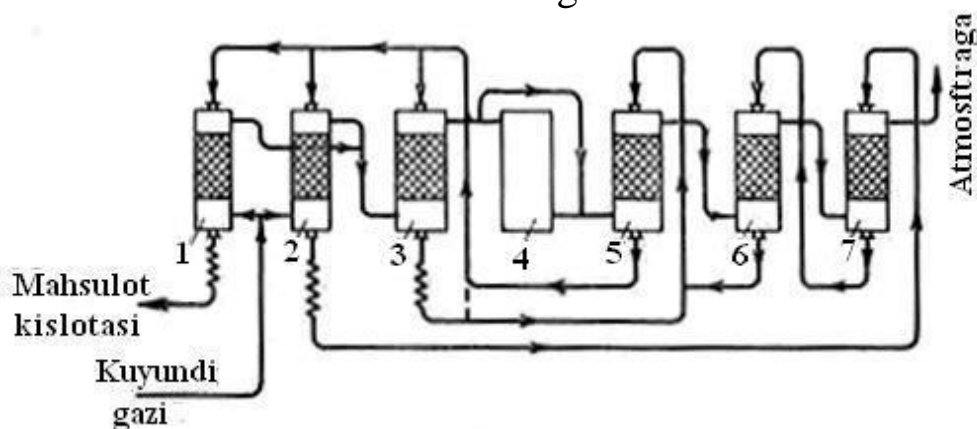
Tizimning boshida qo‘shimcha minora o‘rnatish, ulardan biri (minora 1) da azot oksidlari miqdori minimal (0,03%) bo‘lgan mahsulot sulfat kislotasi, ikkinchisi mahsulot minorasi 2 da esa – oxirgi absorbsiya minorasi 7 ni sug‘orish uchun beriladigan nisbatan kam denirolangan (0,5% gacha azot oksidlari bo‘lgan) sulfat kislotasi olish imkoniyatini yaratadi. Absorbsiya minorasi 7 ni sug‘orishga beriladigan kislotada 0,5% gacha azot oksidlarining bo‘lishi, unda azot oksidlarining absorbsiyalanishiga sezilarli darajada ta‘sir ko‘rsatmaydi, kislotasi miqdori esa talab etiladigan minorani sug‘orish zichligini hosil qilish uchun yetarlidir. Bundan tashqari, ikkinchi mahsulot minorasi kislotasining konsentratsiyasi birinchi minoranikiga nisbatan yuqori

bo'ldi. Ma'lumki, H_2SO_4 konsentratsiyasining ortishi bilan minorali tizim oxiridagi azot oksidlarining absorbsiyasi yaxshilanadi.

Keltirilgan sxema bo'yicha ikkinchi mahsulot minorasi 3 da SO_2 ning oksidlanishi yuqori tezlikda sodir bo'ldi, chunki bu minora konsentrlangan nitroza bilan sug'oriladi. Tizim oxirida qo'shimcha absorbsiya minorasi 7 ning o'rnatilishi, asosan sanitar va ekologik talablar bo'yicha chiqindi gazlarini azot oksidlaridan yetarlicha tozalash imkoniyatini yaratadi. Shuning uchun bu minorani *sanitar minora* deb ham ataladi.

Sug'orish sxemasi. Sug'orishning umumiy sxemasi, ya'ni minoralar bo'yicha kislotaning uzatilishi tizimning texnologik rejimiga va minoralar miqdoriga bog'liqdir.

Etti minorali (ichki qismi bo'sh bo'lgan oksidlash minorasi bilan) sug'orish sxemasi 1.49-rasmda ko'rsatilgan.



1.49-rasm. Yetti minorali tizimdagi sug'orish sxemasi
(minoralarni belgilash 1.48-rasmdagi kabidir).

Ikkala (1.48- va 1.49-rasmlar) sxemada ham konsentrlangan va denitrolangan sulfat kislota minora-konsentratör 2 dan oxirgi absorbsiya minorasi 7 ni sug'orishga uzatiladi, buning natijasida azot oksidlarining yuqori darajada yutilishi ta'minlanadi. Maksimal miqdordagi azot oksidlari tutgan kislota (minora 5 dan) mahsulot minoralari 2 va 3 ni sug'oradi, bu sulfit angidrid oksidlanishini yuqori tezlikda borishini ta'minlaydi.

Agar mahsulot minorasi 2 dan keladigan kislota miqdori oxirgi absorbsiya minorasi to'ldirgichlarini to'la namlash uchun yetarli bo'lmasa, absorber 7 dan chiqadigan kislotaning bir qismi uni o'zini

sugʻorishga qaytariladi, yaʼni oxirgi absorbsiya minorasi qisman «oʻz-oʻzini» sugʻoradi.

Sugʻorish zichligi. Elektroenergiyani iqtisod qilish uchun sugʻorish zichligi minimal boʻlishi, lekin toʻldirgichlarni toʻla namlash uchun yetarli boʻlishi kerak. Kerakli darajadagi minimal sugʻorish zichligini toʻldirgich sirt yuzasidan va bu yuzani namlaydigan kislotalar plenikasi qalinligidan kelib chiqib hisoblash mumkin. Laboratoriya maʼlumotlariga koʻra, minimal sugʻorish zichligi $3-4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ ni tashkil etadi. Sanoat sharoitida sugʻorish zichligi birmuncha kattadir – $10-15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{soat})$ ni tashkil qiladi, chunki hozirda qoʻllanilayotgan kislotalar sachratqichlari minoraning barcha koʻndalang kesimi boʻyicha kislotani bir xilda tekis taqsimlanishini taʼminlay olmaydi, sugʻorish zichligi ortishi bilan esa kislotaning bir xilda taqsimlanmasligi kamayadi. Bundan tashqari, ortiqcha sugʻorish zichligi mahsulot zonasida unga yetarlicha miqdordagi azot oksidlari berilishiga olib keladi.

Sugʻorish zichligi juda katta boʻlganda mineralarning «tiqilib qolishi» kuzatiladi – toʻldirgichda gazning oʻtishi uchun erkin boʻshliq shunchalik kamayadi, bu esa suyuqlik qatlami orasidan gazning koʻpchilik chiqishiga olib keladi.

Sugʻorish zichligidan tashqari, sugʻorish takroriyliги termini ham ishlatiladi. Sugʻorish takroriyliги deganda barcha mineralar sugʻoriladigan kislotaning umumiy miqdorini tayyor mahsulot miqdoriga nisbati tushuniladi. Sugʻorish qaytaligi moddiy balans maʼlumotlari boʻyicha aniqlanadi va u odatda 30-50 ni tashkil etadi. Bir xil sugʻorish zichligida tizim qanchalik jadallik bilan ishlasa, sugʻorish takroriyliги shunchalik kam boʻladi. Jadalligi kam tizimlarda sugʻorish zichligini yetarlicha hosil qilish uchun uning takroriyliги, minorani qisman «oʻz-oʻzini» sugʻorishi orqali oshiriladi.

Sugʻoriladigan kislotalar konsentratsiyasi. 1.49-rasmdan koʻrinadiki, mineralarni sugʻoradigan kislotalar bitta umumiy siklda aylanadi: absorbsiya minorasidan kislotalar mahsulot minorasini sugʻorishga yuboriladi, soʻngra kislotaning bir qismi oxirgi absorbsiya minorasini sugʻorishga, qolgan qismi esa tayyor mahsulot omboriga yuboriladi. Shuning uchun mineral kislotaning konsentratsiyasini tanlash nafaqat texnologik omillar orqali, balki kislotalar isteʼmolchilari talabiga, uni tashish sharoitlariga va boshqalarga qarab aniqlanadi.

Davlat standartlari talablariga muvofiq, minorali kislota konsentratsiyasi 75% H_2SO_4 dan kam bo'lmashligi 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 x.o.

Minoralarni pasaytirilgan konsentratsiyali (75% H_2SO_4 dan kam) kislota bilan sug'orish azot oksidlarining absorbsiyalanishini yomonlashishiga va ularning 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 bilan sug'oriladi; kislota qaynoq kuyundi gazi bilan qizdiriladi va 90-91% H_2SO_4 konsentratsiyagacha bug'latiladi. Ammo bu texnologik jarayonni murakkablashtiradi va shuning uchun ayrim hollardagina amalda qo'llaniladi.

Sug'orish harorati va nitrozaliligi. Kislota harorati va nitrozaliligi qanchalik yuqori bo'lsa, sulfat angidridning nitrozaga absorbsiya tezligi shunchalik katta bo'ladi. Shuning uchun mahsulot minoralarida sug'oriladigan kislotaning harorati va nitrozaliligini nisbatan yuqori darajada ushlab turish maqsadga muvofiqdir. Ammo mahsulot minoralari absorbsiya minoralaridan keladigan kislota bilan sug'oriladi, ular harorati va nitrozaliligining ortishi bilan azot oksidlarining yutilishi yomonlashadi. Shunga bog'liq holda minorali jarayonda sug'oriladigan kislotaning optimal harorati va nitrozaliligi tanlanishiga to'g'ri keladi.

Oxirgi absorbsiya minorasini sug'oradigan kislota harorati iloji boricha past bo'lishi kerak; u muzlatgichni sug'orishga beriladigan sovutuvchi suv harorati bilan aniqlanadi. Texnologik rejim me'yorlari bo'yicha tizim oxirgi minorasini sug'oradigan kislotaning harorati $40^{\circ}C$ dan ortmasligi kerak. Bunda azot oksidlari absorbsiyasi uchun yaxshi sharoit yaratiladi, mahsulot minoralari harorat rejimiga oxirgi

absorbsion minoradan keladigan kislotaning past harorati sezilarsiz darajada ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi absorbsiya minorasini sug'oradigan 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 denitratorni va mahsulot minoralarini sug'orishga 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 denitratsiyalanadi va shunchalik ko'p denitratsiyalangan kislota olinadi, bu oxirgi absorbsiya minorasi ishi uchun muhim ahamiyatga egadir.

Mahsulot minorasini sug'oradigan kislotaning nitrozaliligi sulfit anhidridni sulfat kislotaga to'la qayta ishlanishini amalda ta'minlashi kerak: oxirgi mahsulot minorasidan chiqadigan gazdagi SO₂ miqdori 0,2% dan oshmasligi lozim. Sug'orish nitrozaliligi ortishi bilan minoralardagi SO₂ ni qayta ishlash jadalligi ortadi. Shuning uchun zamonaviy minorali tizimlarda mahsulot minorasini sug'oradigan 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 (sug'oriladigan kislota miqdori), harorat va sug'oriladigan kislota nitrozaliliga azot aylanishi, ya'ni mahsulot zonasida gaz fazasiga ajraladigan azot oksidlari miqdori (1 t mahsulotga to'g'ri keladigan HNO₃ kg hisobida) 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 sug'orish miqdori va nitrozaligi bilan bog'liq quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$G_{HNO_3} = \frac{\sum G_k N_k - \sum G_{ch} N_{ch} + B}{Q}$$

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; B – yo'qotishni to'ldirish

uchun tizimga beriladigan HNO_3 miqdori, kg/soat; Q – 100% li H_2SO_4 hisobida tizim unumdorligi, t/soat.

Azot aylanishini oshirish, ya'ni sug'oriladigan kislota harorati va nitrozaliligini haddan ziyod oshirish gaz fazasiga qo'shimcha azot oksidlarining ajralishiga olib keladi, bu esa absorbsiya minoralari ish sharoitini yomonlashtiradi.

Azot oksidlarini absorbsiyaga tayyorlash. Hisoblashlar va amaliy tajribalarning ko'rsatishicha, bir vaqtda NO ning oksidlanishi va N_2O_3 ning sulfat kislotaga absorbsiyalanishining borishi ikkala jarayon tezligini ham pasaytiradi. Agar dastlab NO ni N_2O_3 ga oksidlansa, so'ngra azot oksidlarini yutdirish jarayoni amalga oshirilsa, azot oksidlarining oksidlanish tezligi anchagina ortadi.

Minorali tizimda azot oksidlari ichki qismi bo'sh bo'lgan minoralarda oksidlanadi. Absorbsiya minoralarida ham azot oksidlarining oksidlanishi davom etadi. Absorbsiya minoralarida azot oksidlari yutilish tezligini kamayishiga olib keladigan keragidan ko'p miqdordagi NO oksidlanishini oldini olish uchun oksidlash hajmida (minorasida) NO va NO_2 ekvimolekulyar nisbatiga nisbatan oz miqdordagi NO ni NO_2 ga oksidlanadi. Absorbsiya minoralarida NO ning qo'shimcha oksidlanishi natijasida ekvimolekulyar nisbatdagi NO va NO_2 ning yutilish jarayoni uchun qulash sharoitga erishiladi.

Minorali jarayonda azot oksidlarining talab etiladigan oksidlanish darajasiga bu jarayonni amalga oshirish uchun belgilanadigan maxsus oksilash minorasiz ham erishish mumkin. Buning uchun mahsulot minorasida shunday rejim o'rnatish lozimki, bunda oxirgi mahsulot minorasida nafaqat SO_2 ni oksidlash yakunlanishi, balki NO ni kerakli darajagacha oksidlash ta'minlanishi lozimdir.

Minorali tizimning issiqlik balansi. 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 kondensatsiya issiqligi; Q_s – sovutgich suv bilan chiqib ketadigan issiqlik; Q_y – tashqi muhit bo'yicha tizimda yo'qotiladigan issiqlik.

1.4-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% H₂SO₄ deb olingan.

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, 1 t H₂SO₄ olishda sovitgichlarda suv bilan qariyb 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 sxemasi samarador bo‘ladi. Agar absorbsiya minorasi «o‘zini-o‘ziga» sug‘orsa va unga sovitgichlar o‘rnatilgan bo‘lsa, talab etiladigan sovitish yuzasi birmuncha kattalashadi.

1.4-jadval

1 t H₂SO₄ olish tizimining issiqlik balansi
(kuyundi gazi tarkibida 7 va 9,5% SO₂ 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 ₂ SO 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

Chiqindi gazlarini zararsizlantirish. Azot oksidlarini ajratib olish. Azot oksidlarining bir qismi (0,25% yoki 4,7 g/m³ gacha) absorbsiya minorasidan chiqadigan gaz tarkibida ham qoladi. Bunday katta miqdordagi azot oksidlari tutgan gazlarni atmosferaga chiqarib yuborish ekologik va sanitar me‘yorlariga ziddir, bundan tashqari, buning natijasida ko‘p miqdordagi nitrat kislotada yo‘qotiladi. Shuning uchun chiqindi gazlari maxsus usulda azot oksidlaridan tozalanadi.

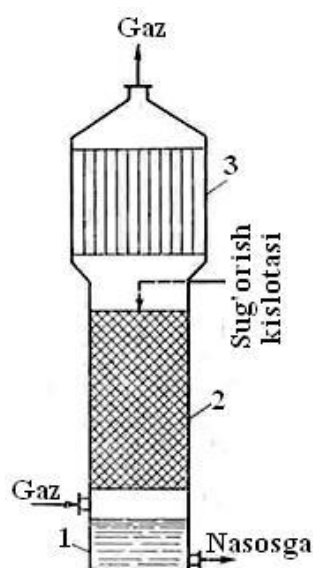
Chiqindi gazlarini azot oksidlaridan tozalanishning eng samarador usuli – gazni konsentrlangan sulfat kislotada bilan qayta ishlashdir. Buning uchun tashqaridan yoki denitratsiya minorasidan olinadigan kislotada

hisobiga to'ldirilgan va «o'z-o'zini» sug'oradigan sanitar absorbsiya minorasi o'rnatiladi.

Sulfat kislota tomchilari va bug'larini ajratib olish. Chiqindi gazlarida, shuningdek, sulfat kislotasi bilan sug'oriladigan 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 mineral zavodlar chiqindi gazlarining 1 m^3 da 5 g sulfat kislota bug'i bo'ladi.



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

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

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 (1.50-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 sopoli to'ldirgich joylashtirilgan, yuqoridagi kengaytirilgan qismiga esa elektrofiltrning po'lat quvurlari joylashtirilgan. Jihoz to'ldirgichlari minora-denitrator yoki minora-konsentratoridan keladigan sovitilgan sulfat kislota bilan sug'oriladi.

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.

5-§. Sulfat kislotani konsentrlash

Sulfat kislota konsentrlanishining 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 x.o. larda 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% H₂SO₄ 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.

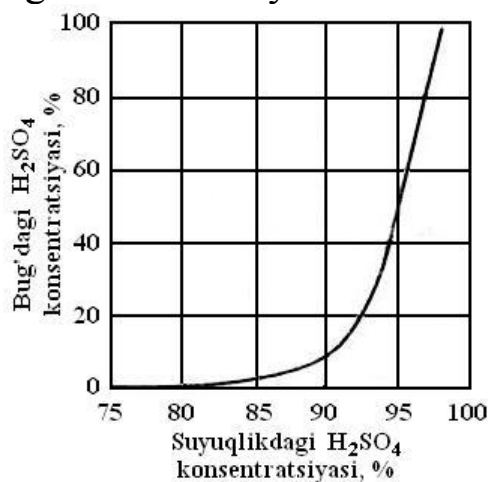
HNO₃ qo'shimchalari odatda sulfat kislotasini bug' bilan denitratsiyasi yo'li bilan yo'qotiladi, nitrobirikmalar va smolalar esa tindirish va ekstraksiyalash orqali ajratiladi. Ayrim hollarda, kislotani qo'shimchalardan tozalashning imkoni bo'lmasa va u konsentrlash uchun yaroqsiz bo'lsa, uni suyultirilgan (kuchsiz) kislota sifatida undagi qo'shimchalar jarayonga ta'sirib ko'rsatmaydigan sohalarda (masalan, superfosfat ishlab chiqarishda) ishlatiladi yoki sulfat kislota SO₂ ga parchalanadi.

Sulfat kislotani konsentrlash jarayoni qizdirilganda undan namlikni yo'qotilishidan iboratdir; ko'pchilik hollarda kislota qaynoq gazlar bilan qizdiriladi. Gazdan kislotaga issiqlik uzatish usuliga bog'liq holda

konsentrlash uchun jihozlarni ikkita guruhga bo'lish mumkin: qaynoq gazlar va kislota to'g'ridan-to'g'ri to'qnashuvi bilan amalga oshadigan jihozlar hamda tashqi qizdirgichli jihozlar, ularda issiqlik to'siq orqali uzatiladi. To'siq orqali issiqlik uzatishda konsentrlash jarayoni atmosfera bosimida yoki vakuumda amalga oshiriladi.

Sulfat kislota konsentrlashning fizik-kimyoviy asoslari. Sulfat kislota suvli eritmaları qizdirilganda hosil qilinadigan gaz fazaning tarkibi va suyuq fazaning tarkibi bir xil bo'lmaydi – gaz fazasi tarkibida suyuq fazaga nisbatan ko'p miqdordagi suv bo'ladi. Shuning uchun sulfat kislota suvli eritmaları qizdirilganda gaz fazasiga sulfat kislota nisbatan ko'p miqdordagi suv bug'i o'tadi, buning natijasida H_2SO_4 konsentratsiyasi ortadi. Gaz va suyuq fazalardagi sulfat kislota konsentratsiyalarining nisbati umumiy bug' bosim hamda sulfat kislota va suv bug'ining to'yingan bug' bosimlari kattaligi bo'yicha hisoblanishi mumkin.

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



1.51-rasm. Qaynash haroratida sulfat kislota ustidagi bug'ning tarkibi.

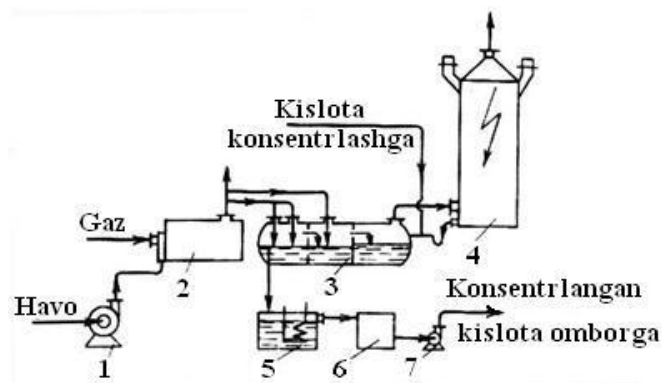
98,3% H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali bo'lgan sulfat kislota (ya'ni monogidrat va oleum) ustidagi gaz fazasining tarkibi ham suyuq faza tarkibidan farqlanadi; gaz fazasi tarkibida suyuq fazaga nisbatan H_2SO_4 va SO_3 konsentratsiyasi kattaroq bo'ladi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali sulfat kislota va oleumni bug'latish jarayonida H_2SO_4 miqdori eritmada kamayadi va 98,3% ga yetganda o'zgarmay qoladi.

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, jihozlar sodda va kerakliha tejamkordir.

Ushbu turdagi eng sodda qurilmada yoqilg'ini yondirish natijasida olingan qaynoq gaz ikkita ichki qismi bo'sh minoradan birin-ketin o'tadi, so'ngra, tomchi va bug'ni tutib qolish uchun filtdan 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.

Lekin bayon etilgan minorali qurilmalar unumdorligi kamdir va keyingi yillarda yuqori unumdorlik bilan ishlaydigan tejamkor barbotajli konsentratörler ishlatish yo'lga qo'yilgan.

Barbotajli konsentratör qurilmasi. Bunday qurilma o'txona 2 va gorizontal silindr (baraban) shaklidagi uchta kameraga vertikal to'siqlar bilan ajratilgan konsentratör 3 dan iboratdir (1.52-rasm). Kuchsiz sulfat kislota uchinchi kameraga (gaz harakati bo'yicha) tushadi va ichki kameralar bo'yicha uchinchidan ikkinchiga va so'ngra birinchiga to'siqlar osha oqib tushadi. O'txonadan keladigan qaynoq gaz birin-ketin quvur va tirsaklar bo'yicha harakatlanadi va konsentratörning har bir kamerasidagi kislota qatlamlari orqali barbotajlanadi. Bunda gaz va kislota yuqin tutashuvi hosil qilinadi, shu sababli ular orasida jadal issiqlik almashinuvi sodir bo'ladi. Kislota kameradan kameraga oqib o'tishda doimo qizib boradi, uning ustidagi bug' bosimi ortadi, suv bug'lanadi va kislota qatlamidagi H_2SO_4 konsentratsiyasi ortadi.



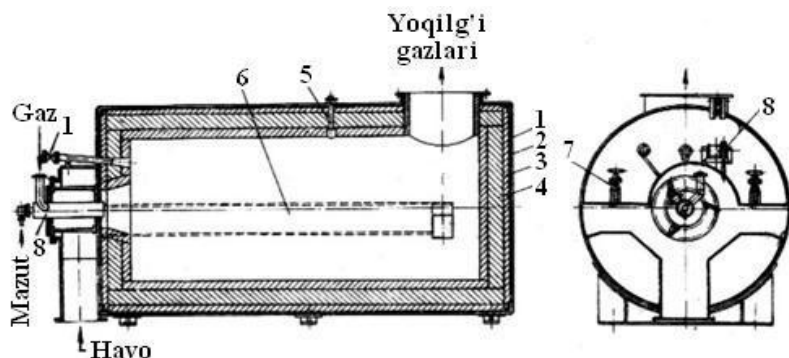
1.52-rasm. Barbotajli konsentrat qurilmasining sxemasi:

1-havo purkagich; 2-o'txona; 3-barbotajli konsentrat; 4-elektrofiltr; 5-kislota sovutgich; 6-kislota yig'gichi; 7-nasos.

Birinchi kamerada kislota harorati $230-250^{\circ}\text{C}$ ga, uning konsentratsiyasi esa $93-95\%$ H_2SO_4 ga yetadi. Shuning uchun bu kamerada suv bilan bir paytda sulfat kislota ham bug'lanadi. Issiqlik almashinish jadal borganligi sababli birinchi kameradan chiqadigan gaz H_2SO_4 bug'lari bilan (50 g/m^3 gacha) to'yingan bo'ladi. Ikkinchi kamerada suyultirilgan sulfat kislota ustidagi to'yingan suv bug'ining bosimi bu kameraga kiradigan gazdagiga nisbatan yuqori bo'ladi. Shuning uchun bu yerda suv bug'lanadi va buning oqibatida kislota birmuncha konsentrlanadi. H_2SO_4 ning to'yingan bug' bosimi kiradigan gaznikiga nisbatan bir necha yuz marta kichik bo'ladi, shu tufayli ikkinchi kamerada sulfat kislota kondensatlanadi. Madomiki shunday ekan, bu kamerada kislota harorati va konsentratsiyasi nisbatan past, bu yerda vujudga keladigan sulfat kislota bug'larining to'yinishi S qariyib 80 ni tashkil etadi, ya'ni kritik to'yinishdan anchagina yuqori bo'ladi (150°C haroratda kritik to'yinishi $S_{\text{kr.}} = 3,8$ ga teng). Shuning uchun ikkinchi kamerada sulfat kislota bug'larining asosiy qismi bo'shliqda tuman hosil qilib kondensatlanadi. Bu kameradan chiqadigan gazdagi tumanning miqdori (gaz oqimi bilan birga chiqib ketadigan kislota tomchilarini hisobga olmaganda) 40 g/m^3 ni tashkil etadi. Sulfat kislotali tuman va tomchilarini ajratib olish uchun gaz konsentratordan elektrofiltr 4 ga yuboriladi. Unda tutib qolingani konsentrat qaytariladi. Birinchi kameradan chiqarib olinadigan konsentrlangan sulfat kislota sovutgich 5 orqali yig'gich 6 ga tushadi, u yerdan omborga jo'natiladi.

Barbotajli konsentrat qurilmasining jihozlari. Barbotajli konsentrat o'txonasi po'lat baraban ko'rinishida bo'lib (tashqi

diametri 3 m, uzunligi 6 m), asbest bilan oʻralgan va ichki qismi qizil gʻisht qatlami bilan va ikki qavat oʻtga chidamli gʻisht qatlamlari bilan himoyalangan (umumiy himoya qatlami 440 mm ga teng) boʻladi (1.53-rasm). Havo vetilyator orqali poʻlat qutiga beriladi, undan oʻtxonaning oldingi devoridagi markaziy tirqish orqali u yoqish boʻshligʻiga oʻtadi va ikki yondagi kanallar 6 orqali yoqish boʻshligʻining orqa qismiga keladi. Oʻtxonada havoning taqsimlanishi shunday boshqariladiki, bunda birinchi kameraga kiradigan oʻtxona gazlarining harorati 800-900^oC chegarasida boʻladi.



1.53-rasm. Barbotajli konsentratör oʻtxonasi:

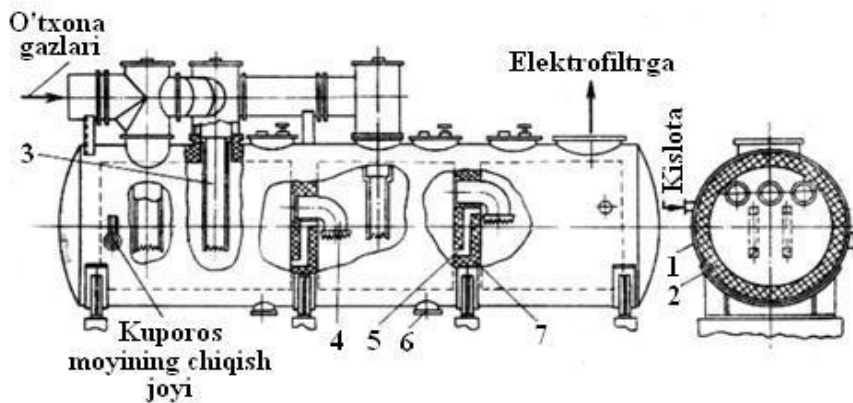
1-poʻlat gʻilof; 2-asbest; 3-qizil gʻisht qatlami; 4-oʻtga chidamli gʻisht qatlami; 5-termopara uchun gʻilof; 6-ikkilamchi havo uchun kanal; 7-joʻmrak; 8-forsunka.

Gaz yoki suyuq yonilgʻi forsunka 8 ning oʻtxona boʻshligʻiga beriladi, u yerga shuningdek poʻlat quti orqali havo kiradi. Oʻtxonadagi harorat 1100-1200^oC ni tashkil etadi, ammo kondensatorning birinchi kamerasiga kiradigan gaz harorati 800-900^oC da boʻlishi kerak. Shuning uchun oʻtxona oxiridagi chiqishda gazning harorati kanal 6 orqali harakatlanadigan havo bilan pasaytiriladi. Gaz oʻtxonadan choʻyan gaz oʻtkazgich orqali kondensatorga yuboriladi. Mazut, tabiiy yoki neft gazi yondirilganda oʻtxonaning issiqlik kuchlanishi ortiqcha havo koeffitsienti 1,15 boʻlganda 1 m³ oʻtxona gaziga 800-1000 mj/soat (200-250 mln kal/soat) ni tashkil etadi. Yoqilgʻini yondirish shunday boshqariladiki, bunda oʻtxona gazlari tarkibida toʻla yonmagan mahsulotlar boʻlmasligi kerak, chunki ular sulfat kislota bilan toʻqnashib, H₂SO₄ ni SO₂ ga qaytarishi, shuningdek tayyor mahsulot tashqi koʻrinishini yomonlashtirib uning sifatini buzishi mumkin.

Barbotajli konsentratör. Barbotajli konsentratör qalinligi 12 mm poʻlat listdan gorizontal silindr shaklida payvandlangan koʻrinishda boʻladi (1.54-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.

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.



1.54-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.

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 ferrosilitsiddan tayyorlangan. Gazning bir kameradan boshqasiga o‘tishi uchun to‘siqlarda uchtdan ferrosilitsidli 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 kameradagi 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 bo‘ladi. Cho‘ktiruvchi elektrodlar – ichki diametri 0,25 m va uzunligi 4 m bo‘lgan ferrosilitsiddan tayyorlangan quvurlar hisoblanadi. Tojsimon elektrodlar mahsus halqachalar biriktirilgan alohida ferrosilitsidli a‘zolardan iborat zanjir shaklida tayyorlanadi.

Elektrofiltr kesimi bo‘yicha gazning bir tekisda taqsimlanishi uchun uning pastki qismida tirqishli alohida ferrosilitsidli 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^oC chegarasida ushlab turiladi.

Konsentratorga kiradigan gaz tarkibida yoqilg‘ining chala yonish mahsulotlari bo‘lmasligi kerak, aks holda sulfat kislotaning yo‘qotilishi bunda ham ortadi. Bundan tashqari, yoqilg‘ining chala yonishi oqibatida undan samarali foydalanib bo‘lmaydi va shunday qilib, tayyor mahsulot tannarxi ortadi.

Bundan ko‘rinadiki, o‘txonaga beriladigan havo va yoqilg‘i miqdorlarining nisbati yog‘ilg‘ini to‘la yonishini va o‘txona gazlari yetarlicha yuqori haroratga erishishini ta‘minlashi kerak.

Uch kamerali barbotajli konsentrator ning taxminiy rejimi:

Kamera	1-chi	2-chi	3-chi
Gazning harorati, ^o 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, ^o C	250	163	140
O‘txonadan oldin havo bosimi, mm.sim.ust.	1000	-	-

O'txona gazlari berish bilan uch kamerali konsentratoridagi faqat birinchi kamerada sulfat kislota bug'lari elektrofiltrdan oldin $35-40 \text{ g/m}^3$ ni tashkil etadi, ikkinchi kamerada ham qaynoq gaz berilganda esa u 11 g/m^3 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 hisoblanadi. Shu munosabat bilan quvurdagi qaynoq gaz oqimida kislolaning changlanishi bilan ishlaydigan konsentratorlarga katta qiziqish ortadi.

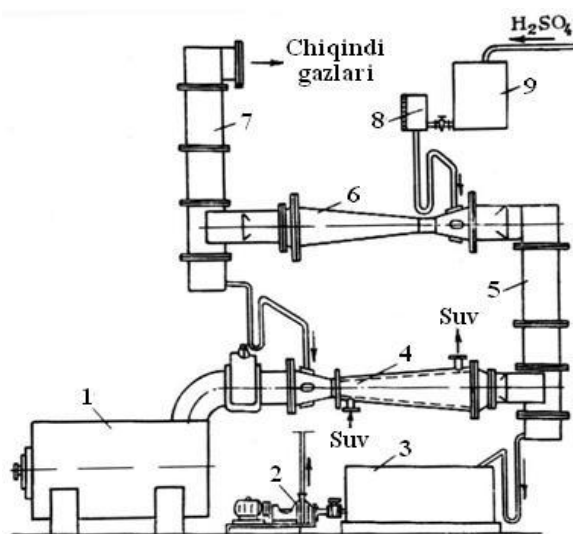
Gazning yuqori tezligida va katta sirt yuzada sulfat kislolaning mayda tomchilari hosil bo'lganligi sababli konsentrlash jarayoni juda jadal suratda sodir bo'ladi.

1.55-rasmda Venturi quvurlari shakliga ega bo'lgan ikki changlatuvchi jihozdan iborat qurilma sxemasi tasvirlangan. Venturi quvurlarida xuddi ikki kamerali konsentrator kameralaridagi kabi jarayonlar sodir bo'ladi.

Konsentrlash jarayoni quyidagilardan iborat: konsentrlanadigan sulfat kislota ikkinchi (gaz harakti yo'nalishi bo'yicha) Venturi quvuri 6 ga beriladi, u yerda changlanadi va mayda tomchilar tarzida gaz oqimi bilan siklon 7 da 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 qariyib 10 mkm o'lchamli tomchilarga bo'linadi; quvurning kengaygan qismida gaz oqimining tezligi kamayadi, tomchilar bir-biriga urishib, ularning o'lchami $10-20 \text{ mkm}$ gacha yiriklashadi; bunday o'lchamdagi tomchilar siklonda ushlab qolinishi uchun yetarlidir; siklonda yig'iladigan sulfat kislota birinchi Venturi quvuri 4 ga tushadi, u yerda barcha kislota changlanadi va gaz oqimi bilan siklon 5 da ushlab qolinadi, u yerda ajratilgan konsentrlangan sulfat kislota sovutgich 3 ga o'tadi.

Kislota tomchilari hosil qiladigan va uni bug'latadigan qaynoq o'txona gazi o'txona 1 dan $950-1000^\circ\text{C}$ haroratda birinchi Venturi quvuri 4 ga keladi. Bu yerda gaz $220-230^\circ\text{C}$ haroratgacha, ikkinchi quvur 6 da esa – 150°C gacha soviydi. Venturi quvurlarida harakatlanadigan gaz tezligi qariyib 150 m/sek ni, qurilmaning gidravlik tezligi esa $1700-1750 \text{ mm suv ust. ni}$ tashkil qiladi. Gazdagi sulfat kislota tumanining miqdori ikkinchi siklon 7 dan keyin (chiqishda) 4-5

g/m^3 ni tashkil etadi, bu uch kamerali kondensatordagiga nisbatan taxminan ikki marta kamdir.



1.55-rasm. Venturi quvurlarida sulfat kislotani konsentrlash jarayonining sxemasi:

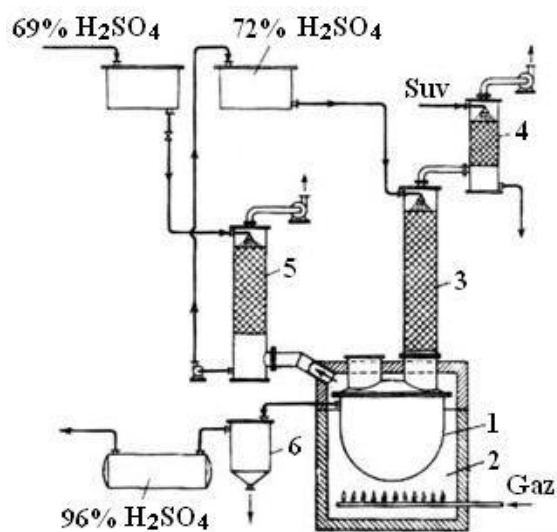
1-oʻtxona; 2-nasos; 3-kislota sovutgichi; 4-Venturi quvuri (konsentratör); 5,7-siklon-separatorlar; 6-Venturi quvuri (tuman tutgich); 8-meʼyorlashtirgich (dozator); 9-taʼminlash idishi.

Keltirilgan konsentrlash qurilmasining muhim yutugʻi shundaki, jarayon yuqori jadallikda borganligi sababli barbotajli konsentratöriga nisbatan konsentrlanadigan kislotaning quvurdagi harorati past, kislotaning qaynoq gaz bilan toʻqnashish vaqti kam boʻladi. Bu esa sulfat kislotaning parchalanish darajasini pasaytiradi, hosil boʻladigan tuman miqdorini, shuningdek yoqilgʻi va suv sarfini kamaytiradi.

Deflegmatsiya prinsipi boʻyicha ishlaydigan qurilma. Bunday qurilmalarda kislotani konsentrlash yopiq qozonda (retortada) H_2SO_4 eritmalarini qaynatish, hosil boʻladigan bugʻni bir necha tarelkalardan iborat deflegmatorli kolonnalar orqali ajratib olish yoʻli bilan amalga oshiriladi.

Deflegmatsiya prinsipi boʻyicha ishlaydigan qurilma sxemasi 1.56-rasmda tasvirlangan. Konsentrlangan (98% H_2SO_4) sulfat kislota oʻtxona gazlari bilan qizdiriladigan kislotaga chidamli choʻyandan yasalgan retorta 1 ga quyiladi. Sulfat kislota bugʻlari 9-10 tarelkalardan iborat yoki toʻldirgichli minora koʻrinishidagi kislota bilan sugʻoriladigan deflegmatör 3 ga koʻtariladi. Har bir tarelkada pastda joylashgan tarelkalardan chiqadigan H_2SO_4 bugʻlarining bir qismi kondensatlanadi. Oxirgi (yuqoridagi) tarelkadan faqat amalda suv bugʻi chiqadi, bu

tarelkaga esa 67-70% li kislota beriladi. Suv bug‘i kondensator 4 ga keladi. U yerda bug‘ sovuq suv bilan aralashib kondensatlanadi va suyuqlik kanalizatsiyaga oqiziladi.



1.56-rasm. Deflegmatsiya turidagi konsentrlash qurilmasi:

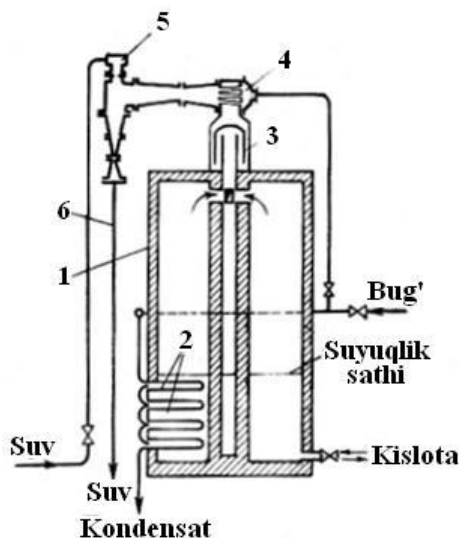
1-retorta; 2-o‘txona; 3-deflegmator; 4-kondensator; 5-o‘txona gazlari issiqligidan foydalanish minorasi; 6-kislota sovutgichi.

Kondensatorda 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, deflegmator 3 ga ta‘minlash idishidan suyultirilgan kislota kelib turadi. Retorta 1 (qozon) dagi aralashtirgichning aylanib turishi uning devorlarida cho‘kma hosil bo‘lishini oldini oladi, shu sababli bunday konsentratlarda ifloslangan kislotalarni ham konsentrlash mumkindir.

Deflegmatorli qurilmalarda kislota qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagiga nisbatan yuqori konsentratsiyali (98% H_2SO_4 gacha) kislota olinadi. Kislota yo‘qotilishi (barcha mahsulot kislotasining 1-2% qismi) kamdir, ammo kislota qaynoq gaz bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashuvidagi qurilmalarga nisbatan yoqilg‘i sarfi ko‘pdir. Kam unumdorlikka (10-20 t/sutka) ega bo‘lganligi sababli keltirilgan qurilma kam ishlatiladi. Issiqlikdan foydalanishni yaxshilash uchun chiqindi gazlari retortadan to‘ldirgichli minora 5 ga yuboriladi. Bu minora konsentrlashga yuboriladigan sulfat kislota bilan sug‘oriladi.

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

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



1.57-rasm. Vakuum-konsentratör sxemasi:

1-korpus; 2-bug‘ quvuri; 3-tomchi ajratgich; 4-ejektor; 5-kondensator; 6-barometrik quvur.

Davriy ishlaydigan vakuum-bug‘latgichli qurilma sxemasi 1.57-rasmda ko‘rsatilgan. Unda suyultirilgan sulfat kislota korpus 1 ga keladi, u yerda kremniyli po‘latdan yasalgan quvurlar 2 bo‘yicha o‘tadigan bug‘ bilan qizdiriladi. Kislota dan ajralib chiqadigan bug‘lar tomchi ushlagich 3 orqali sovutgich 5 (aralash tirish 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 ushlagich 3 dan suv okim-kanalli ejektor 4 bilan so‘rib olinadi. Kondensator barometrik quvur 6 bilan bog‘langan bo‘ladi.

Davriy ishlaydigan vakuum-bug‘latgichli qurilmaning har bir bosqichida 68% li sulfat kislota ni bug‘latib 50 t 93% li sulfat kislota

olinadi. 50 t sulfat kislotani bug‘latish bitta bosqichining vaqti 12 soatni tashkil etadi.

Minorali tizimlarda konsentrlangan sulfat kislota olish. Minorali tizimlarda nisbatan yuqori bo‘lmagan konsentratsiyali (75% H_2SO_4) kislota olinadi. Shuning uchun bu tizimlarda anchagina qimmatbaho hisoblangan mahsulot – yuqori konsentratsiyali sulfat kislota olish imkoniyati katta amaliy ahamiyatga egadir. Minorali sulfat kislotani bug‘latish uchun minorali tizimga keladigan kuyundi gazi issiqligidan foydalanishda bunday imkoniyat paydo bo‘ladi.

Konsentrlangan minorali sulfat kislota ishlab chiqarish yana shuning uchun ham muhimki, bunday kislotani kontaktli tizimga kiritish oleum ishlab chiqarishni 2 marta oshirishi mumkin. Minorali tizimlarda konsentrlangan kislota olish uchun birinchi denitratsiya minorasini sug‘orishga beriladigan kislota miqdorini shunchalik kamaytiriladiki, natijada minoradagi kislota harorati $200^{\circ}C$ gacha ko‘tariladi. Bunda denitratorning pastki qismida sulfat kislotaning jadallik bilan bug‘lanishi sodir bo‘ladi va uning konsentratsiyasi ortadi.

Tabiiyki, konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda minorali tizim ish sharoiti qiyinlashadi, chunki birgina minoraning o‘zida ham kislotaning denitratsiyasi, ham uning konsentrlanishi amalga oshiriladi. Xuddi shu vaqtda sulfat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan uning denitratsiyalanish jarayoni tezligi keskin kamayadi, buning natijasida mahsulot minorasining ish hajmi ortadi. Bundan tashqari, birinchi minorani sug‘oradigan kislota miqdori kamaytirilganda va bu kislotaning harorati oshirilganda birinchi minorada issiqlik almashinish jarayoni yomonlashadi. Shuning uchun minorali tizimlarda konsentrlangan kislota ishlab chiqarish uchun muhim sharoit birinchi minorada to‘ldirgichlarning katta sirt yuzalarini hosil qilish (1 t/soat mahsulot sulfat kislotasiga 1500 m^2), bu to‘ldirgichlarning yetarlicha kislotabardoshligi va termik chidamliligini ta’minlash hisoblanadi.

Minorali tizimlarda konsentrlangan kislota ishlab chiqarishda denitratsiya minorasi sug‘orish zichligining yetarlicha yuqori bo‘lishi eng muhim hisoblanadi, chunki bu minorani sug‘oradigan kislota miqdori odatdagi sxema bo‘yicha tizim ishlagandagiga nisbatan anchagina kam bo‘ladi. Kichik sug‘orish zichligi to‘ldirgichlarni tez ifloslanishiga, uning gidravlik qarshiligining ortishiga, gazning kislota bilan to‘qnashishining yomonlashishiga va kislotadagi azot oksidlari

miqdorining ortishiga olib keladi. Sugʻorish zichligi minora diametrini kamaytirish yoʻli bilan oshiriladi.

Kuyundi gazining harorati qanchalik yuqori boʻlsa va undagi SO₂ miqdori kam boʻlsa, minorali kislota konsentratsiyasi shunchalik katta boʻladi. Sulfit angidrid konsentratsiyasi kamayishi bilan mahsulot birlik ulushiga toʻgʻri 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 sugʻoriladigan kislota yuqori haroratga (200^oC gacha) ega boʻladi. Bunday sharoitda sulfat kislota bugʻlari bilan past darajada toʻyinish yuzaga keltiriladi va oz miqdordagi tuman hosil boʻladi. Shuning uchun konsentrlangan sulfat kislota ishlab chiqariladigan minorali tizimlarda chiqindi gazlarida juda oz tuman boʻladi va tizim oxiridagi elektrofiltr qurilmasining keragi boʻlmaydi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

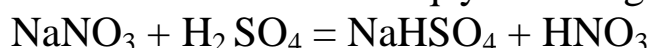
1. Sulfat kislota, oleum, sulfit va sulfat angidridlarning xossalarini ayting.
2. Sulfat kislota ishlab chiqarishda qanday xomashyo turlari ishlatiladi?
3. Oltinugurtli xomashyolarni kuydirishning fizik-kimyoviy usullarini tushuntiring.
4. Taxmonli mexanik, chang holatida va qaynovchi qatlamda kolchedanni kuydirish pechlarining tuzilishi va ishlash tartibini tushuntiring.
5. Oltinugurt va vodorod sulfidni yoqishda qanday pechlar ishlatiladi? Ularning ishlash tartibini tushuntiring.
6. Gazlarni mexanik usulda tozalash jihozlarining mohiyatini tushuntiring.
7. Elektrik usulda tozalashning mohiyatini tushuntiring.
8. Katalizatorlar ishtirokida sulfit angidridni oksidlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Qayngovchi qatlamli katalizatorida SO₂ ning oksidlanish jarayonini tushuntiring.
10. Sulfat angidridni absorbsiyalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
11. Absorberlar va kislota sovutgichlarining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. 100% li, yuqori sifatli sulfat kislota, sulfat angidrid va konsentrlangan oleum qanday olinadi?
13. Oltinugurtdan kontakt sulfat kislota olish usulini tushuntiring.
14. Konsentrlangan sulfit angidriddan kontakt sulfat kislota olish usulini tushuntiring.

15. Nitrozali usulning mohiyatini tushuntiring.
16. Minorali usul bilan sulfat kislota ishlab chiqarishning texnologiyasini tushuntiring.
17. Nitroza jarayonining fizik-kimyoviy asoslari ayting.
18. Minorali tizimda chiqindi gazlarini zararsizlantirish usullarining ayting.
19. Sulfat kislotasini konsentrlash jihozlarining qanday guruhlarini bilasiz?
20. Qanday qilib minorali tizimlarda konsentrlangan sulfat kislota olinadi?

II BOB. BOG‘LANGAN AZOT TEXNOLOGIYASI

Azot jonli tabiat va inson hayoti uchun muhim rol o‘ynaydigan elementlar guruhiga kiradi. Azot uglerod, kislorod va 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.

Er 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 uchtadan elektron) qatnashishi bilan izohlanadi. Shuning uchun azot molekulasiining 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 karbidan 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.

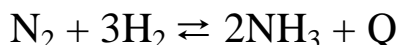
Sianamid usuli. Bu usul maydalangan kalsiy karbidning yuqori haroratda (1000°C atrofida) azot bilan reaksiyaga kirishib, kalsiy sianamid hosil qilishdan iborat:



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 holida azot olish uchun 10-12 ming kvt/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.

1-§. Ammiak sintezi uchun azot-vodorod aralashmasi ishlab chiqarish

Sintetik ammiak ishlab chiqarishda azot va vodorod xomashyo sifatida ishlatiladi. Azot-vodorod aralashmasi olish uchun havo azot manbai vazifasini bajaradi. Vodorod olish uchun esa boshlang'ich birikma sifatida metan, to'yingan uglevodorodlar (neft va neft mahsulotlari) va suv ishlatiladi.

Ammiak sintezi uchun kerak bo'ladigan vodorod sanoatda quyidagi usullardan biri bo'yicha olinadi:

- 1) metan va uning gomologlari konversiyasi;
- 2) is gazi konqersiyasi;
- 3) koks gazini siqish yo'li bilan gazlar aralashmasidagi vodoroddan tashqari barcha komponentlarni ajratish;
- 4) suvni elektroliz qilish.

Yaqin vaqtlargacha ammiak sintezi uchun ishlatiladigan vodorod qattiq yoqilg'idan, uni gazlashtirish, so'ngra CO konversiyasi (2-usul) orqali olingan. Hozirgi paytda boshlang'ich xomashyo sifatida ko'pincha gazlar (tabiiy gaz, yo'ldosh gazlar, koks gazi) ishlatilmoqda.

Metan konversiyasi. Ayrim konlarning tabiiy gazlari tarkibida ko'p miqdorda metan bo'ladi. Metan konversiyasi bilan vodorod yoki azot-

vodorod aralashmasi olish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat. Dastlab metanning konversiya jarayoni suv bug'i va kislorod bilan quyidagi reaksiyalar bo'yicha o'tkaziladi:



Keyin is gazi konversiyasi quyidagi reaksiya bo'yicha amalga oshiriladi:



So'ngra gazlar aralashmasi CO_2 va is gazi qoldig'idan tozalanadi. Ammiak sintezi uchun azot-vodorod aralashmasi olishda kerak bo'ladigan azot havo kislorodi bilan metan konversiyasiga yoki tozalash bosqichida gazni yuvishda suyuq ammiak tarzida kiritiladi.

Olinadigan azot-vodorod aralashmasida metan miqdori 0,5%dan ortmasligi kerak, chunki metan ammiak sintezi agregatlarida to'planib boradi va ularda o'tadigan jarayonni qiyinlashtiradi. Metan konversiyasi jarayoni umumiy holatda issiqlik yutilishi va hajm ortishi bilan sodir bo'ladi, shuning uchun Le-Shatele prinsipiga muvofiq, haroratning ortishi va bosimning kamaytirilishi is gazi va vodorodning muvozanatdagi konsentratsiyasini oshishiga, metan miqdorining esa kamayishiga olib keladi. Shuningdek, gazlar aralashmasida suv bug'i miqdorining ortishi ham metanning to'la konversiyalanishiga olib keladi. Metan konversiyasi atmosfera bosimiga yaqin (1,7-1,9 atm) bosimda yoki yuqori (17-30 atm) bosimda amalga oshiriladi. Bosimning ortishi bilan gazlar aralashmasidagi metanning muvozanatdagi miqdori ortadi va shuning uchun ma'lum miqdorda qoldiq metan qolguncha jarayonni o'tkazish uchun nisbatan yuqori harorat talab etiladi. Metanning konversiya jarayonini yuqori bosimda o'tkazish qulaydir, chunki yuqori bosimli sharoitda jihozlar va o'tkazgich quvurlar hajmi kamayadi.

Metanning konversiyasi katalizator ishtirokida 800-1100°C haroratda (CH_4 ning katalitik konversiyasi) va katalizatorsiz 1350-1400°C haroratda (yuqori haroratli konversiya) o'tkaziladi. Bu jarayon uchun katalizator sifatida nikelning aluminiy oksid yoki magniy oksid bilan aralashmasi (past bosim uchun GIAP-3, yuqori bosim uchun esa GIAP-5 katalizatori) qo'llaniladi. Metanning suv bug'i bilan konversiya reaksiyasi issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladi, jarayon haroratini ushlab turish uchun esa tashqaridan katta miqdorda issiqlik kiritilishi kerak.

Yo‘qotilgan issiqlik metanning kislorod bilan ekzotermik reaksiyasi hisobiga to‘ldirilishi mumkin. Lekin $N_2:H_2 = 1:3$ nisbatdagi azot-vodorod aralashmasi olishda yuqori haroratni ushlab turish uchun havodagi kislorod miqdori yetarli bo‘lmaydi. Shuning uchun metan konversiyasi jarayonini o‘tkazishda tabiiy gaz, bug‘ va havoni fraksiyali ajratish sexlaridan olingan havo (40-50% O_2) kislorodi aralashmasi ishlatiladi.

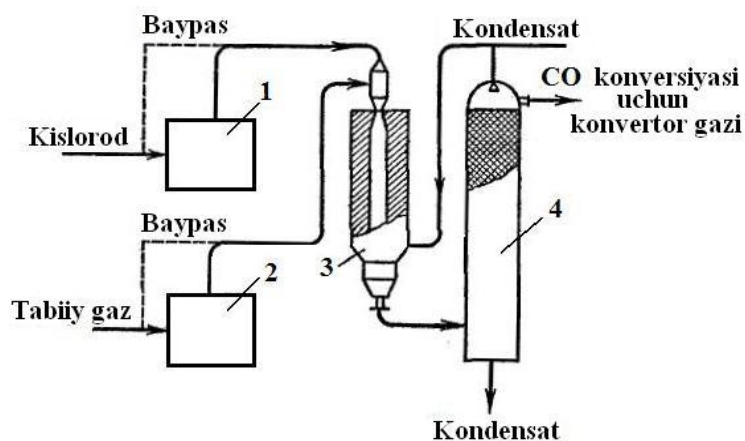
Metanning katalitik konversiyasi shaxtali konvertorlarda amalga oshiriladi (2.1-rasm). Shaxtali konvertor hajmdor reaktor shaklida bo‘lib, ichki qismi olovbardosh g‘isht bilan niqoblangan, tashqi qismi suvli sovutgich bilan qoplangan. Reaktor yuqori qismidagi harorat 1050-1100°Cda, reaktordan chiqishda esa 800-900°Cda ushlab turiladi.



2.1-rasm. Shaxta turidagi metan konvertori sxemasi:

1-termoqoplama qatlami; 2-katalizator; 3-yirik bo‘lakli magnezitdagi katalizator;
4-aralashtirgich.

Metanning yuqori haroratli konversiyasida (2.2-rasm) tabiiy gaz va kislorod bilan boyitilgan havo oldindan qizdiriladi va so‘ngra metanning kislorod bilan konversiya jarayoni amalga oshiriladi. Reaksiya doirasida harorat 1350-1400°C da ushlab turiladi. Metanning yuqori haroratli konversiyasini o‘tkazishda (ayniqsa boshlanishida va to‘xtatilishida) metanning termik parchalanishidan ($CH_4 \rightarrow C + 2H_2$) qurum hosil bo‘lishi mumkin. Konversiyalangan gaz qurumdan saturator qurilmalarida suv bilan tozalanadi.



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

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

Is gazi konversiyasi. Metan konversiyasidan olingan konversiya gazi, shuningdek generator gazi tarkibida 20 dan 40% gacha CO bo‘ladi. Is gazining suv bug‘i bilan ta’sirlashishidan ham vodorod olinishi mumkin. Binobarin, is gazi konversiyasida gazlarning umumiy hajmi o‘zgarmay qoladi, bosimning ortishi reaksiya tezligini bir necha marta oshirsa ham is gazi konversiyasi muvozanatini o‘zgartirmaydi. Suv bug‘i miqdorining ortishi konversiya jarayonining deyarli to‘la sodir bo‘lishiga olib keladi. Konversiya jarayoni ekzotermik bo‘lishiga qaramay konvertor gazidagi qoldiq CO miqdorini oshiradi. Ammo past haroratda mazkur reaksiya xatto katalizator ishtirokida ham sekin

boradi. Ilgarilari CO konversiyasida katalizator sifatida xrom, aluminiy, kaliy va kalsiy oksidlari kabi promotor qo‘shimchalar qo‘shilgan temir(III)-oksid ishlatilgan. Bu katalizatorlar faqat 450-500°C haroratda konversiya jarayonini yetarli tezlikda o‘tkazish imkonini beradi, ya’ni gazlar aralashmasidagi qoldiq CO miqdorini 2-4% bo‘lishini ta’minlaydi. Qoldiq CO miqdorining yuqori bo‘lishi ammiak sintezidagi katalizatorni zaharlaydi, gazni tozalash uchun esa yirik va murakkab tozalash tizimini talab etadi.

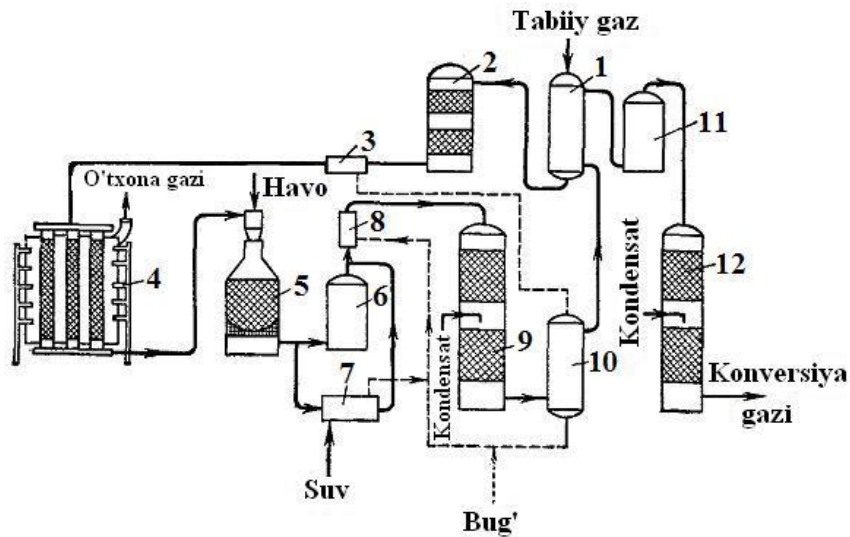
Keyingi paytlarda CO konversiyasi uchun past haroratli katalizator (rux-xrom-misli) ishlatilmoqda, bunda CO konversiyasini 250-300°C haroratda amalga oshirilishi mumkin. Haroratning pasayishi is gazi konversiya reaksiyasi muvozanatini vodorod hosil bo‘lish tomonga siljitadi va shu tufayli gazdagi qoldiq CO miqdorini 0,2-0,4% gacha yetkazishga erishiladi. Gazda qoldiq CO miqdori kam bo‘lishi, gazning CO₂ dan tozalangandan so‘ng, metan olish yo‘li bilan CO ni katalitik gidrogenlash (metanlash) amalga oshirilishi mumkin bo‘ladi.

Past haroratli katalizator oltingugurt tutgan birikmalarga ta’sirchan bo‘ladi, bu esa gazni sulfidli birikmalardan tozalashga alohida ahamiyat berilishini talab qiladi. Sanoat sharoitida is gazi konversiyasini metan konversiya usuliga bog‘liq holda atmosfera bosimida yoki yuqori bosimda o‘tkaziladi. CO konversiya jarayoni gazning radial harakati va taxmonlar bo‘yicha kondensatning bug‘lanishi hisobiga haroratning pasaytirilishi orqali taxmonli konvertorlarda o‘tkaziladi.

2.3-rasmda atmosfera bosimida metanning ikki bosqichli konversiyasi va is gazini ikki bosqichli konversiyasi usullari bilan azot-vodorod aralashmasi olish uchun qurilma sxemasi tasvirlangan.

Tarkibida metan bo‘lgan tabiiy gaz atmosfera bosimiga yaqin bosimda issiqlik almashtirgich 1 ga beriladi, u yerda is gazi konvertori 9 dan chiqadigan konvertor gazi bilan 380°C haroratgacha qiziydi. So‘ngra u oltingugurtli gazdan tozalash uchun rux asosidagi yutdirgich to‘ldirilgan jihoz 2 ga yuboriladi. 380°C haroratda gazning oltingugurt birikmalaridan yetarlicha to‘la tozalanishiga erishiladi. Tozalangan gaz oldindan bug‘qizdirgich 10 da 380°C haroratgacha qizdirilgan suv bug‘i bilan bug‘-gaz aralashgich 3 da aralashadi. Bug‘:gaz = 2,5:1 hajmiy nisbatda olingan bug‘-gaz aralashmasi metan konversiyasining birinchi bosqichini o‘tkazish uchun quvurli kontakt jihozi 4 yuboriladi. Nikel katalizator xrom-nikelli issiqlikbardosh po‘latdan tayyorlangan vertikal quvurlarga joylashtirilgan, u tashqi tomonidan o‘txona gazlari bilan

qizdiriladi. Bug‘-gazli aralashma quvurlar bo‘yicha yuqoridan pastga harakatlanadi, bunda harorat kirishda 380°C dan quvurdan chiqishda 700°C gacha oshadi. Quvurli pechda metan taxminan 70%ga konversiyalanadi.



2.3-rasm. Metanni ikki bosqichli konversiyalash qurilmasining sxemasi.

Metanning keyingi konversiyasi nikel katalizator to‘ldirilgan ikkinchi bosqich konvertori 5 da o‘tkaziladi. Bu konvertorga havo beriladi, metanning qolgan qismining oksidlanishi hisobiga unda harorat 1000°C gacha yetadi. Ikkinchi bosqich konvertoriga beriladigan havo to‘g‘rilagich yordamida shunday ushlab turiladiki, konversiyalangan oxirgi gazda azot:vodorod = 1:3 hajmiy nisbat ta‘minlanadi. Konvertor 5 da qoldiq metan suv bug‘i bilan ta‘sirlashadi va konversiyalangan gaz 850°C haroratda yuttirgich qozon 7 ga beriladi, u yerda uning harorati 400°C gacha pasayadi. So‘ngra gaz is gazi konversiyasiga uzatiladi.

Haroratni boshqarib turish uchun CO konvertoridan oldin namlagich 6 o‘rnatiladi, u orqali kerak bo‘lganda ikkinchi bosqich kondensatordan keladigan gazning bir qismi o‘tkaziladi. Namlagichda suvli kondensat qaynaydi va uning bug‘lanishi hisobiga gazning bug‘ bilan qo‘shimcha to‘yinishi sodir bo‘ladi, bunda gaz harorati pasayadi.

Yuttirgich qozon va namlagichdan chiqadigan bug‘-gazli aralashma bug‘-gazli aralastirgich 8 ga yuboriladi, u yerga shuningdek kerak bo‘lsa aralashmadagi bug‘:gaz nisbatini ta‘minlash uchun suv bug‘i ham berilishi mumkin. 400°C haroratdagi bug‘-gazli aralashma temir-xromli katalizator to‘ldirilgan is gazining ikki bosqichli konvertori 9 ga keladi. Konvertor 9 dan chiqishda doimiy harorat 410°C atrofida ushlab turiladi, bunda haroratni boshqarish ikkala bosqich konversiya orasiga kondensat

berish bilan amalga oshiriladi. Soʻngra gaz bugʻqizdirgich 10, issiqlik almashtirgich 1, namlagich 11 orqali oʻtadi va past haroratli katalizator joylangan ikkinchi bosqich konvertori 12 ga keladi. U yerda 250°C harorat va bugʻ:gaz=1,0:1,1 nisbatda konvertor gazida ~0,3% CO qolguncha is gazi konversiyasi sodir boʻladi. Ikkinchi bosqich konvertoridan chiqadigan konversiya gazining issiqligi suvni qizdirish uchun ishlatiladi. Sovutilgan gaz CO₂ dan tozalash va metanlashtirishga yuboriladi.

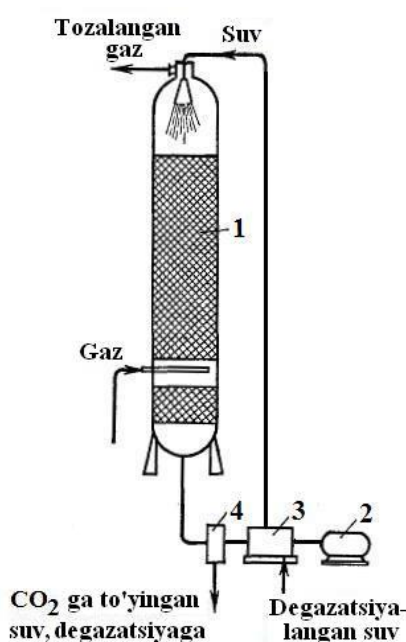
2-§. Azot-vodorod aralashmasini tozalash

Ammiak sintezi uchun kislorod va oltingugurt birikmalaridan anchagina toʻla tozalangan azot-vodorod aralashmasi kerak boʻladi. Chunki bunday qoʻshimchalar katalitik zaharlar hisoblanadi. Zamonaviy sanoat qurilmalarida ammiak sinteziga keladigan gazda gazdagi CO₂ va CO miqdori 40 sm³/m³ dan ortmasligi kerak, H₂S miqdori 0,2 sm³/m³ dan, inert qoʻshimchalar (CH₄ va Ar) esa 1% dan kam boʻlishiga yoʻl qoʻyiladi. Shu bilan bir qatorda metan konversiyasidan soʻng gaz tarkibida, % hisobida: CO₂ = ~30, CO = 0,3-0,4, CH₄ = 0,5 va Ar = 0,5, H₂S esa sezilarsiz darajada boʻladi. Koks gazi tarkibiga 7% CO, 25% CH₄, 0,3-1,4% H₂S va boshqa qoʻshimchalar kiradi. Maʼlumki, oltingugurtli birikmalar metan konversiyasi katalizatori uchun zahar hisoblanadi, tabiiy va yoʻldosh gazlarni ulardan muntazam tozalab turish kerak boʻladi. Gazlarni sanoatda tozalash usullari xilma-xildir. Odatda ular uchta asosiy guruhlariga boʻlinadi: 1) suyuq yuttiruvchilar (absorbentlar) yordamida tozalash; 2) qattiq yuttiruvchilar (sorbentlar) yoki katalizatorlar yordamida tozalash (quruq usul); 3) sovutish, yaʼni qoʻshimchalarni suyuq yoki qattiq holatga oʻtkazish yoʻli bilan tozalash.

Gazni karbonat angidriddan tozalash. Sanoatda gazni karbonat angidriddan tozalash, odatda, birinchi usul bilan amalga oshiriladi. Suyuq absorbent sifatida suv, monometanolamin, potashning qaynoq eritmasi, ammiakli suv ishlatiladi.

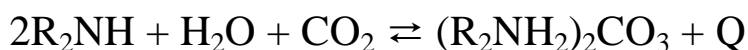
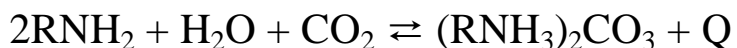
Suvli tozalash konversiya gazidagi boshqa gazlarga nisbatan karbonat angidridning suvda yaxshi erishiga asoslangandir. Suv bilan CO₂ ni absorbsiyalash yuqori bosim ostida oʻtkaziladi, bosim pasaytirilganda suvdan karbonat angidrid ajralib chiqadi. Suvli tozalashda 25-30 atm bosim ostidagi konversiya gazi (2.4-rasm) skrubber 1 ning pastki qismidan, yuqoridan esa skrubber toʻldirgichini

sugʻoradigan suv beriladi. Minoradan bosim ostida oqib chiqadigan suv turbina 4 ga, undan elektromotor 2 bilan val orqali harakatlanuvchi suvni haydash nasosi 3 ga beriladi. Shunday qilib suvni skrubberga uzatishda sarflanadigan 60% atrofidagi energiya regeneratsiyalanadi. Trubinada suvning bosimi atmosfera bosimigacha pasayadi, gazlarning eruvchanligi kamayadi va ular suvdan desorbsiyalanadi. Suvni sovutilgandan soʻng yana skrubber toʻldirgichlarini sugʻorishga qaytariladi. Suv degazatsiyasida olingan ekspander gaz deb ataluvchi gaz tarkibida 98% gacha CO₂ boʻladi. Undan karbamid, ammoniy karbonat, quruq muz kabilar ishlab chiqarishda foydalaniladi.



2.4-rasm. Konversiya gazini CO₂ dan suvli tozalash qurilmasining sxemasi.

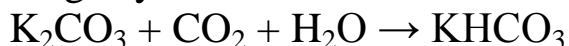
Etanolaminli tozalash mono- va dietanolaminlar: (CH₂CH₂OH)NH₂ va (CH₂CH₂OH)₂NH aralashmasining suvli eritmasida amalga oshiriladi. Gazni karbonat angidrididan tozalash quyidagi sodir boʻladigan qaytar reaksiyalarga asoslangan:



bu yerda: R – CH₂CH₂OH.

Yuttirish jarayoni 40-45^oC haroratda amalga oshiriladi. Absorbsiya natijasida hosil bo‘ladigan karbonat va bikarbonat aminlari 120^oC haroratgacha qizdirish orqali CO₂ ajralib chiqishi bilan parchalanadi.

Potashning qaynoq eritmasi bilan tozalash 10-20 atm bosim ostida 110-120^oC haroratda o‘tkaziladi. Odatda tarkibida 25% K₂CO₃ tutgan mishyak (As₂O₃) bilan faollangan eritma ishlatiladi. CO₂ yutilishida kaliy karbonat bikarbonatga aylanadi:



Eritma regeneratsiyasi bosimni kamaytirish orqali o‘tkaziladi. Bu usulning afzalligi – issiqlik almashtirgich jihozlarining bo‘lmasligi va regeneratsiyaga bug‘ sarfining qisqarishidir.

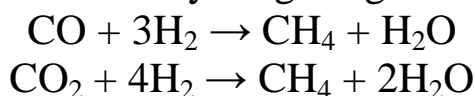
Gazni is gazidan tozalash. Gazni is gazidan tozalash sanoatda quyidagi uch usuldan biri bo‘yicha amalga oshiriladi: mis-ammiakli eritmaga yutdirish; gazni suyuq azot bilan yuvish; qoldiq CO ni katalitik gidrogenlash.

Mis-ammiakli eritma bilan tozalash gazning absorbsiyasi jarayonida is gazining mis-ammiakli kompleks birikmasi hosil bo‘lishiga asoslangandir. Yuttiruvchi sifatida mis(I)-asetatning ammiakdagi eritmasi ishlatiladi. Jarayon quyidagi sxema bo‘yicha sodir bo‘ladi:



CO ning yutilishi yuqori bosim (100-300 atm) va 0-25^oC haroratda o‘tkaziladi. Yuttiruvchi regeneratsiyasi atmosfera bosimigacha bosimni pasaytirish va eritmani 80^oC haroratgacha qizdirish orqali amalga oshiriladi.

Metanlash yoki gidrogenlash. Oz miqdordagi (1% gacha) qoldiq CO va CO₂ bo‘lganda metanlash yoki gidrogenlash o‘tkaziladi:

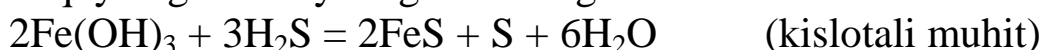


Bunda hosil bo‘ladigan metan ammiak sintezi katalizatori faolligini pasaytirmaydigan inert qo‘shimcha hisoblanadi. Metanlash jarayoni nikel (aluminium oksid qo‘shilgan) katalizatori ishtirokida 200-400^oC haroratda 6000 soat⁻¹ hajmiy tezlikda o‘tkaziladi.

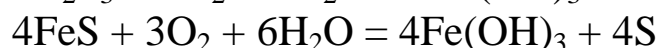
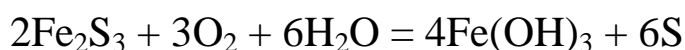
Gazni oltingugurtdan tozalash. Vodorod olishning birinchi bosqichidayoq gazni oltingugurtdan tozalash kerak, chunki oltingugurt va uning birikmalari kuchli katalitik zaharlar hisoblanadi. Texnologik gazlardagi oltingugurt vodorod sulfid tarzida yoki organik birikmalar (uglerod sulfid CS₂, uglerod oksisulfid COS, metkaptanlar RSH va boshqa birikmalar) tarzida uchrashi mumkin.

Ammiak ishlab chiqarish uchun oltingugurt birikmalaridan yuqori darajada tozalangan gaz kerak bo'ladi, chunki ammiak sintezi katalizatorini keskin pasaytiradi. Gazni oltingugurt birikmalaridan tozalash usullarini tanlash ko'pgina omillarga bog'liqdir, xususan, boshlang'ich aralashmadagi oltingugurt birikmalarining miqdori, talab etiladigan tozalanish darajasi va xokazo. Gazni oltingugurt birikmalaridan tozalash quruq va ho'l (suyuqlikli) usullariga bo'linadi.

Quruq usul. Bu usulda gazni oltingugurt birikmalaridan qattiq yuttirgichlar orqali tozalanadi. Yuttirgichlar sifatida temir(III)-gidroksid, ZnO, MnO, faollangan ko'mir ishlatiladi. Temir(III)-gidroksid bilan tozalash quyidagi reaksiyalarga asoslangan:

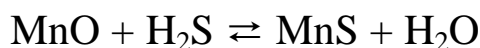


Bu holda regeneratsiya jarayoni quyidagi reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



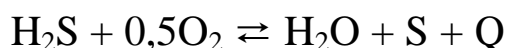
Rux oksidli yuttirgichda gazni tozalashda 350-400°C haroratda ZnO sulfidga aylanadi. Yuttirgich regeneratsiyasi 500-550°C haroratda havoniig suv bug'i bilan aralashmasida o'tkaziladi.

Marganey (II)-oksid 370-500°C haroratda quyidagi reaksiya bo'yicha vodorod sulfidni yutadi:



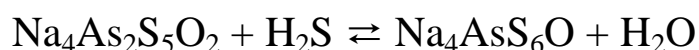
Yuttirgich regeneratsiyasi bug'-havoli aralashmada amalga oshiriladi.

Faollangan ko'mir bilan tozalash vodorod sulfidning kislorod bilan faollangan ko'mir yuzasida oksidlanishiga asoslangan:

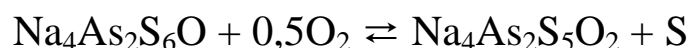


Ho'l usul. Gazni vodorod sulfiddan ho'l usulda tozalash suyuq yuttirgichlardan foydalanishga asoslangan. Mishyak-sodali, etanolaminli, karbonatli usullar eng keng tarqalgandir.

Mishyak-sodali usulda tozalash oksitioarsenat tuzlari eritmasining ishqoriy sharoitda vodorod sulfidni yutishiga asoslangan:



Yuttirgich regeneratsiyasi esa havo purkash yo'li bilan elementar oltingugur ajralishi orqali amalga oshiriladi:

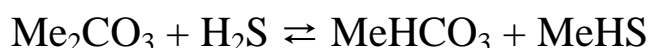


Metanolaminning vodorod sulfid bilan ta'sirlashuvi quyidagi reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



20-40°C haroratda reaksiya o'ng tomonga boradi. Harorat 100°C gacha oshirilganda reaksiya teskari yo'nalishda boradi, ya'ni eritmadan vodorod sulfidning desorbsiyalanishi kuzatiladi.

Tozalashning karbonatli usuli quyidagi qaytar reaksiya sodir bo'lishiga asoslangan:



bu yerda: Me – kaliy yoki natriy.

Oltinugurning organik birikmalari vodorod sulfidga nisbatan reaksiyaga kirishishi qiyindir. Bu qo'shimchalar katalitik gidrogenlash orqali vodorod sulfidga aylantiriladi, so'ngra u yuqoridagi usullardan biri bo'yicha yo'qotiladi. Oltinugurtli organik birikmalar nikel, temir-xrom, palladiy va boshqa katalizatorlar ishtirokida gidrogenlanadi.

Qattiq sovutish va konvertirlangan gazni suyuq azot bilan yuvish usuli orqali koks gazini ajratish. Qattiq sovutish orqali qo'shimchalarni kondensatsiyalash orqali vodorodni tozalash usuli, xuddi havoni fraksiyalarga ajratish kabi, gazlarning turli haroratda kondensatsiyalanishiga asoslangan. Bu usul koks gazidan vodorod olishda va CO₂ yuvilgandan so'ng konvertirlangan gazni CO va inert qo'shimchalardan tozalashda foydalaniladi.

Ammiak sintezi uchun azot va vodorod aralashmasi ishlatiladi, shuning uchun tozalashga keladigan gazdan azotni yo'qotish maqsadga muvofiq emas. Ammo azot va is gazining qaynash haroratlari juda kam farq qiladi, fraksiyali kondensatsiyalashning ularni ajratish juda qiyindir. Shuning uchun CO gazni suyuq azot bilan yuvish orqali yo'qotiladi. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, azot-vodorod aralashmasi yuvish minorasida suyuq azot bilan yuviladi. Bunda gaz to'la CO, shuningdek inert qo'shimchalar: metan va argondan amalda to'la tozalanadi. Yuvishda gazning azot bilan to'yinishi H₂:N₂ = 4:1 gacha yetadi. Azot qo'shish bilan ammiak sintezi uchun kerak bo'ladigan H₂:N₂ = 3:1 nisbatdagi gazlar aralashmasi olinishi mumkin bo'ladi.

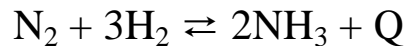
Koks gazini ajratish va konvertirlangan gazni tozalash 10-28 atm bosimda o'tkaziladi. Koks gazi ajratish blokiga kelishdan oldin H₂S, CO₂ va namdan yaxshilab tozalanadi, chunki ular muz hosil qilishi va

jihozlarni korrozionalashi mumkin. Koks gazi ajratish blokida ham, konvertirlangan gaz tozalash blokida ham azot oksidlari miqdori qat'iy nazorat qilinadi, uning agregatlarda to'planishi portlashga olib kelishi mumkin.

Konvertirlangan gaz CO_2 tozalangandan so'ng ammiakli sovutgichlarda -40°C gacha sovutiladi, alyumogel bilan quritiladi va quyi haroratli blokka yuboriladi. Quyi haroratli blokda gaz uchta issiqlik almashtirgichda -188°C gacha qarshi oqimli azot-vodorod aralashmasi bilan birin-ketin sovutiladi. So'ngra gaz bug'latgichga keladi, u yerda -189°C – -194°C gacha sovutiladi va qisman kondensatsiyalanadi. Xladogent sifatida yuvish minorasidan keladigan is gazi ishlatiladi. Gaz bug'latgichdan tarelka turidagi yuvish minorasiga yuboriladi. Yuvish minorasining yuqori qismidan azot-vodorod aralashmasi chiqadi, quyi qismidan esa is gazi fraksiyasi chiqarib olinadi. Xladagent sifatida yuqori bosimli (200 atm) azot ishlatiladi, u bug'latgichda sovutilgandan so'ng qisiladi. Suyuq azot yuvish minorasining yuqori qismidan beriladi. Azot-vodorod aralashmasi bilan chiqib ketadigan sovuqlikdan yuvishga keladigan gazni sovutishda foydalaniladi.

3-§. Sintetik ammiak ishlab chiqarish

Ammiak sintezi quyidagi reaksiya bilan ifodalanadi:



Ammiak sintezi hajm kamayishi va issiqlik ajralishi bilan boradigan qaytar jarayondir. Demak, bosimni oshirish va haroratni pasaytirish orqali reaksiya muvozanatini ammiak sintezi tomonga siljitish mumkin. Masalan, 200°C harorat va 10 atm bosimda azot va vodorod stexiometrik nisbatidagi aralashmasida NH_3 ning muvozanat konsentratsiyasi 50,7% ni tashkil etadi. Xuddi shu bosimda haroratni 300°C gacha oshirilishi ammiak konsentratsiyasining 14,7% gacha pasayishiga olib keladi. 300°C haroratda, ammo bosim 10 atm emas, balki 300 atm bo'lganda NH_3 konsentratsiyasi 71,0% ni tashkil etadi.

Azot molekulasida bog'ning xattoki yuqori haroratda (800°C) ham yuqori mustahkamlikka ega bo'lganligi sababli ammiak sintezi juda ham sekin sodir bo'ladi. Sintez jarayonini tezlashtirish uchun 400 - 550°C haroratda sintezni o'tkazishni ta'minlaydigan katalizatorlar qo'llaniladi. Ammiak sintezining nisbatan faol katalizatorlaridan biri temir oksidlaridan (Fe_3O_4) qaytarib olingan temir metalli hisoblanadi. Yuqori

harorat (450-550°C) ta'sirida va katalitik zaharlar (oltingugurtli va kislorodli birikmalar) bilan ta'sirlashishi natijasida temir katalizatori tezda o'zining faolligini yo'qotadi. Katalizatorning yuqori va turg'un faolligini ta'minlash uchun uni tayyorlash jarayonida promotorlar (Al_2O_3 , K_2O , CaO) qo'shish orqali faollanadi. Ishlab chiqarish sharoitida katalizatorning xizmat qilish muddati ikki yilni tashkil etadi. Katalizatorni kislorodli birikmalar (H_2O , CO_2 , CO) qaytar (qayta tiklanadigan), oltingugurtli birikmalar qaytmas (qayta tiklanmaydigan) zaharlaydi.

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

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

Ammiak sintezi jarayonining tezligi haroratga, bosimga, hajmiy tezlikka, gaz fazasidagi azot, vodorod va ammiak konsentratsiyasiga, inert qo'shimchalar (Ar va CH_4)ga hamda katalitik zaharlarga bog'liqdir.

Ishlab chiqarishdagi temir promotor katalizatorlari uchun sintez jarayoni tezligini Temkin M.I tenglamasi bo'yicha taxminan hisoblash mumkin:

$$\omega = k_1 p_{N_2} \left(\frac{p_{H_2}^3}{p_{NH_3}^2} \right)^\alpha - k_2 \left(\frac{p_{NH_3}^2}{p_{H_2}^3} \right)^{1-\alpha}$$

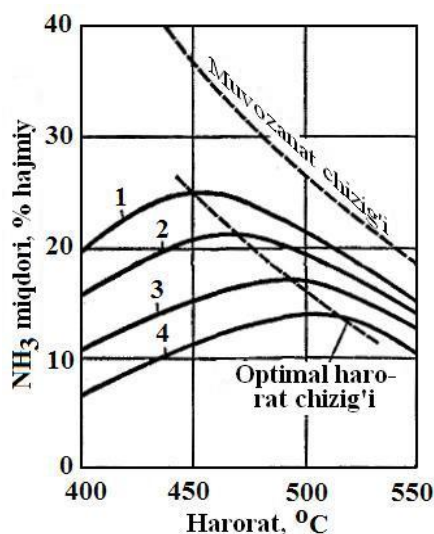
bu yerda: k_1 – ammiak sintezi tezlik konstantasi; k_2 – ammiak parchalanishi tezlik konstantasi; p_{N_2} , p_{H_2} va p_{NH_3} – azot, vodorod va ammiakning parsial bosimlari; α – doimiy kattalik, temir katalizatori uchun 0,5 ga teng.

k_1 va k_2 konstantalar quyidagi tenglamaga bog'liq:

$$\frac{k_1}{k_2} = K_{muv.}$$

bu yerda: $K_{muv.}$ – ammiak sintezi reaksiyasining muvozanat konstantasi. Shuning uchun bitta tezlik konstantasini bilgan holda ikkinchisini topish mumkin bo'ladi.

2.5-rasmda stexiometrik tarkibdagi gazlar aralashmasida ammiak miqdorining haroratga va 300 atm bosimdagi hajmiy tezlikka bog‘liqlikni tavsiflovchi ma’lumotlar keltirilgan. Bu ma’lumotlar ishlab chiqarishning AS-1 turidagi katalizatorlarida olingan. Uning ko‘rsatishicha, hajmiy tezlik ortishi bilan, ya’ni gazning katalizator bilan to‘qnashuv vaqti kamayishi bilan gazdagi ammiak miqdori kamayadi va bu har bir hajmiy tezlik uchun optimal harorat bo‘lishini, u mazkur sharoitda katalizatorning maksimal unumdorligiga muvofiq kelishini ko‘rsatadi.



2.5-rasm. Azot-vodorod aralashmasidagi ammiak miqdorining turli xil hajmiy tezlikdagi haroratga bog‘liqligi (300 atm, $N_2:H_2 = 1:3$):
1 – 15000 soat⁻¹; 2 – 30000 soat⁻¹; 3 – 60000 soat⁻¹; 4 – 120000 soat⁻¹.

Ammiak sintezi agregatining unumdorligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

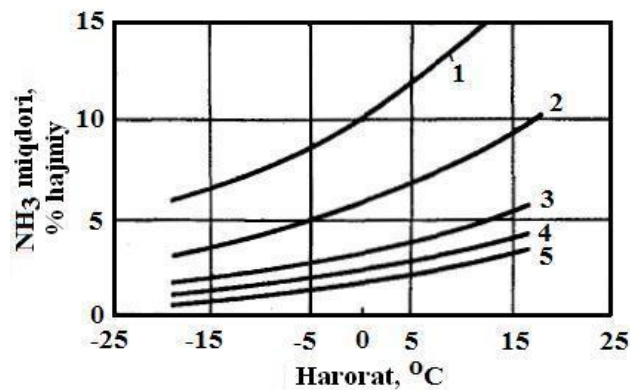
$$G = \frac{0,771 \omega v (c_2 - c_1)}{100 + c_2}$$

bu yerda: G – sintez minorasi unumdorligi, kg/soat; ω – hajmiy tezlik, soat⁻¹; c_1, c_2 – minoraga kirish va chiqishda gazdagi ammiak miqdori, kg/m³; v – katalizator hajmi, m³.

c_1 kattalik ammiak kondensatsiyasi harorati bilan aniqlanadi (2.6-rasm). c_2 kattalik harorat, bosim, hajmiy tezlik va azot-vodorod aralashmasi tarkibiga bog‘liq holda kinetik laboratoriya ma’lumotlari bo‘yicha aniqlanadi.

300 atm bosimida (2.5-rasm) hajmiy tezlik olti marta (15000 dan 90000 soat⁻¹ gacha) oshirilganda s_2 ni optimal sharoitda atigi ikki marta (24 dan 12% NH_3 gacha) kamaytiradi. Shunday qilib, hajmiy tezlikni

oshirish bilan 1 m^3 katalizatoridan ammiak ajralib chiqishi keskin ortadi. Lekin bunda ta'sirlashmagan azot-vodorod aralashmasining hajmi anchagina ortadi, u doimo sistemada aylanib yuradi. Bu hajmiy tezlik iqtisodiy mushohada orqali hal etiladi. Hozirgi paytda o'rtacha bosimdagi ammiak sintezi qurilmalari 10000 dan 25000 soat^{-1} gacha hajmiy tezlikda ishlamoqda.

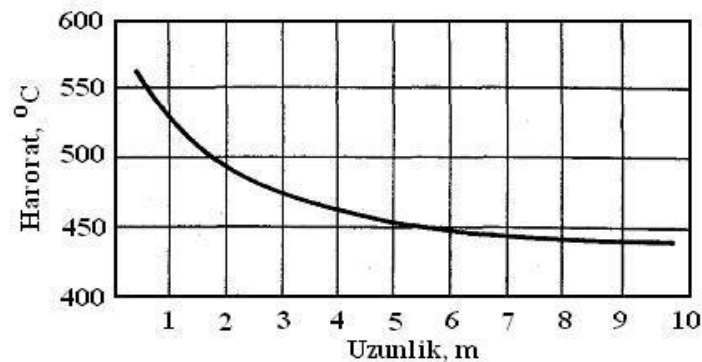


2.6-rasm. Suyuq ammiak ustidagi azot-vodorod aralashmasida ammiak miqdorining harorat va bosimga bog'liqligi:

1 – 50 atm; 2 – 100 atm; 3 – 300 atm; 4 – 600 atm; 5 – 1000 atm.

Gaz fazasida ammiak miqdorining muvozanat konsentratsiyasiga yaqinlashishi bilan sintez jarayoni tezligi kamayadi, shunday bo'lsada minorada ammiak hosil bo'lishi davomida haroratni muntazam kamaytirib borish kerak.

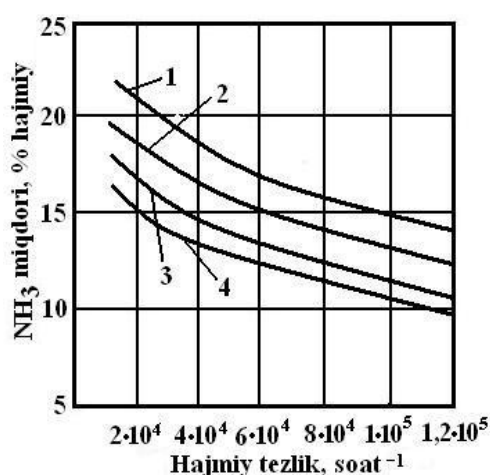
2.7-rasmda azot-vodorod aralashmasidagi inert (Ar va CH_4) qo'shimchalar 7%, 300 atm bosim va 15000 soat^{-1} hajmiy tezlikda ishlaydigan reaktorning kataliz doirasida haroratning optimal taqsimlanish egri chiziqlari ifodalangan.



2.7-rasm. 15000 soat^{-1} hajmiy tezlikda katalizator qutisi uzunligi bo'yicha haroratning optimal taqsimlanishi.

Inert qo‘shimchalar katalizator faolligini pasaytirmaydi, ammo sistemada to‘planib boradi, azot va vodorodning parsial bosimlarini pasaytiradi va ammiak sintezi jarayonini sekinlashtiradi (2.8-rasm).

Ammiak sintezi agregatlari yuqori va turg‘un unumdorlikda ishlashining asosiy shart-sharoitlari: 1) azot-vodorod aralashmasini katalitik zaharlar va inert qo‘shimchalardan yuqori darajada tozalash; 2) $N_2:H_2=1:3$ nisbatni ushlab turish; 3) katalizator doirasi uzunligi bo‘yicha jarayon harorati optimalligini ta‘minlash; 4) sintez minorasiga kirishda ammiak miqdorini kamaytirishdan iborat.



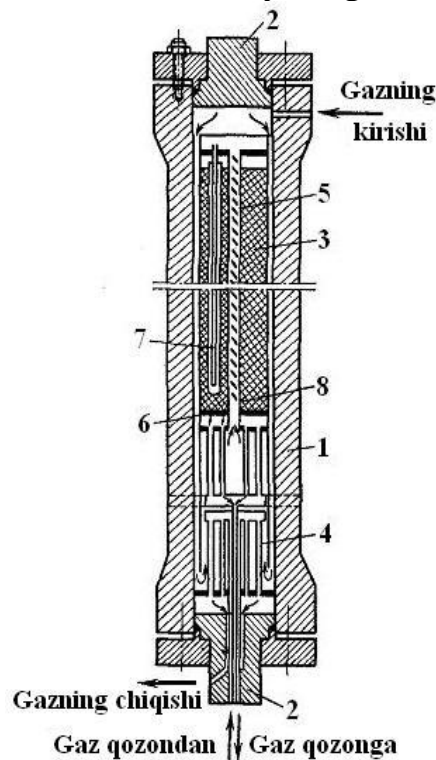
2.8-rasm. Ammiak miqdorining 450-500^oC haroratda hajmiy tezlik va boshlang‘ich aralashmadagi inert qo‘shimchalar konsentratsiyasiga bog‘liqligi:

1 – $N_2 + 3H_2$ (qo‘shimchalarsiz); 2 – $N_2 + 3H_2 + 2\%$ (Ar va CH_4); 3 – $N_2 + 3H_2 + 7\%$ (Ar va CH_4); 4 – $N_2 + 3H_2 + 10\%$ (Ar va CH_4);

Reaktor – sintez minorasi. Reaktor – sintetik ammiak olish uchun asosiy, eng muhim qurilma hisoblanadi. Minora konstruksiyasi mustahkam va ishonchli bo‘lishi hamda havfsiz va uzoq muddat ishlashini ta‘minlash lozim. Shuning uchun minoralar po‘latdan tayyorlanadi, unga yuqori talablar qo‘yiladi. Gazlar aralashmasidagi vodorod va ammiak yuqori haroratda po‘latga ta‘sir ko‘rsatadi, uning mexanik xususiyatlarini yomonlashtiradi. Minora devori haroratini pasaytirish uchun sintez minorasiga kiradigan sovuq azot-vodorod aralashmasi minora silindr yuzasi bo‘ylab o‘tadi. Ammiak sintez minorasining korpusi xrom-vanadiyli po‘lat quymadan iborat bo‘ladi.

2.9-rasmda oʻrtacha bosimli tizim uchun ammiak sintezi quvurli minorasi tasvirlangan. Minora vertikal poʻlat silindr 1 koʻrinishida boʻlib, devorining qalinligi 176-200 mm, balandligi 12-20 m va ichki diametri 1,0-1,4 m ni tashkil etadi. Minoraning yuqori va pastki qismi poʻlat qopqoqlar 2 bilan berkitiladi.

Minoralar konstruksiyalari, asosan, korpusining oʻlchamlari va ichki toʻldirgich qurilmalari bilan farqlanadi. Oʻrtacha bosimda ishlaydigan minoraning yuqori qismida katalizator qutisi 3, pastki qismida esa jarayon avtotermikligini taʼminlash uchun issiqlik almashtirgich 4 joylashtirilgan boʻladi. Minora korpusida issiqlik niqobi boʻladi, u minora ichki va tashqi devorlarida haroratning farqlanishi hisobiga korpus devorlarida termik kuchlanish yuzaga kelishini bartaraf etadi.



2.9-rasm. Ammiak sintezi minorasining sxemasi:

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

Katalizator minoradagi panjara 6 ga yuklanadi. Optimal harorat rejimini taʼminlab turish uchun vatalizator qatlamlari orasiga qoʻshaloq issiqlik almashtirgich quvurlari 7 joylashtiriladi. Azot-vodorod aralashmasi sintez minorasining yuqori qismidan kiradi, asosiy korpus va katalizator qutisi orasidagi halqali boʻshliqdan minora korpusini qizib ketishdan saqlagan holda pastga hamda issiqlik almashtirgich 4 quvurlariaro boʻshliqdan pastdan yuqoriga harakatlanadi. Soʻngra gaz

minora ishga tushirilganda ishlaydigan elektr qizdirgich 5 joylashtirilgan markaziy quvur 8 bo'yicha katalizator qutisi 3 ning yuqori qismiga va undan katalizator qatlamida joylashgan qo'shaloq quvurlarga o'tadi. Dastlab gaz ichki tor quvur orqali yuqoridan pastga o'tadi, so'ngra tor va keng quvurlar orasidagi halqali bo'shliqdan yuqoriga ko'tariladi. Reaksiya boshlanishiga qadar 400-420^oC haroratgacha qizdirilgan azot-vodorod aralashmasi katalizator qatlamiga kiradi. Katalizator doirasidagi harorat 450-520^oC da ushlab tikriladi. Katalizator qatlami orasidan o'tib ta'sirlashgan gaz issiqlik almashtirgich quvurlariga keladi.

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

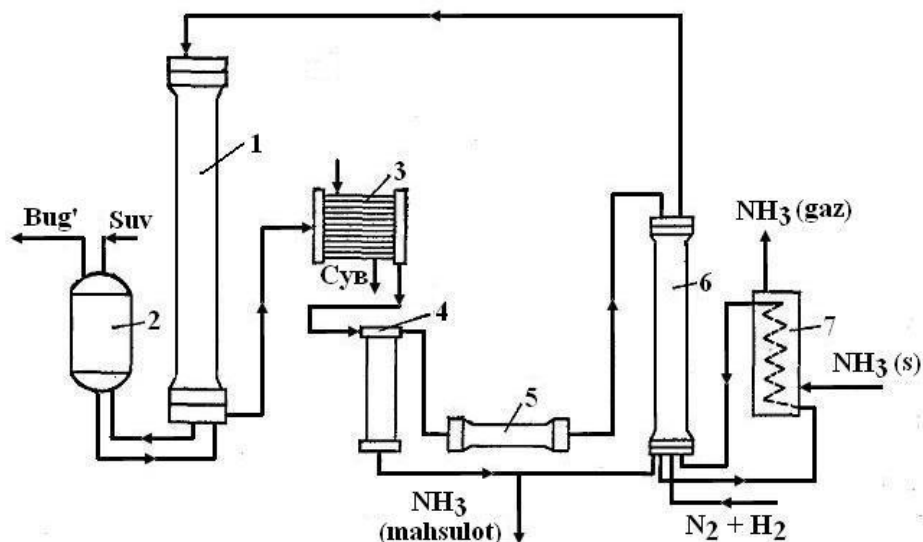
Hozirgi paytda sutkasiga 150 dan 1500 t gacha unumdorlikka ega bo'lgan ammiak sinezi minoralari ishlatilmoqda. Gazlarning tozalik darajasiga muvofiq holda katalizatorning xizmat qilish muddati ikki yilgacha bo'lishi mumkin.

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

Sintez minorasida azot-vodorod aralashmasi to'la ammiakka aylanmaydi (2.5-rasm). Kontakt jihozidan chiqadigan gazda ammiak miqdori 14-20%ni tashkil etadi. Bu aralashma sovutiladi, ammiak kondensatsiyalanadi va gazdan ajratiladi, ta'sirlashmagan azot-vodorod aralashmasi esa sirkulyatsiya kompressorlari yordamida kontakt jihoziga qaytariladi. Kontakt jihozida ammiak hosil bo'lishiga to'g'ri keladigan tarkibdagi yangi azot-vodorod aralashmasi aylanuvchi aralashmaga qo'shiladi. Shunday qilib, bu holatda texnologik jarayonni amalga oshirish uchun sirkulyatsiya sxemasidan foydalaniladi.

Madomiki aylanuvchi gazda inert qo'shimchalar to'planib borar ekan, ishlab chiqarish amaliyotida qo'shimchalar miqdorini bir maromda

ushlab turish uchun aylanuvchi gazlar aralashmasining bir qismini atmosferaga chiqarib yuboriladi. Oʻrtacha bosimda ammiak sintezi qurilmasi 2.10-rasmda tasvirlangan.



2.10-rasm. Oʻrtacha bosimda ammiak sintezi agregatining sxemasi.

Sintez uchun tayyorlangan azot-vodorod aralashmasi minora 1 ning yuqori qismidan beriladi, u yerda ammiak sintezi sodir boʻladi. Taʼsirlashgan azot-vodorod-ammiak aralashmasi minoradan 400°C haroratda chiqadi va yuttirgich qozon 2 ga beriladi, soʻngra minoraga qaytariladi, issiqlik almashtirgichdan oʻtadi va $90-100^{\circ}\text{C}$ haroratda suvli sovutgich 3 va separator 4 ga yuboriladi. Suvli sovutgichda 300 atm bosimida bir qism ammiak kondensatsiyalanadi. Shundan keyin gaz quvurli sirkulyatsiya kompressor 5 bilan kondensatsiya kolonnasi 6 ga va undan bugʻlatgich 7 ga uzatiladi. Bugʻlatgichda suyuq ammiakning bugʻlanishi hisobiga gaz aralashmasidan ammiakning yetarlicha toʻla ajralishi uchun sovuq hosil qilinadi. Yangi azot-vodorod aralashmasi, qoidaga muvofiq, kondensatsiya minorasining quyi qismiga beriladi, u yerda ammiak bilan yuvilish orqali namlik, moy va CO_2 dan tozalanadi.

4-§. Havodan azot va kislorod olish

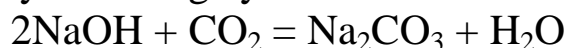
Havo yerning gaz holatdagi qobigʻi – atmosferasida boʻladigan gazlarning mexanik aralashmasidir. yer sirti quruq havosining tarkibiga 78% azot, 21% kislorod va 1% argon kiradi. Havodagi suv bugʻining miqdori 0,% dan 2% gacha oʻzgaradi. Bundan tashqari, havoda iz

miqdorda karbonat angidrid, 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 $-182,9^{\circ}\text{C}$ da, argon $-185,7^{\circ}\text{C}$ da, azot $-195,7^{\circ}\text{C}$ 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 CO_2 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 angidriddan tozalash uchun o‘yuvchi natriy eritmasiga yuttiriladi:



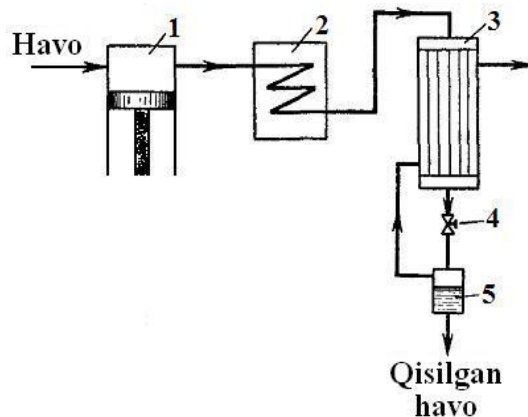
Havo suv bug‘idan qattiq adsorbentlar (silikagel, alyumogel kabilar) yoki o‘yuvchi natriy to‘ldirilgan adsorberlarda tozalanadi.

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

- 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 molekulalar 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 2.11-rasmda ko'rsatilgan. Havo kompressor 1 bilan qisiladi, so'ngra sovutgich 2 da 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 separator 5 da yig'iladi.

- Tashqi ish bajarish bilan qisilgan gazning kengayishida sovush 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.

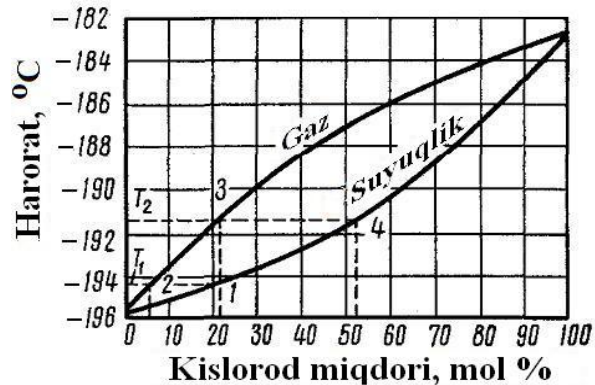


2.11-rasm. Havoni qisish qurilmasining sxemasi.

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 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. 2.12-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) $t_1 = -194,3^\circ\text{C}$ (nuqta 1) da qaynaydi. Suyuqlik ustidagi gaz fazasi azot bilan boyigan bo‘ladi, nuqta 2 uning 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 nuqta 4 ga muvofiq keladi, ya’ni suyuqlik kislorod bilan boyiydi, gaz fazasi tarkibi esa nuqta 3 ga muvofiq keladi. Shunday qilib, gaz fazasi azot bilan boyitiladi.

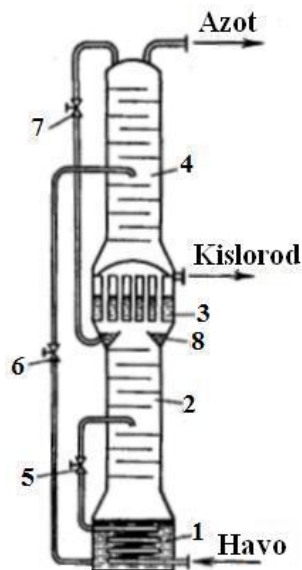


2.12-rasm. Azot-kislorod sistemasi uchun muvozanat diagrammasi.

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 (2.13-rasm). Quyi minora 2 havoni azot va havo-kislorod aralashmasiga dastlabki ajratish uchun xizmat qiladi. Yuqori kolonna 4 da 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‘ntaklari 8

da suyuqlik yigʻiladi, undagi azot miqdori 98-99,5% ga yetadi. Shu yerdan suyuq azotning bir qismi pastga oqib tushadi, bir qismi esa yuqori minorani sugʻorishga beriladi. Tarkibida taxminan 40% kislorod boʻlgan havo-kislorod aralashmasi quyi minoradan yuqori minoraning oʻrta qismiga beriladi. Pastga oqib tushishi hisobiga suyuqlik kislorod bilan boyiydi, koʻtarilayotgan azot bugʻlari esa yuqoridan oqib tushayotgan suyuq azot bilan kisloroddan tozalanadi. Toza azot yuqori minoradan ajratib olinadi, gaz holatdagi kislorod bugʻlatgich ustidan ajratib olinadi.



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

1-minora sigʻimi; 2-quyi minora; 3-kondensator-bugʻlatgich; 4-yuqori minora; 5,6,7-drossel joʻmrangi; 8-choʻntak.

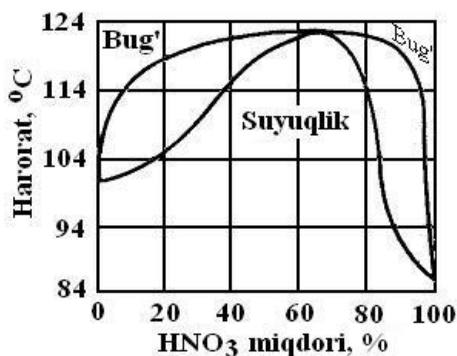
Yirik zamonaviy havoni ajratish qurilmasining quvvati 3000-17000 m³/soat azotni tashkil etadi. Elektr energiyasi sarfi esa 0,09-0,16 kvt·soat/m³ N₂ ni tashkil qiladi.

5-§. Nitrat kislota ishlab chiqarish

Nitrat kislota – muhim mineral kislotalardan biri hisoblanadi. Suvsiz nitrat kislota HNO₃ zichligi 1,52 g/sm³ (15^oC da) boʻlgan ogʻir suyuqlik boʻlib, havoda tutaydi. U –47^oC haroratda muzlaydi va 86^oC 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 x.k.) hosil qiladi. Sultirilgan nitrat kislota bug‘latilganda uning miqdori eritmada $121,9^\circ\text{C}$ haroratda qaynaydigan azeotrop aralashmaga muvofiq keladigan konsentratsiyagacha (68,4%) ortadi (2.14-rasm).



2.14-rasm. $\text{H}_2\text{O}-\text{HNO}_3$ sistema uchun muvozanat diagrammasi.

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.

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

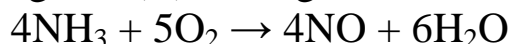
Konsentrlangan nitrat kislota siklik organik birikmalar bilan ta‘sirlashganda ulardagi vodorod atomlari o‘rnini nitroguruh oladi va nitroorganik birikmalar hosil qiladi. Gidroksil guruhli organik birikmalar bilan HNO_3 efirlar hosil qiladi.

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 kislotaning 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.

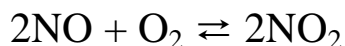
Sanoatda uch xil navdagi suyultirilgan (kuchsiz – 45-55% HNO_3) va ikki navdagi konsentrlangan (97-98% HNO_3) nitrat kislota ishlab chiqariladi.

Ammiakdan suyultirilgan nitrat kislota olish jarayoni quyidagi reaksiyalarga asoslangan:

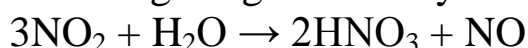
1) Ammiakning azot(II)-oksidgacha kontaktli oksidlanishi:



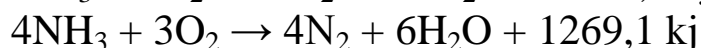
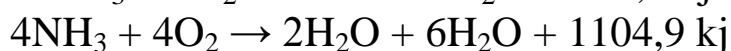
2) Azot(II)-oksidning azot(IV)-oksidgacha oksidlanishi:



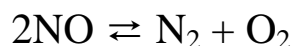
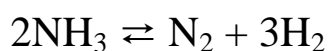
3) Azot(IV)-oksidning suvga absorbsiyasi:



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:



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



Yuqori haroratda (900^oC 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 oshirishini 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.

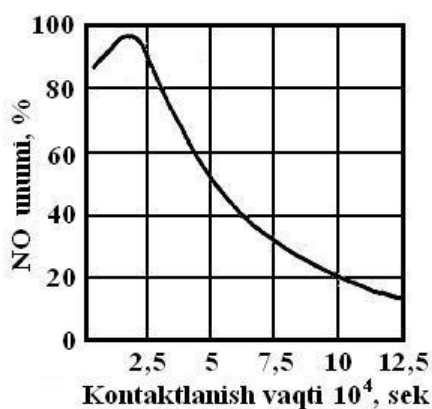
Platina katalizatorlari yuqqa 0,06-0,09 mm diametrli simdan tayyorlangan to‘r shaklida bo‘lib, 1 sm² yuzada 1024 yacheyka bo‘ladi. Atmosfera bosimi ostida ammiakni aksidlash jarayonini o‘tkazish uchun: Pt+4% Pd + 3,5% Rh tarkibli, bosim ostida jarayonni o‘tkazish uchun esa: Pt+7,5% Rh tarkibli platina qotishmalaridan tayyorlangan

toʻrlar ishlatiladi. Platinaga palladiy va rodiyning qoʻshilishi katalizator toʻri mustahkamligini oshiradi va platina xarajatlarini kamaytiradi.

Ammiakni platina katalizatorida oksidlash – murakkab geterogen katalitik jarayon boʻlib, birin-ketin bir necha bosqichda sodir boʻladi: 1)katalizator sirtiga taʼsirlashuvchi reagentlar diffuziyasi; 2)kislorodning faollangan adsorbsiyasi; 3)katalizator sirtida molekulalarning kimyoviy taʼsirlashishi; 4)katalizator sirtidan reaksiya mahsulotlarining desorbsiyasi.

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

Harorat, bosim va gazlar aralashmasining tarkibi oʻzgaras boʻlganda azot oksidi unumining atmosfera bosimida (platina-rodiy katalizatori) kontaktlanish vaqtiga bogʻliqligi 2.15-rasmda tasvirlangan. Gazning katalizator bilan toʻqnash vaqti ortishi bilan dastlab azot(II)-oksidning unumi ortadi, soʻngra pasayadi, bu qoʻshimcha reaksiyalar sodir boʻlishi bilan izohlanadi. Kontaktlanishning optimal vaqti 0,001-0,002 sek chegarasida oʻzgaradi.



2.15-rasm. Azot(II)-oksid unumining kontaktlanish vaqtiga bogʻliqligi.

Havo-ammiak aralashmasining katalizator yuzasi bilan maʼlum vaqt toʻqnashuvini taʼminlash uchun kontakt jihoziga taxlam tarzida bir necha toʻr joylanadi, ulardan gazlar aralashmasi birin-ketin oʻtadi. Atmosfera bosimda ishlaydigan qurilmalarda taxlamlarga odatda 3-4 ta toʻr kiradi, yuqori bosim ishlatilganda taxlamda 15-20 ta toʻr ishlatiladi.

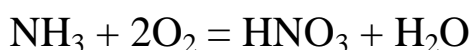
Platinali katalizatorlar kontakt jihoziga ammiak-havo aralashmasi bilan kiradigan qoʻshimchalarga taʼsirchandır. Ayniqsa kuchli zahar –

vodorod ftorid platina katalizatorini xattoki gazlar aralashmasida 0,00001% miqdorda bo'lganda ham qaytmas zaharlaydi.

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 aktiligi 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-rodiiy 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.

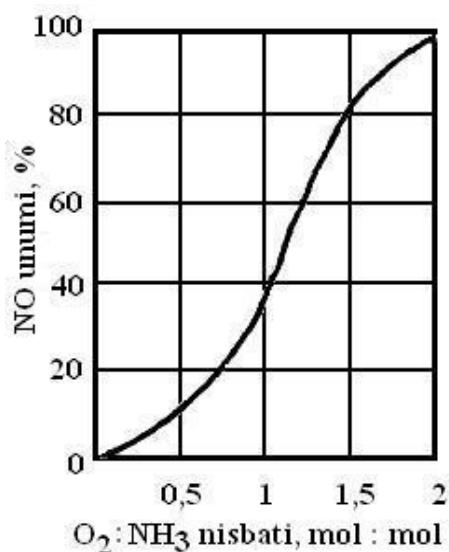
Ammiakning oksidlanishi uchun stexiometrik tenglama bo'yicha 1 mol azotga 1,25 mol kislorod to'g'ri keladigan tarkibdagi azot-vodorod aralashmasi talab etiladi. Atmosfera bosimida ishlaydigan platina katalizatori uchun azot(II)-oksid unumining boshlang'ich ammiak-havo aralashmasidagi kislorod va ammiak konsentratsiyalari nisbatiga bog'liqligi 2.16-rasmda ko'rsatilgan. Amalda azot(II)-oksid unumi va jarayon tezligini oshirish uchun O₂:NH₃ nisbat 1,7-2,0 ga teng deb qabul qilinadi:



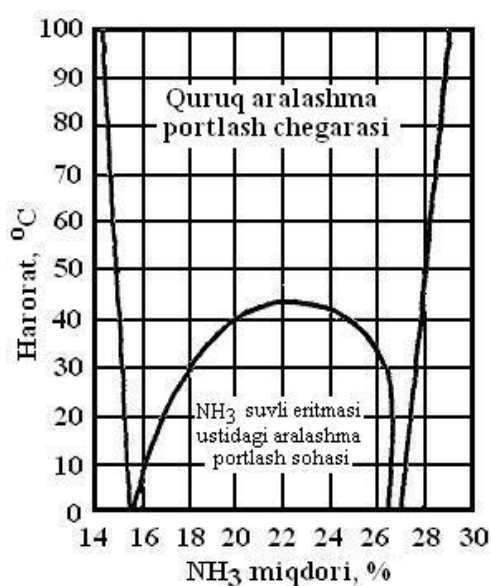
Bu havo-ammiak aralashmasida 9,5-11,5% NH₃ bo'lishini bildiradi.

Ammiak va havo ma'lum nisbatda bo'lgan ammiak-havo aralashmasi portlash havfi mavjuddir. 2.17-rasmda atmosfera bosimida ammiak-havo aralashmasidagi NH₃ miqdorining portlash havfi chegarasi

ko‘rsatilgan. Ishlab chiqarish sharoitida ammiak va havo nisbati portlash havfi chegarasidan tashqarida bo‘ladigan ammiak-havo aralashmasi bilan ishlanadi.



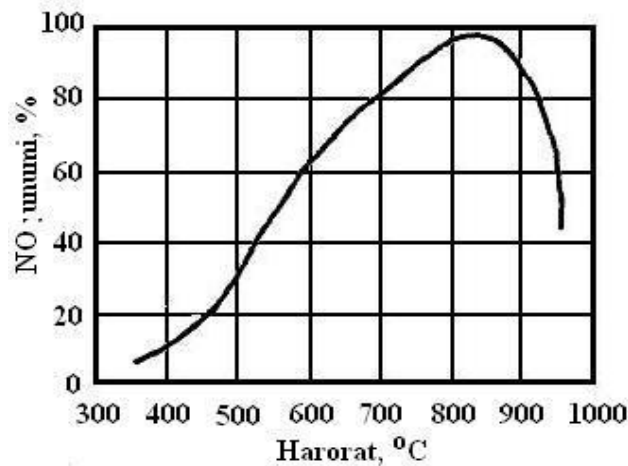
2.16-rasm. Azot(II)-oksid unumining boshlang‘ich ammiak-havo aralashmasidagi kislorod va ammiak konsentratsiyalari nisbatiga bog‘liqligi.



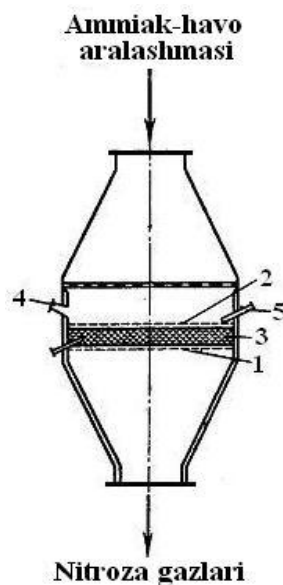
2.17-rasm. Quruq va suv bug‘i bilan to‘yingan ammiak-havo aralashmasining portlash chegaralari.

2.18-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 plptina-rodii katalizatori ishlatilganda gazning haroratini 700-800^oC chegarasida, yuqori bosimda esa 800-900^oC chegarasida ushlab turish kerak. Katalizatorning harorati gazlar aralashmasi haroratidan taxminan 75^oC yuqori bo‘ladi.



2.18-rasm. Azot(II)-oksid unumining haroratga bog‘liqligi.



2.19-rasm. Kontakt jihozi sxemasi:

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

Reaktor – kontakt jihozi. 3,5-4,0 atm bosim ostida ishlaydigan reaktor – kontakt jihozi 2.19-rasmda ko‘rsatilgan. Jihozning diametri 1,5-2,5 m dir. Gaz kontakt jihazining 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 jihozlarda 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 oshirganda 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:

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

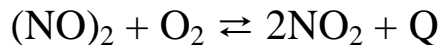
bu yerda: k_1 – reaksiyaning tezlik konstantasi; p_{NO} – azot(II)-oksidning parsial bosimi; p_{O_2} – kislorodning parsial bosimi.

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:



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

$$\frac{dG_{\text{NO}_2}}{d\tau} = k_1 p_{(\text{NO})_2} p_{\text{O}_2}$$

bu yerda: k_1 – $(\text{NO})_2$ oksidlanish reaksiyaning tezlik konstantasi; $p_{(\text{NO})_2}$ – 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 O_2 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 NO_2 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.

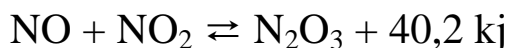
Azot(IV)-oksidi dimer $(\text{NO}_2)_2$ hosil qilib assotsilanishi mumkin:



Bu reaksiya tezligi juda katta va muvozanat sharoiti orqali $\text{NO}_2:\text{N}_2\text{O}_4$ nisbatni amalda belgilanadi. 0°C haroratda NO_2 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:



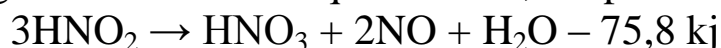
Bu reaksiya muvozanati amalda bir zumda o'rnatiladi. Bosim oshirilishi va haroratning pasaytirilishi muvozanatni o'ngga siljitadi. Amaliy sharoitda ammiak oksidlanishidan olinadigan nitroza gazlari tarkibida N_2O_3 miqdori ko'p bo'lmaydi.

Oksidlanish reaksiyasi va oksidlarning assotsilanishi natijasida nitroza gazlari aralashmasi hosil bo'ladi, uning tarkibida havo bilan kiradigan azot va kisloroddan tashqari NO_2 , N_2O_4 , N_2O_3 , NO , N_2O va H_2O bo'ladi. Turli xil azot oksidlarining nisbati sharoitga bog'liq holda tez o'zgarib turadi, lekin atmosfera bosimidagi suvli absorbsiya jarayonida asosiy komponent NO_2 hisoblanadi.

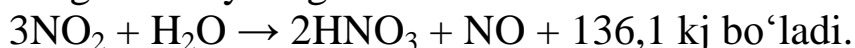
Azot(IV)-oksidni suv bilan absorbsiyalash. Azot(IV)-oksidni suv bilan absorbsiyalash nitrat kislota ishlab chiqarishning oxirgi bosqichi hisoblanadi. Azot(IV)-oksid va uning dimeri suv bilan quyidagi reaksiya bo'yicha ta'sirlashadi:



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



Jarayonning umumiy tenglamasi:



Nitrit anhidrid 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 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 eruvchanligi ortada, u suv bilan ta'sirlashmaydi. Shuning uchun nitroza gazlarini nitrat kislota qayta ishlash, odatda, 20-30°C haroratda o'tkaziladi.

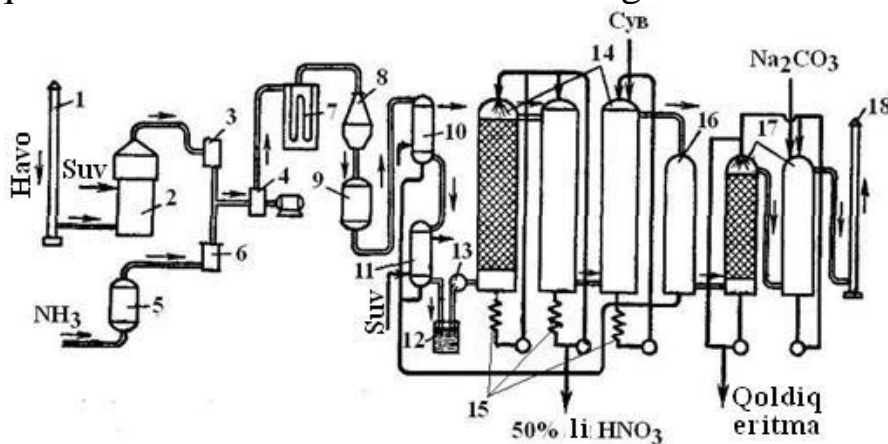
Ammiak-havo aralashmasi (10-12% NH_3) ishlatilishi bilan bosim ostida ishlaydigan tizimlarda nitroza gazlarini qayta ishlash orqali 48-

50% li nitrat kislotaning 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 2.20-rasmda ko'rsatilgan.



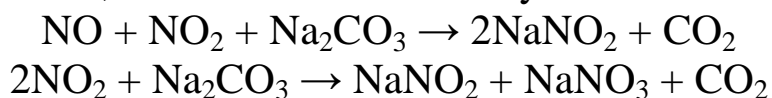
2.20-rasm. Atmosfera bosimi ostida ishlaydigan suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish qurilmasining sxemasi

Qurilmaga havo korxon 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 filtr 6 da tozalanadi. Havo, ammiak va qo'shimcha 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 jihozi 8 ning (2.19-rasm) yuqori qismiga beriladi. Kontakt jihozidan chiqishda nitroza gazlarining harorati odatda 800°C atrofida ushlab turiladi. Yuttirgich-

qozon 9 da gazlar issiqligidan suv bug‘i ishlab chiqarishda foydalaniladi va gazlar harorati 250^oC gacha pasaytiriladi. So‘ngra gazlar suv bilan sovutgich 10 va 11 da 30^oC haroratgacha sovutiladi. Bunda suv bug‘i kondensatsiyasi va azot(II)-oksidning oksidlanishi qisman sodir bo‘ladi. Tezkor sovutgich 10 da NO ning oksidlanish darajasi oz bo‘ladi, shuning uchun unda 3% li nitrat kislota hosil bo‘ladi. Sovutgich 11 da esa 25% HNO₃ konsentratsiyali kislota olinadi.

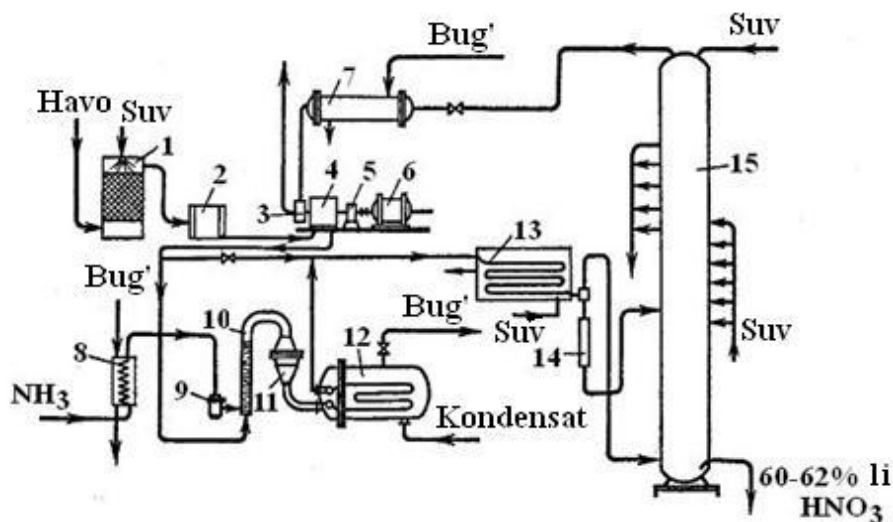
Nitroza gazlari gidrozatvor 12 dan o‘tgach, gaz purkagich 13 bilan absorbsiya minorasiga uzatiladi, u yerda birin-ketin ulangan kislotali absorbsiya minoralari 14 dan o‘tadi. Minoralar kislotabardosh halqalardan iborat to‘ldirgichlar bilan to‘ldirilgan. Minoralarga sovutgichlar 15 va nasoslar o‘rnatilgan bo‘ladi. Agar nitroza gazlarini qayta ishlash atmosfera bosimida amalga oshirilsa, odatda kislotali absorbsiya olti-sakkiz minorada o‘tkaziladi. NO₂ ni yuttirish uchun suv oxirgi minora 14 ga 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 NO₂ ga oksidlash uchun minora 16 o‘rnatilgan, nitroza gazlari undan o‘tib minora 17 da soda eritmasi bilan ishqorli 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 2.21-rasmda ko‘rsatilgan.



2.21-rasm. 7-10 atm bosim ostida suyultirilgan nitrat kislotasi ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi.

Suv yoki soda eritmasi bilan skrubber 1 da yuvilgan va asbest yoki kartonli quruq filtr 2 da filtrlab tozalangan atmosfera havosi belgilangan bosimgacha siqish uchun quvurli kompressor 4 ga yuboriladi, bunda u taxminan $110-120^{\circ}\text{C}$ gacha qiziydi va aralashtirgich 10 ga boradi. Bu yerda u bug'latgich 8 dan keladigan hamda moy va katalizator changidan tozalash uchun filtr 9 orqali o'tgan ammiak bilan aralashadi. Aralashtirgich 10 da olingan tarkibida 10-12% NH_3 tutgan ammiak-havo aralashmasi kontakt jihozi 11 ga yuboriladi. Kontakt jihozida ammiakning azot(II)-oksidga oksidlanishi 900°C haroratda sodir bo'ladi. Qaynoq nitroza gazlari kontakt jihozidan yuttirgich qozon 12 ga yuboriladi, u yerda 400°C haroratgacha sovutiladi. So'ngra gaz $40-50^{\circ}\text{C}$ gacha keyingi sovutish uchun kondensator-sovutgich 13 ga beriladi. Kondensator yo'li bo'yicha nitroza gaziga havo qo'shib boriladi. Bu NO ning NO_2 ga keyingi oksidlanishini yaxshilaydi. Nitroza gazlarining kondensatorida oksidlanishi tez sodir bo'ladi, bunda NO_2 kondensatsiyalanadigan suv bug'i bilan 53-56% li nitrat kislotasi hosil qiladi. Nitrat kislotaning bu miqdori kislotasi qurilmasida olinadigan barcha kislotaning 50% gachani tashkil etadi. Kontakt jihozidan nitroza gazlari bilan chiqadigan platina zarrachalarini ajratish uchun kondensatorida hosil bo'ladigan nitrat kislotasi filtr 14 orqali o'tadi va tarelkali absorbsiya minorasi 15 ga kelib tushadi. Nitroza gazlari kondensator 13 dan absorbsiya minorasi 15 ning 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 NO₂) bo'ladi. Bu gazlar qizdirgich 7 ga, u yerda yuttirgich qozondan olinadigan bug' bilan qizdiriladi, so'ngra ular bosimidan foydalanish uchun kengayish trubinalari 3 ga yuboriladi. Bu esa havoni siqish uchun sarflanadigan 40% gacha energiyani tejash imkonini beradi. Minora 15 dan chiqadigan gazlarni qizdirish uchun yuttirgich qozondan keyingi nitroza gazlarini bug' bilan birgalikda ishlatish mumkin.

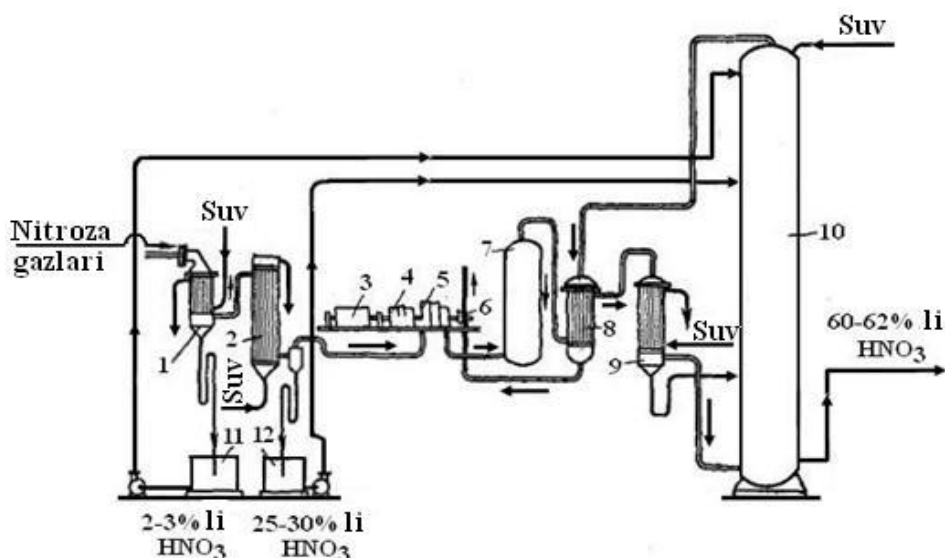
Tizimning asosiy jihozlari (kondensator, absorbsiya minoralari va boshqalar) xrom-nikelli po'latdan tayyorlanadi. Absorbsiya minorasi konstruksiyasi qalpoqli yoki teshikli (elakli) barbotaj tarelkali tayyorlanadi.

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 (2.22-rasm).

Nitroza gazlari birin-ketin ikkita sovutgichda sovutiladi va quvurli kompressor bilan 3,5 atm bosimgacha siqiladi, bunda ular 120-130^oC haroratgacha qiziydi. NO oksidlanish reaksiyasi issiqligi hisobiga oksidlagichda gazlar harorati 200-220^oC gacha ortadi. Nitroza gazlari oksidlagichdan so'ng dastlab issiqlik almashtirgichda chiqindi gazlari bilan, so'ngra sovutgich-kondensatorida suv bilan sovutiladi.



2.22-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 yig'ichi.

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

Turli xil usullarda nitrat kislota ishlab chiqarish bo'yicha solishtirma ma'lumotlar 2.4-jadvalda keltirilgan.

2.4-jadval

Nitrat kislota ishlab chiqarishning turli xil usullarini solishtirish

Ko'rsatkichlar	Qurilma uchun 1 t HNO ₃ hisobiga sarf koeffitsientlari		
	atmosfera bosimida	yuqori bosimda	kombinatsiy a-lashgan
Ammiak, t	0,29-0,30	0,29-0,295	0,29
Elektr energiyasi, kvт·soat	70-90	340-500	230
Bug' (12 atm), kkal	13·10 ⁶	13·10 ⁶	-
Platina, g	0,048-0,05	0,15-0,2	0,049

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.

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.

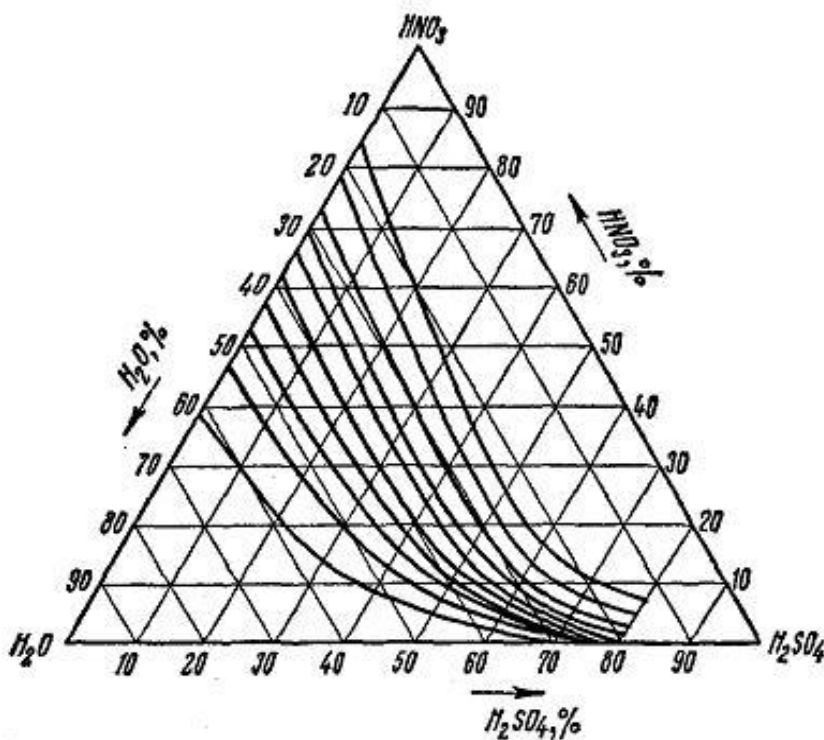
Maksimal qaynash harorati HNO_3 ning 68,4% miqdoriga to'g'ri keladi (2.14-rasmga qarang). Bu nuqtada bug'ning tarkibi suyuq faza tarkibi bilan bir xil bo'ladi (azeotrop aralashma) va shundan keyingi haydash orqali nitrat kislota konsentratsiyasini oshirish mumkin emas. Konsentrlangan (68% dan yuqori) nitrat kislota olish uchun suyultirilgan nitrat kislotani haydash odatda suv tortuvchi muhit – 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.

2.23-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.

Suyultirilgan nitrat kislotani 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 kislotabardosh cho'yan (ferrosilitsid) xizmat qiladi.

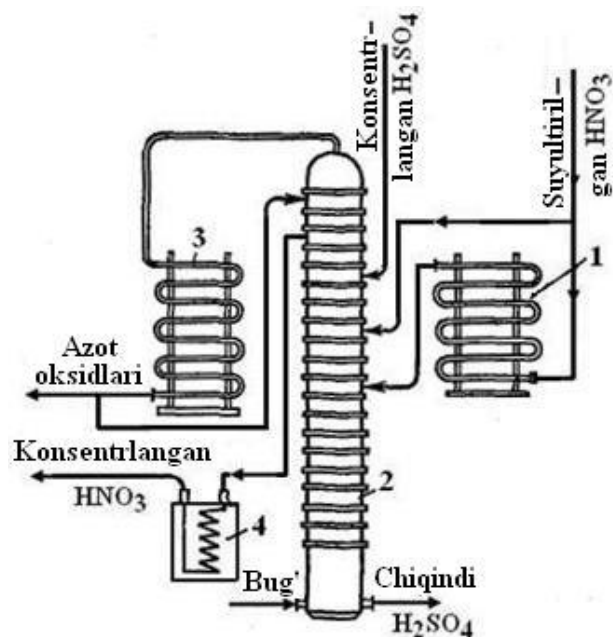
Suyultirilgan nitrat kislotani konsentrlash uchun qurilmaning prinsipial sxemasi 2.24-rasmda ko'rsatilgan. Sulfat kislota minora 2 yuqori tarelkalaridan biriga tushadi. Minoraning sal quyirog'iga tarkibida 50% HNO_3 bo'lgan suyultirilgan nitrat kislota beriladi. Uning bir qismi bug'latgich 1 orqali o'tadi. 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 minora 2 dan kondensator 3 ga yuboriladi, u yerda kislota kondensatsiyalanadi, nitroza gazlari (azot oksidlari) esa keyingi tutib qolishga boradi. Azot oksidlarining bir qismi nitrat kislota eriydi, shuning uchun u kondensator 3 dan minoraning yuqori tarelkasiga qaytariladi, u yerda qizdirilgan bug' bilan nitrat kislota haydaladi. Konsentrlangan nitrat kislota sovutgich 4 orqali chiqarib olinadi.



2.23-rasm. Uchlamchi aralashma bug'lari tarkibi.

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.



2.24-rasm. Suyultirilgan nitrat kislotani konsentrlash uchun qurilma sxemasi.

Nitrat kislotani 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:

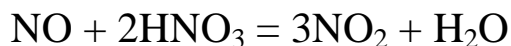
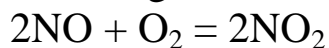
$$\text{N}_2\text{O}_{4(\text{suyuq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{suyuq})} + \text{O}_{2(\text{gaz})} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3 + 59,5 \text{ kJ}$$
 75°C haroratda va 50 atm bosim ostida maxsus avtoklavlarda amalga oshiriladi.

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 kislotadan ajratiladi va ishlab chiqarishga qaytariladi.

Suyuq azot qo‘sh oksidni nitroza gazlaridan ularni bosim ostida sovutish orqali NO_2 ni kondensatsiyalab olinadi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kondensatsiyalab suyuq azot qo‘sh oksid 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 kondesatsiyalanadi. 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 kislotani 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 kislotani 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 kislotani qizdirish. Bu jarayon tayyor konsentrlangan nitrat kislotani «oqartirish» deb ataladi.

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 panjaradi 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. Azotning xalq xo‘jaligidagi ahamiyatini ayting.
2. Ammiakning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
3. Ammiak ishlab chiqarish xomashyolarini ayting.
4. Metan konversiyasining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
5. Shaxta turidagi metan konvertori va metanni yuqori haroratli konversiyasi uchun qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
6. Is gazi konversiyasi jarayonini tushuntiring.
7. Azot-vodorod aralashmasini karbonat angidrid, is gazi va oltinugurtdan tozalash jarayonini tushuntiring.
8. Sintetik ammiak ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Ammiak sintezi reaktorining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
10. Havoni qisish qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Ikki qaytali rektifikatsiyalash orqali havoni ajratish jihozining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Nitrat kislotaning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
13. Nitrat kislota ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
14. Ammiakni kontaktli oksidlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
15. Suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
16. 7-10 atm bosim ostida suyultirilgan nitrat kislota ishlab chiqarish uchun qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
17. Konsentrlangan nitrat kislota olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.

III BOB. MINERAL O‘G‘ITLAR ISLAB CHIQARISH

1-§. Mineral o‘g‘itlarning ahamiyati va umumiy tavsifi

Tuproqqa mineral o‘g‘itlar solishning zarurati. Kimyolashtirish, kompleks mexanizatsiyalash, elektrlashtirish, melioratsiya ishlari va tuproqning unumdorligini oshirish borasidagi boshqa tadbirlar asosida ishlab chiqarishni yanada intensivlashtirish qishloq xo‘jaligini yuksaltirishdagi asosiy yo‘nalish hisoblanadi.

Qishloq xo‘jaligini izchil va har tomonlama intesivlashda kimyolashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Kimyolashtirish o‘g‘itlar, o‘simliklarni muhofaza qilishning kimyoviy vositalari, gerbitsidlar, defoliantlar va desikantlardan foydalanishdan iborat.

O‘simlik o‘sish davrida ba’zi elementlarni havodan bargi orqali, ba’zilarini tuprokdan oladi.

O‘simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi: *organogenlar* deb ataladigan – uglerod, kislorod, vodorod, azot; *kul hosil qiluvchi elementlar* deb ataladigan – fosfor, kaliy, kalsiy, magniy va oltingugurt; *mikroelementlar* deb ataladigan – bor, molibden, mis, rux, kobalt, marganes va temir o‘simliklarning hayot faoliyati davomida muhiya ahamiyatga egadir. Bir element o‘rmini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har bir o‘simliklarda o‘ziga xos funksiyalarni bajaradi. O‘simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar ham, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar kirishi mumkin. Ammo bu yoki boshqa elementlarning bo‘lishi o‘simliklar hayoti uchun muhim ahamiya kasb etmaydi. Yashil elementlarga atmosferadan keluvchi asosiy elementlar uglerod, kislorod va vodorod hisoblanadi. Bu elementlarning ulushi o‘simlikning quruq massasiga nisbatan 93,5% ni tashkil etadi, shu jumladan uglerodga – 45%, kislorodga – 42% va vodorodga – 6,5% to‘g‘ri keladi.

O‘simlikning me’yorida o‘sishi va rivojlanishi uchun uni yetarli miqdordagi ozuqa moddalari bilan ta’minlanishi kerak. O‘simliklar uchun azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, oltingugurt va temir asosiy ozuqa moddalari hisoblanadi. O‘simliklardagi bu elementlar miqdori

yuzdan bir ulush foizdan bir necha foizgacha bo'ladi va *makroelementlar* deyiladi. O'simliklarga bulardan tashqari, shuningdek, bor, molibden, mis, marganes, rux va boshqa shular kabi bir qator o'simlik va tuproqda mingdan bir ulush foizda bo'ladigan moddalar zarurdir. Ularni *mikroelementlar* deyiladi.

O'simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga egadir. Bunday elementlar tutgan o'simliklarning ozuqa mahsulotlari qishloq xo'jaligida asosiy *mineral o'g'itlar* nomi bilan yuritiladi.

Fosfor, azot va kaliy o'simlik uchun eng zarur ozuqa moddalardir. O'simlik bu elementlarni tuproqdan oladi, tuproqda bu moddalar miqdori yildan-yilga kamayib, tuproqning unumdorligi pasayib boradi, bu ekinning hosildorligiga salbiy ta'sir etadi. Tuproqning unumdorligini oshirish uchun yerni yetarli darajada o'g'itlanishi kerak.

Go'ng – organik o'g'itlardan eng foydaligi hisoblanadi. Go'ng tarkibida uning har tonnasida 5 kg azot, 2,5 kg fosfat angidrid va 6 kg kaliy oksid bo'ladi. Tuproqni ozuqa moddalari bilan yetarlicha ta'minlashi uchun gektariga 20 t dan 40 t gacha go'ng solinishi lozim. Organik o'g'itlar qishloq xo'jaligining kun sayin o'sib borayotgan talabini qondira olmaydi, chunki go'ng va boshqa organik o'g'itlar tarkibidagi ozuqa moddalari mineral o'g'itlardagiga nisbatan bir necha barobar kamdir. Masalan, 1 t go'ng tarkibida 5 kg azot bo'lsa, 1 t ammiakli selitrada 350 kg azot bo'ladi.

Lekin, mineral o'g'itlarni bilgan holda, me'yorida ishlatilishi kerak. Tuproqni o'g'itlashtirishning o'zigina hosildorlikni oshirishning yagona sharti bo'lib hisoblanmaydi. Buning uchun tuproqning sifatini yaxshilanishi, ekinni belgilangan vaqtda sug'orilishi, o'simliklarni to'g'ri rivojlantirilishi, turli kasallik va zararkunandalarga qarshi kurashish lozimdir.

Mineral o'g'itlardan foydalanilishidan yildan-yilga paxta va boshqa texnika ekinlarining hosili tobora ortmoqda. Masalan, 1930-yilda Markaziy Osiyo respublikalarida har gektar yerdan 7-8 s paxta olingan bo'lsa, hozirga paytga kelib, gektaridan o'rta hisobda 29,2 s hosil olinmoqda. Tuproqqa solingan har 1 kg fosfor qo'shimcha 6-7 kg paxta, 50-60 kg kartoshka, har 1 kg azot esa qo'shimcha ravishda 15-20 kg paxta va 150 kg kartoshka olish imkonini bermoqda (3.1-jadval).

Mineral o'g'itlarning hosildorligiga ta'siri

Ekinlar	1 t mahsulot olish uchun sarflanadigan o'g'it mikdori (kg)			1 ga dan 1 t qo'shimcha mahsulot olish uchun kerak bo'ladigan o'g'it mikdori (kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Paxta.....	50	15	50	77,0	37,0	0-50*
Donli o'simliklar	30	11,5	20	46,0	28,9	33,4
Jo'xori (don uchun)	25	9	20	38,4	22,4	33,4
Jo'xori (silos uchun)	3,4	1,2	3,2	5,3	3,0	5,3
Qand lavlagi	5,2	1,8	7,5	8,0	4,5	12,5
Kartoshka	5,0	1,5	7,0	7,7	3,7	11,7

*Tuproqdagi zaxirasiga qarab kaliyli o'g'it solinadi.

Mineral o'g'itlar ekinning hosildorligini oshirishi bilan birgalikda mahsulotlar sifatini ham yaxshilaydi: dondagi oqsil va kartoshkadagi kraxmal miqdorlarini ko'paytiradi, paxta tolasining pishiqligini oshiradi.

Hosildorlikni oshirishdaga omillarni baholashda: AQSH da 50% gacha, Fransiyada 50-70% gacha qo'shimcha hosil olish o'g'itlar hissasiga to'g'ri keladi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, hosildorlikning oshirishdagi o'g'itlarning ulushi MDH mamlakatlarining qoratuproqli mintaqalarida 40-50% ga, noqoratuproqli mintaqalarida 60-75% ga, Markaziy Osiyoda, xususan, O'zbekiston Respublikasi xududidagi unumdor tuproqlarda 50-60% ga to'g'ri keladi.

O'g'itlar klassifikatsiyasi. O'g'itlar kelib chiqishiga ko'ra, noorganik-mineral, organik, organo-mineral va bakterial turlariga klassifikatsiyalanadi. Ular qattiq, suyuq va suspenziyal holatda bo'lishi mumkin.

Mineral o'g'itlar (yoki sun'iy o'g'itlar). Ular sanoat – ishlab chiqarish yo'li: noorganik xomashyolarni kimyoviy yoki mexanik qayta ishlash (masalan, agrokimyoviy rudalar – fosforitlar, kaliyli tuzlar, dolomitlar va xokazolarni maydalash) orqali tayyorlanadigan noorganik mahsulotlardan hosil qilinadi. Xomashyo sifatida xizmat qiladigan havo azotidan yoki tarkibida o'simliklar uchun ozuqa bo'ladigan moddalar tutgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat – kokslash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor tutgan

rudalardan metallarni suyuqlatirib olinishida fosforli o'g'itlar sifatida qo'llaniladigan tomasshlak yoki martenli asosiy dashqollar olinadi. Xomashyoni kimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mineral o'g'itlar ta'sir etuvchi moddalarning yuqori konsentratsiyaliligi bilan ajralib turadi.

Ta'sir etuvchi modda bo'yicha mineral o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli va mikroelementli (borli, molibdenli va b.) turlarga bo'linadi.

Organik o'g'itlar. Ulardagi elementlar o'simlik va hayvonlardan olinadigan chiqindi moddalar tarkibida bo'ladi. Bunday o'g'itlarga birinchi navbatda go'ng, shuningdek o'simlik va hayvonlardan kelib chiqadigan chiqindilar (torf, kunjara, baliq va parranda chiqindisi, suyak uni, aholi chiqindisi va turli oziq-ovqat mahsulotlari chiqindilari) ni qayta ishlash natijasida olinadigan mahsulotlar ham kiradi, bunga yashil o'g'itlarni ham kiritish mumkin.

Organo-mineral o'g'itlar tarkibida organik va mineral moddalar bo'ladi; bunday o'g'itlar torf, ko'mir va boshqalar kabi organik moddalarni ammiak yoki fosfat kislota bilan qayta ishlash orqali olinadi. Ularni shuningdek go'ng yoki torfni fosforli o'g'itlar bilan aralashtirish yo'li bilan ham olinadi.

Bakterial o'g'itlar – tuproqdagi va o'g'itlardagi havo azoti yoki minerallashgan organik moddalar bilan oziqlanuvchi mikroorganizmlar tutgan preparatlar kiradi. Bunday o'g'itlar qatoriga azotobakterin, tuproq nitragini kiradi.

Mineral o'g'itlar agrokimyoviy ta'siri bo'yicha to'g'ri-to'g'ri ishlatiladigan, bilvosita foydalaniladigan va o'simliklar o'sishini boshqaruvchi preparatlar turlariga bo'linadi.

To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar o'simliklarning bevosita oziqlanishiga mo'ljallangan. Ular tarkibida o'simliklar hayoti uchun muhim bo'lgan elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, oltingugurt, temir, shuningdek mikroelementlar (bor, molibden, mis, rux, kobalt) tutadi. To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan o'g'itlar, o'z navbatida, oddiy (bir yoqlama) va kompleks (ko'p yoqlama) o'g'itlarga bo'linadi.

Oddiy o'g'itlar tarkibida o'simliklar oziqluvchi elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, bor va boshqalardan bittasi bo'ladi. Ular ham o'z navbatida azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli o'g'itlar turlariga bo'linadi.

Azotli o'g'itlar suvda yaxshi eriydi, ular azot birikmalarining: ammiakli, ammoniyli, amidli va bu shaklning turli hosilalari (ammiak-

nitratli, ammiak-amidli va x.o.) shakllari bilan farqlanadi. Bundan tashqari, yuvilmaydigan va suvda qiyin eriydigan azotli o'g'itlar, masalan karbamid-formaldegidli, izobutilendikarbamid, oksamid va boshqalar ham ishlatiladi.

Fosforli o'g'itlar. Eruvchanligi va o'simliklarga o'zlashishi jihatdan fosforli o'g'itlar uchta guruhga bo'linadi:

1) suvda eruvchan, ulardagi fosforli birikmalarning asosiy qismi suvda eriydi, shu sababli o'simliklarga oson o'zlashadi; bunday o'g'itlar tarkibiga: superfosfat, qo'shaloq superfosfatlar, shuningdek, murakkab fosforli o'g'itlar – ammosfos, nitroammofos - Q, nitroammofoska, nitrofoska, karboammofoska va boshqalar kiradi;

2) sitratli eruvchan, ularga tarkibida limon kislota ammoniyli tuzining ammiakli eritmasi (ammoniy sitrat) da eriydigan fosfor birikmalari tutgan o'g'itlar kiradi; ammoniy sitrat eritmasining muhiti tuproq eritmasi muhitiga yaqin bo'lganligi uchun bunday o'g'itlarni o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtiriladi; sitratli eruvchan o'g'itlarga: presipitat (dikalsiyfosfat) kabi o'g'itlar kiradi;

3) limonli eruvchan, bunday o'g'itlar suvda va ammoniy sitrat eritmasida erimaydi, ammo limon kislotasining 2% li eritmasida eriydi; ularga: ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, qisman fosforit uni (mayda fraksiyasi) kiradi; kam eruvchanligiga qaramay, bunday o'g'itlar kislotali tuproqlarda yaxshi samara beradi; bunday o'g'itlardagi fosfor birikmalari sekinlik bilan (xattoki yillab) tuproq eritmasiga o'tadi va o'simliklarga o'zlashadi, shuning uchun ularni sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar deb ham ataladi.

Kaliyli o'g'itlar konsentrlangan (kaliy xlorid, kaliy sulfat, kalimagnezniya va boshqa) va yetilmagan tuzlar (silvinit, kainit) turlariga bo'linadi. Suvda erimaydigan minerallar (nefelin, dala shpati) to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida foydalanilmaydi, ular kaliyli o'g'itlar olish uchun xomashyo vazifasini o'taydi. Masalan, nefelindan kaliy sulfat olinadi.

Mikroo'g'itlar – kam me'yorda (gektariga gramm va kilogrammlarda) qo'llaniladigan o'g'itlar hisoblanadi. Tarkibida mikroelementlar tutgan – borat kislota, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), cho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli chiqindilar suvda erimaydi. Ularni suvda eriydigan holatga qayta ishlanadi yoki to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi.

Qishloq xo'jaligida suvda eriydigan ham, suvda erimaydigan ham mikroo'g'itlar ishlatiladi.

Kompleks o'g'itlar – tarkibida kamida ikkita ozuqa elementi tutgan o'g'itlar hisoblanadi. Ikkilamchi komplekslar o'g'itlar (masalan, azot-fosforli, azot-kaliyli, fosfor-kaliyli) va uchlamchi kompleks o'g'itlar (masalan, azot-fosfor-kaliyli) turlarga bo'linadi. Uchlamchi o'g'itlar to'la tarkibli o'g'itlar deyiladi. Kompleks o'g'itlar tarkibida shuningdek mikroelementlar, pestitsid va o'stiruvchi moddalar qo'shimchalari bo'lishi mumkin.

Kompleks o'g'itlar ularni ishlab chiqarish xususiyatiga ko'ra guruhlanadi:

– aralash o'g'itlar turli kukunsimon yoki donadorlangan tayyor o'g'itlarni mexanik usulda aralashtirish yo'li bilan olinadi;

– murakkab-aralash donadorlangan o'g'itlar aralashtirish jarayonida kukunsimon tayyor o'g'itlarni suyuq reagentlar (ammiakli suv, fosfat yoki sulfat kislota va boshqalar) qo'shish bilan aralashtirish orqali olinadi;

– murakkab o'g'itlar yagona texnologik jarayonda xomashyoni qayta ishlash orqali olinadi.

Ta'sir etuvchi moddalarning konsentratsiyasi bo'yicha o'g'itlar shartli ravishda quyi konsentratsiyali (oddiy), tarkibida 20-25% gacha; konsentrlangan – 30-38%; yuqori konsentratsiyali – 60% dan ko'p va ultra konsentrlangan – 100% dan ko'p ta'sir etuvchi komponentli turlarga bo'linadi.

Bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar – o'g'itlardan foydalanish sharoitini yaxshilash maqsadida tuproqqa kimyoviy, fizik va mikrobiologik ta'sir etish uchun qo'llaniladi, masalan, tuproq kislotaliligini neytrallashtirish uchun maydalangan ohaktosh, dolomit yoki so'ndirilgan ohak qo'llaniladi; sho'rxok tuproqlar melioratsiyasi uchun gips ishlatiladi, shu bilan bir vaqtda u kalsiy manbai hisoblanadi; tuproq kislotaliligini (fosforli o'g'it bilan solinadigan fosfor birikmalarining eruvchanligini oshirish maqsadida) oshirish uchun nitriy bisulfit ishlatiladi.

O'g'itlar fiziologik kislotali, fiziologik ishqoriy va fiziologik neytral turlariga bo'linadi. Fiziologik kislotali o'g'itlarga o'simliklar asosan kationlarni o'zlashtiradigan o'g'itlar kiradi, anionlar esa tuproq eritmasini kislotaliligini oshiradi, masalan, ammoniy sulfat, ammoniy nitrat, kaliy xlorid, kaliy sulfat va boshqalar. Fiziologik kislotali

o'g'itlarga ammoniyli azotli o'g'itlar, shuningdek karbamid ham kirishi mumkin. Nitrifikatsiyalovchi bakteriyalar ta'sirida ammiak nitrat kislotagacha oksidlanishi natijasida tuproq kislotaliligi ortadi.

Fiziologik ishqoriy o'g'itlarga anioni o'simliklarga assimilyatsiyalanadigan o'g'itlar kiradi, ulardagi kation esa tuproq muhitini ishqorlashtirgan holda to'planadi. Masalan, bunday o'g'itlarga natriy, kaliy va kalsiy nitratlari kiradi.

Mineral o'g'itlar assortimenti barcha turdagi o'g'itlar: azotli, fosforli, kaliyli, mikroo'g'itlar, kompleks o'g'itlar, ohakli va boshqa materiallarni qamrab oladi.

O'g'itlarning muhim sifat ko'rsatkichi ulardagi o'simliklar uchun zarur bo'lgan – ta'sir etuvchi moddalar miqdori hisoblanadi. Asosiy ta'sir etuvchi moddalar azot, fosfor va kaliy birikmalari hisoblanadi. Hozirgi paytda o'g'itdagi ularning miqdori elementar azot (N), fosfor(V)-oksid – fosfat angidrid (P_2O_5) va kaliy oksid (K_2O) hisobida o'lchanadi.

Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari. O'g'itlar xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlariga: gigroskopikligi, yopishuvchanligi, donadorlanish (fraksiyali) tarkibi, zarrachalarning o'rtacha o'lchami, donachalar mustahkamligi, tabiiy qiyalanish burchagi, nom tortuvchanligi, haqiqiy va to'kma zichligi, aralashmalarning bir jinsliliigi va qatlamli tarqalishi (segresiyasi), elanishi, tuzli tarkibi, kristall tuzilishi, eruvchanligi, bug' bosimi, termodinamik tavsifi kiradi.

Gigroskopiklik. Gigroskopiklik moddaning havodan namlikni yutish xususiyati bilan tavsiflanadi. Gigroskopiklikni keng tarqalgan baholashda – % bilan ifodalangan gigroskopiklik nuqtasi aniqlanadi. Suvda eruvchan tuzlar uchun gigroskopiklik nuqtasi (h) tuzning to'yingan eritmasi ustidagi suv bug'ining parsial bosimini xuddi shu haroratdagi bug' bilan to'yintirilgan havodagi suvning bug' bosimiga nisbati orqali aniqlanadi:

$$h = (P_a / P) \cdot 100$$

Gigroskopiklik nuqtasi moddaning namlik yutmaydigan va yo'qotmaydigan nisbiy namligiga muvofiq keladi. Cheklangan me'yorda namlik tutgan o'g'itning gigroskopiklik nuqtasi havoning yillik o'rtacha nisbiy namligidan katta bo'lmaydi.

Moddalarning gigroskopikligini baholash uchun gigroskopiklik koeffitsienti ($K_{gigr.}$) ishlatiladi. Gigroskopiklik koeffitsienti namunaning kritik (maksimal) namligiga to‘g‘ri proporsionaldir:

$$K_{gigr.} = K_1 \cdot W_m,$$

bu yerda: W_m – namunaning kritik (maksimal) namligi; K_1 – tajriba yo‘li bilan aniqlanadigan kinetik konstanta.

Havoning nisbiy namligi $\varphi_{nis.} = 81\%$ bo‘lganda gigroskopiklik koeffitsientiga bog‘liq holdagi gigroskopiklik shkalasi quyidagicha bo‘ladi:

$K_{gigr.}$ mmol/(g·s)	1 va undan kichik	1-3	3-5	5-10
Sifat bahosi	amalda gigroskopik emas	oz darajada gigroskopik	gigroskopik	kuchli gigroskopik

Gigroskopiklik shkalasi va ko‘rsatkichlari turli xududlarda qisman farq qiladi.

Yopishqoqlik. Yopishqoqlik – ma’lum tashqi sharoitda dispers materialning turli darajadagi kattalik va mustahkamlikka ega bo‘lgan aglomeratlarni hosil qilish xossasidir. Yopishqoqlik aniq standart sharoitda tekshirib olingan aglomeratlarning mustahkamligi bilan tavsiflanadi.

Suvda eruvchan mineral o‘g‘itlarni donadorlanish, tarkibidagi namligini kamaytirish, donachalar mushahkamligini oshirish, mahsulotni omborga joylashtirish yoki qoplashdan oldin sovutish, uni konditsionirlash, uni saqlashda saqlash sharoitini ta’minlaydigan germetiklikni ta’minlash natijasida uning yopishqoqligini kamaytirilishi mumkin.

Elanishi. Elanish – bu o‘g‘itni solishda tuproqda bir tekisda taqsimlanishi uchun mashinalarning ta’minlovchi va tashlovchi qurilmalaridan o‘g‘itning tushishni belgilaydigan xususiyatidir. Tashlovchi qurilmalarda o‘g‘itlarning bir tekisda taqsimlanishi sepiluvchanligi (harakatchanligi) orqali aniqlanadi. Zamonaviy mashinalar bilan o‘g‘itlarni solishda ularning bir tekisda taqsimlanishi o‘g‘itlarning donadorlik (fraksiyali) tarkibiga bog‘liq bo‘ladi.

Donachalarning mustahkamligi. Donachalarning mustahkamligi o‘g‘itlarni tashish, saqlash va tuproqqa solishdagi donadorlik darajasining saqlanishidir. U namlikka, kristallarning joylashish o‘lchami, shakli va zichligiga, boshqa yuzalarga ishqalanish tabiatiga va

xokazolarga bog‘liqdir. Donachalarning mustahkamligi dinamik mustahkamlik R_d , ishqalanishga mustahkamligi R_i va statik mustahkamlik R_s bilan tavsiflanadi. Dinamik mustahkamlik ma’lum balandlikdan tashlanganda donachalarning maydalanishi soni bilan; donachalarning ishqalanishga mustahkamligi – ishqalanishi tekshirilganda hosil bo‘ladigan kukun ulushi bilan tavsiflanadi. Statik mustahkamligi ularni bir tekislik bo‘yicha qisishdagi mustahkamlik chegarasi bilan tavsiflanadi.

Tabiiy og‘ish burchagi. Sepiluvchi materialning to‘kilishi natijasida to‘planning gorizontaal yuza bilan hosil qiladigan burchagi tabiiy og‘ish burchagi deyiladi.

Namlik sig‘imi. Namlik sig‘imining chegarasi o‘g‘itning ekish agregatlaridan bir tekisda tushishini ta’minlannishdagi maksimal namlik bilan tavsiflanadi. O‘g‘itlarning sorbsiyali namlik sig‘imi o‘g‘itning bergilangan namlik va haroratdagi havodan yutadigan maksimal namligi bilan aniqlanadi. «Buferli» namlik sig‘imi o‘g‘itning yoyilish xususiyatini yomonlashtirmagan holda standart o‘g‘itga qo‘shiladigan namlik orqali aniqlanadi.

To‘kma zichlik. To‘kma zichlik – sochiluvchan moddaning hajm birligidagi massasidir, birligi t/m^3 bilan aniqlanadi. U – modda zichligi, zarrachalar o‘lchami, fraksiyali tarkibi, namligi va yotqizilgan qatlamlar bosimining funksiyasi hisoblanadi. Massa birligidagi hajm (Y) – to‘kma zichlikning teskari qiymatidir:

$$Y = 1:X$$

Vertikal devorli bunker va siloslar uchun moddaning o‘rtacha massasi (X) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi: $X = \frac{a+b}{2}$

Taxminan kesik piramida shaklidagi o‘g‘it to‘plami uchun esa:

$$X = \frac{3f(b-a)+2d(2a+b)}{6d}$$

tenglama bilan hisoblanadi. Bu yerda: a – erkin to‘kilgan mahsulotning to‘kma zichligi; b – ostki qatlamning to‘kma zichligi; F – kesik piramida ostki qatlamining yuzasi; f – kesik piramida ustki asosining yuzasi: $d = f + F + \sqrt{Ff}$.

Mineral o‘g‘itlarning fizik-kimyoviy, mexanik va termodinamik xossalari bilan mineral o‘g‘itlar texnologiyasi bo‘yicha ma’lumotnoma adabiyotlaridan foydalangan holda batafsil tanishish mumkin.

2-§. Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish

Azotli o'g'itlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgunga qadar faqatgina Chili selitrasi – NaNO_3 qishloq xo'jaligida o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatib kelingan.

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

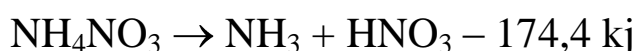
Azotli o'g'itlarning asosiy turlari: ammiakli (ammiak), ammoniyli (ammoniy tuzlari – fosfat, sulfat, xlorid va boshqalar), ammoniy nitratli (NH_4NO_3), nitratli (nitrat kislotaning kalsiyli, kaliyli, natriyli selitralari) va amidli (karbamid – $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, kalsiy sianamid – CaCN_2 va boshqalar) o'g'itlar hisoblanadi.

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

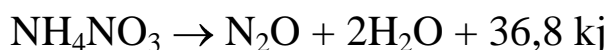
Ammoniyli va nitratli tuzlarning ko'pchiligi hamda karbamid suvda yaxshi eriydi. Ulardagi azot o'simliklarga yaxshi o'zlashadi (ayniqsa, NO_3^- ning tuproqda harakatchanligi yuqori bo'ladi).

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

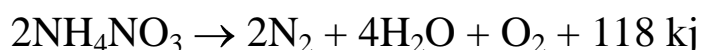
Ammiakli selitra. Ammoniy nitrat NH_4NO_3 ni ammiakli selitra deb ham yuritiladi. Ammoniy nitrat 110°C haroratdan yuqorida parchalana boshlaydi:



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



Harorat $400\text{-}500^\circ\text{C}$ gacha tez ko'tarilsa, parchalanish reaksiyasi portlash bilan sodir bo'ladi:



Amalda 300°C harorat portlashga sabab bo'ladi.

NH_4NO_3 ning mineral kislotalar va yengil oksidlanuvchi (moylovchi va boshqa organik moddalar kabi) qo'shimchalar ishtirokida portlashi tezlashadi. Toza holatda esa zarbaga chidamli, lekin yopiq

muhitda qizdirish natijasida portlashi mumkin. Portlash xususiyatini kamaytirish maqsadida unga karbamid (0,05-0,1%), kalsiy karbonat, magniy karbonat va boshqa qo'shimchalar qo'shilishi mumkin.

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

Davlat standarti bo'yicha donadorlangan ammiakli selitranning yuqori sifatli A va B kategoriyali (oliy nav) va 1-kategoriyali (1-nav) turlari mavjud. Qishloq xo'jaligida va sanoatda qo'llaniladigan ammiakli selitra tarkibida NH_4NO_3 ning miqdori 98% dan kam emas. B markali ammiakli selitranning oliy navida 34,4% N, 1-navida esa 34,0% N bo'ladi. Suv (namlik) esa sulfat va sulfat-fosfat qo'shimchali ammiakli selitrada 0,2% dan ko'p emas (B markali 1-navda esa 0,3% dan ko'p emas). Suv tutuvchi qo'shimcha 0,3% bo'lsa, bu miqdor 0,6% ga yetishi mumkin. Yuqori sifat kategoriyali A va B markali ammiakli selitra tarkibidagi qo'shimchalar miqdori: kalsiy va magniy nitrat CaO (MgO) hisobida 0,2-0,5%, fosfatlar (RAP) P_2O_5 hisobida 0,5-1,2%, ammoniy sulfat 0,3-0,7%, ammoniy sulfati va fosfatlari 0,4-0,6% bo'ladi. B markali 1-navda esa qo'shimchalar miqdori me'yorlanmaydi. Ammiakli selitra 10% li suvli eritmasining pH muhiti barcha navlarda: sulfat-fosfat qo'shimchasi bo'lsa 4,0 va boshqa qo'shimchasi bo'lsa 5,0 ga teng bo'ladi.

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

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

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

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

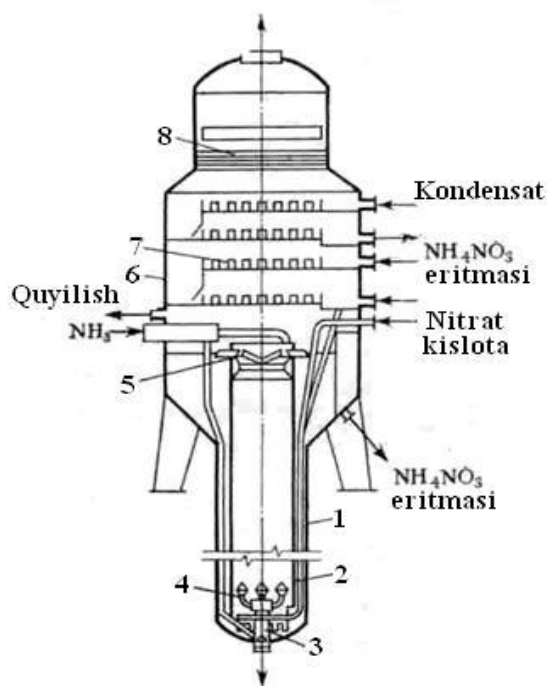


Bu geterogen sistema ekzotermik jarayon bo'lib, katta tezlik bilan boradi va ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Sanoatda bu issiqlikdan reaksiya natijasida hosil qilingan eritmaning konsentratsiyasini oshirishda unumli foydalaniladi.

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

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

Hozirgi paytda qo'llanilayotgan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihozining o'zi ishlatilmoqda. Bunda neytrallanish bilan bir paytda eritma qaynaydi va bug'lanadi. Bunday jihozni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (3.1-rasm).



3.1-rasm. NIF jihozi:

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

Ilgarilari sanoatda 47-57% li nitrat kislotasi ishlab chiqarilar edi. NIF da neytrallash natijasida 62-83% NH_4NO_3 eritmasi olinar va undan 98,7% li ammoniy nitrat suyuqlanmasini hosil qilish uchun uch bosqichli vakuum-bug‘latgichdan foydalanilgan. Bu jarayonda NIF da hosil bo‘lgan bug‘ va qo‘shimcha bug‘dan samarali foydalanilgan.

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

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

XX asrning oltmishinchi yillaridan boshlab 58-60% li nitrat kislotasi ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. Sutkasiga 1360-1575 tonna mahsulot ishlab chiqariladigan ammiakli selitra (AS) qurilmalari ishlab kelmokda. Bunday qurilmalar AS-67, AS-72 va AS-72M (takomillashgan) yuqori texnik darajada ishlangan, avtomatlashgan, samarali usul va sharoitlar barpo qilingan bo‘lib, yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular jihozlarining joylashishi, tuzilishi,

texnologik tartibi bilan o'zaro farqlanadi. AS-67 qurilmasida sulfat qo'shimcha (eritmaga sulfat kislota) qo'shish, AS-72 da – sulfat-fosfat qo'shimcha qo'shish va AS-72M da esa magnezial birikma (magniy nitrat) qo'shish bilan amalga oshiriladi.

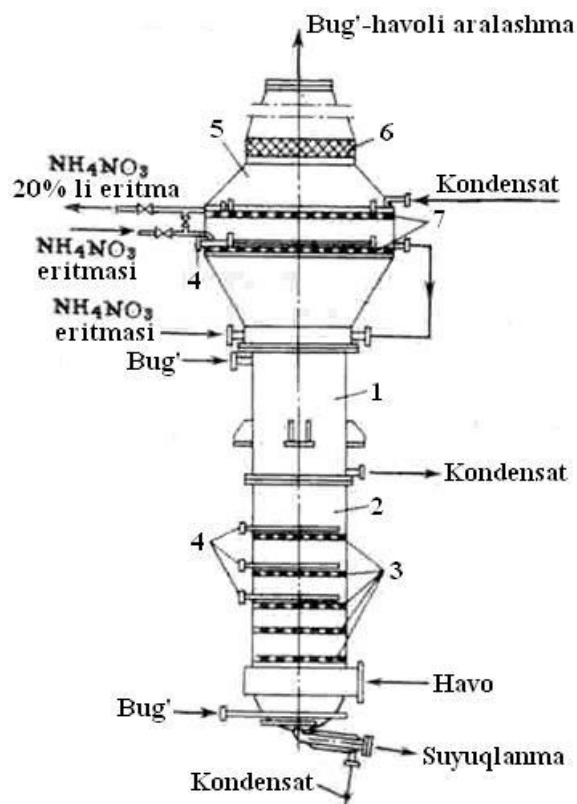
Texnologiyada asosiy jihoz NIF hisoblanadi (3.1-rasm). NIF 03X18N11 va 12XN10T markali zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan bo'lib, ikkita silindrik qismdan: ostki reaktor qismi ($d = 1,6$ m) va ustki separatsiya qismi $d = 3,8$ m) dan iborat. Umumiy balandligi 10 m ni tashkil etadi.

Reaktor qismida qobiq 1 ning ichida reaksiya stakani 2 ($d = 1,2$ m, $H = 4,3$ m) bo'lib, ostida teshiklari bo'ladi. Reaktor ostiga titan purkagich 3 va 4 orqali ammiak va nitrat kislotasi purkaladi. Purkagich teshigida ammiak oqimining tezligi 30-50 m/sek bo'ladi (3 mm diametli 6650 ta teshik bor). Nitrat kislotasining oqim tezligi esa 2-3 m/sek ga yetadi (putkagichda 1,5 mm diametrli 2160 ta teshik bor). Hosil bo'lgan NH_4NO_3 eritmasidagi ma'lum miqdor suv reaksiya issiqligi ta'sirida bug'lanadi. Natijada ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi va bug'-suyuq emulsiya gidroblagich 5 orqali reaksiya stakani yuqorisiga sochiladi. Buning natijasida bug'-suyuq aralashma o'zaro ajraladi. Ajralgan suyuqlik jihoz qobig'i va reaksiya stakani orasidagi tirqish orqali reaktor tubiga tushadi. Stakanga uning ostki teshigidan kiradi (tirqishda ham bug'lanish davom etadi). Reaksiya muhitida reagentlar juda qisqa muddat (0,5-1 sek) bo'lishi sababli nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanishi hamda ularning erkin azot eolatida yo'qolishi juda oz bo'ladi.

Jihozning yuqori qismida separator 6 bo'lib, tomchili bug' 0,6 m/sek tezlikda ko'tarilib, to'rtta barbotaj qalpoqli tarelka 7 da yuviladi. Ostidagi 2 ta tarelkada nitrat kislotasi 20-25% li hosil bo'lgan NH_4NO_3 eritmasi yordamida bug' ammiakdan yuviladi. Yuqoridagi ikkita tarelkada esa tomchili bug' kondensati yordamida hosil bo'lgan HNO_3 bug'i va NH_4NO_3 eritmasi tomchilaridan yuviladi. Tomchilardan tamomila holi bo'lishni qaytargich 8 da amalga oshiriladi. Yuvindilar NIF ga qaytariladi.

NIF da olingan ammoniy nitratning konsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (3.2-rasm). Bu jihoz 08X22N6T markali po'latdan tayyorlangan bo'lib, uning umumiy balandligi 16 m tashkil etadi va asosiy qobiq-quvurli ($d = 2,8$ m, $H = 6,4$ m) qismi NH_4NO_3 eritmasini

bug‘latishga xizmat qiladi. Eritma unga quvurlarning ichki devoridan oqib tushadi. Issiqlik manbai sifatida foydalaniladigan 1,3-1,5 MPa bosimli bug‘ni quvurlararo bo‘shliqqa beriladi va issiq (180°C) havo quvurlar ichida tomayotgan eritmaga qarshi yuboriladi. Havo esa jihozning konsentratsiyalovchi qismi 2 ($d = 2,8\text{ m}$, $H = 6\text{ m}$) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar 3 dan o‘tib boradi. Konsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo‘shimcha issiqlik beruvchi ilonizi quvurlar bo‘ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 g/kg dan oshmasligi lozim. Konsentrlash qismidan harorati $175-185^{\circ}\text{C}$ bo‘lgan $99,7\%$ li NH_4NO_3 suyuqlanmasi oqib tushadi.

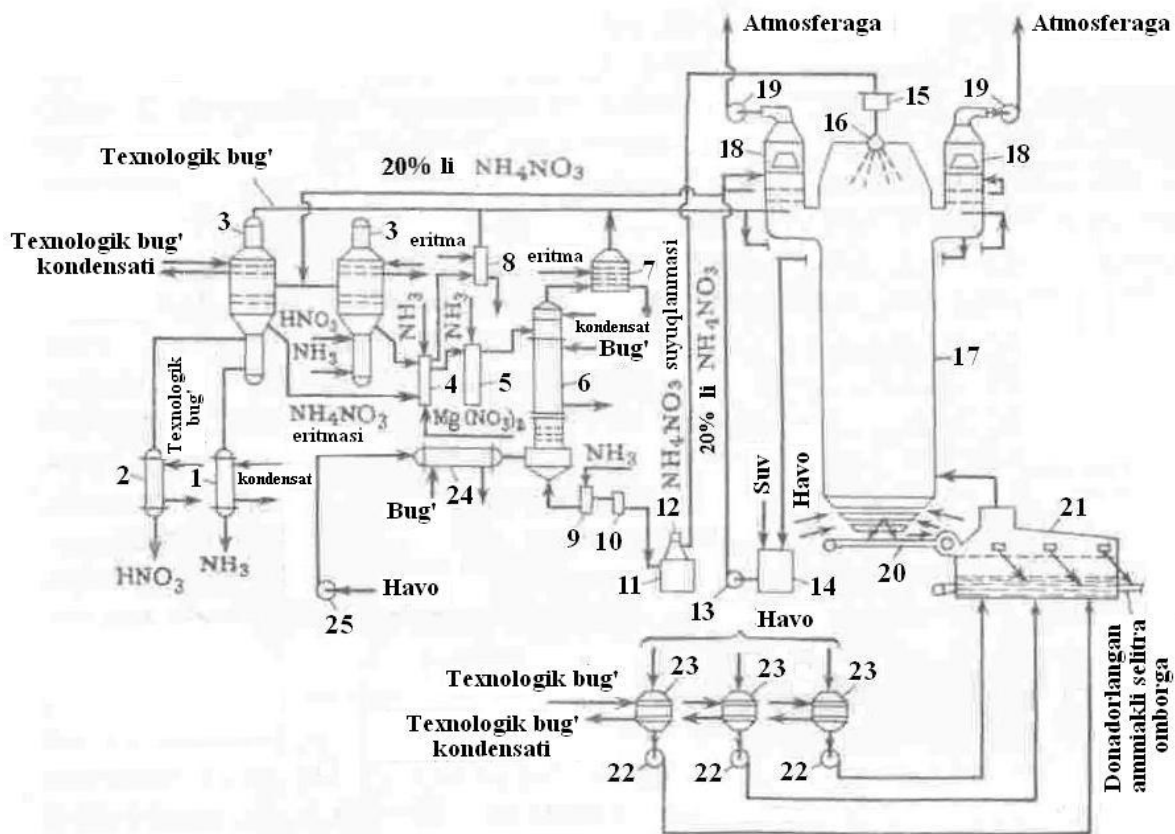


3.2-rasm. Kombinatsiyalangan bug‘latgich jihozi:

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

Jihozning yuqori tozalovchi qismi 5 da ($d = 3,8\text{ m}$) ikkita teshikli (elakli) tarelka 7 lar bo‘lib, yuqoridagi tarelka kondensat bilan, ostki tarelka esa ammoniy nitrat eritmasi bilan yuvilib turadi. Ular kirayotgan NH_4NO_3 eritmasini qisman bug‘latish va bug‘-havo aralashmasini yuvishga xizmat qiladi.

Ammiakli selitra ishlab chikaradigan qurilma AS-72M ning texnologik sxemasi 3.3- rasmda ko‘rsatilgan.



3.3-rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi:

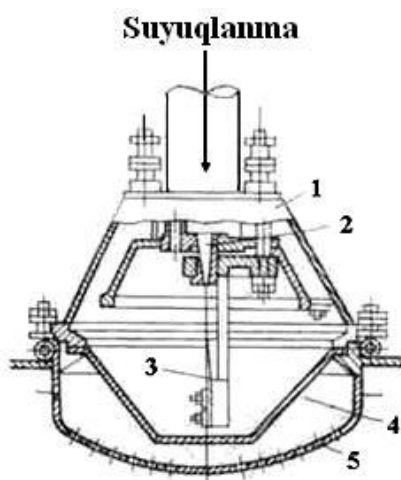
- 1-ammiak gazini isitgich; 2-nitrat kislotasini isitgich; 3-NIF jihozi; 4,5 - qo'shimcha neytrallagichlar; 6-kombinatsiyalangan bug'latish jihozi; 7-bug'-havo aralashmasini yuvgich; 8,18-skrubberlar; 9-gidrototsqich; 10-suyuqlanma filtri; 11-suyuqlanma baki; 12-nasos; 13-markazdan qochma nasos; 14-ammoniy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

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

Azotni bug'-tomchi bilan (NH_3 , HNO_3 , NH_4NO_3 , NO_2 holda) yo'qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislotasi me'yoridan ortiqroq bo'ladi. Chunki ammoniy nitrat eritmasi yuzasida HNO_3 bug' bosimi ammiaknikiga nisbatan kamroq bo'ladi. Jihozdan chiqayotgan HNO_3 konsentratsiyasi (2-5 g/l) avtomatik boshqarib turiladi. Bu eritmaning harorati 150-170°C, NH_4NO_3 miqdori esa 89-92% bo'ladi. Bu eritma asosiy 4 va nazoratchi 5 neytrallagichlarda ammiak bilan neytrallanadi. Bularga 30-40% li $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi beriladi. Konsentratsiyasi 0,1-0,5 g/l ammiakli NH_4NO_3 eritmasi kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi 6 ga tushadi. Undan suyuqlanma gidrototsqich – neytrallagich 9 va filtr 10 orqali yig'uvchi bak 11 ga tushadi. Bakdan nasos 12 yordamida bak 15 ga yuboriladi. Bu bak esa donadorlovchi minora 17 ustida joylashgan

bo‘ladi. Yuqoridagi bak 15 dan suyuqlanma uchta vibroakustik (tebranma akustik) donadorlagich 16 orqali minoraga sochiladi (bundan tashqari yana uchta donadorlagich zaxirada – navbatda turadi). Donadorlovchi minora 17 kesimi to‘g‘ri burchakli 11x8 m, qalinligi 2 mm li 08x17T markadagi po‘latdan yasalgan va uning balandligi 63,5 m ga teng. Minoraning tashqi tomoni uglerodli po‘lat bog‘lamlar bilan mahkamlangan.

Hosil qilingan suyuqlanma tebranma akustik donadorlagich (3.4-rasm) da plastinka 3 ga o‘rnatilgan soplodan tushadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akustik tebranishni singdirib sochiladi.



3.4-rasm. Akustik donadorlagich:

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

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 167⁰C atrofida haroratda kristallana boshlaydi, 140⁰C haroratda esa to‘la qotadi. Minora ostidan berilayotgan havo miqdori yoz oylarida 500 ming m³/soat, qish faslida esa 300-400 ming m³/soat bo‘ladi. Minoraning ostki konussimon qismidan donador mahsulot lentali transportyor 20 ga tushadi. Undan uch seksiyali sovutgich 21 ga tushadi va havo yordamida «qaynovchi qatlam»da sovutiladi. Sovutgichdan o‘tgan mahsulotning harorati yoz faslida 40-50⁰C, qish faslida esa 20-30⁰C bo‘ladi. Donadorlash va sovutish jarayonlarida selitraning namligi yana 0,1-0,15% ga kamayadi. Tayyor mahsulotda 99,8% NH₄NO₃ bo‘ladi. Agar atmosfera havosining namligi 60% dan yuqori bo‘lsa, uni isitgichlar 23 orqali yuboriladi. Mahsulot polietilen yoki 3-4 qavatli qog‘oz qoplarga joylashtirilib tikiladi va omborga yuboriladi.

Minoraning yuqori qismidan havo oltita skrubber 18 ga tushadi. Unda NH_4NO_3 changlari va ammiak 20% li ammoniy nitrat eritmasi bilan yuviladi va ventilyator 19 yordamida atmosferaga chiqariladi. Bundan tashqari bu skrubberlar orqali bug'latgich jihozidan yuvgich 7 orqali o'tgan gazlar va neytralizator skrubberi 8 dan o'tgan gazlar ham o'tadi.

Jarayonning texnologik sharoiti material va issiqlik oqimlarini avtomatik boshqarish orqali yaratiladi. Bunda mahsuldorligi 56,8 t/sutka bo'lgan qurilmalarda 1 t donador ammiakli selitra (34,5% N) ishlab chiqarish uchun: 0,213 t ammiak (100% li), 0,793 t nitrat kislotasi (100% li), 0,96 Gj bug' va 28,3 kvh/soat elektr energiyasi sarf bo'ladi.

Ko'pincha texnik maqsadlarda kristallik holatidagi ammiakli selitra ishlatiladi. Bunday kristallik holatidagi ammiakli selitra barabanli kristallizatorlarda hosil qilinadi. Buning uchun 97,5-98,5% li NH_4NO_3 suyuqlanmasi ichki qismi suv oqimida sovutiladigan barabanli kristallizator yuzasida quritilib, mahsulot qirg'ich yordamida qirib olinadi. Kristallik mahsulotning namligi 2% atrofida bo'ladi. Uni to'g'ri oqimli baraban quritgichda 110-120°C gacha isitilgan havo bilan quritiladi. Natijada mahsulot 75°C gacha qiziydi va undagi namlik 2 barobar kamayadi.

3-§. Fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish

Fosfor. 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.

Fosfor oddiy moddasi asosan uch xil: rangsiz (oq yoki sariq), binafsha (qizil) va qora rangdagi allotropik shakl o'zgarishlarini namoyon qiladi. Fosforning 11 ta modifikatsiyasi ma'lum bo'lib, qora fosfor e'tiborga olinmasa ularning tuzilishi kam o'rganilgan. Ularning ko'pchiligi oq va pushti modifikatsiyalarining uyg'unlashishidan kelib chiqadi.

Oq fosfor – rangsiz modifikatsiyaning keng tarqalgan shaklidir. U fosfor bug‘larini intensiv kondensatsiyalash natijasida hosil qilinadi va uning tarkibida ma’lum miqdordagi oq va yorqin sariq rangdagi oraliq mahsulotlar bo‘ladi. Yorug‘lik nuri ta’sirida u qisman qizil modifikatsiyaga aylanadi.

Oq fosforning ikki xil shakli ma’lumdir: kubsimon singoniyadagi kristallardan iborat bo‘lgan α -shaklining zichligi $1,828 \text{ g/sm}^3$ bo‘lib, $44,1^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi; rombik yoki monoklinik singoniyadagi kristallardan iborat bo‘lgan β - shaklining zichligi $1,88 \text{ g/sm}^3$ dir.

Texnik mahsulot sifatidagi fosfor – $1,83 \text{ g/sm}^3$ zichlikka ega bo‘lgan kukunsimon moddadir. Uning rangi tarkibidagi qo‘shimchalarning miqdori va xususiyatiga qarab, sariq rangdan qora qo‘ng‘irgacha bo‘lishi mumkin.

Fosfor suvda deyarli erimaydi (100 g suvda 0,003 g eriydi), etil spirtida, dietil efirida, benzolda va gliserinda oz (100 g da 0,17 g) va suyuq holatdagi ammiakda, sulfid angidridda, uglerod sulfidda (100 g da 880 g) hamda fosforning uch valentli galogenli birikmalarida yaxshi eriydi. Uni uglerodsulfiddagi eritmasidan rombik dodekaedr ko‘rinishdagi kristallar holatida ajratib olinishi mumkin. Oq fosfor hattoki nam holatida ham havoda osonlik bilan yonib, sarg‘ish-oq alanga hosil qiladi. Hosil bo‘lgan oq tutun tarkibida asosan fosfat angidrid, shuningdek ma’lum miqdordagi fosforning boshqa oksidlari va fosfat kislotalari bo‘ladi. Qizdirish, ishqalanish, qisish kabi ta’sirlar natijasida fosforning o‘z-o‘zidan alanganlanishini oldini olish maqsadida uni suv ostida saqlanadi.

Fosfor o‘z nomiga ko‘ra qorong‘u joyda shulalanadi Uning nomi yunoncha «fos» – yorug‘lik, «foros» – tashuvchi ma’nosini anglatadi. Fosforessensiya aynan fosfor bug‘lariga xosdir. Oq fosforning 25°C dagi bug‘ bosimi 0,043 mm.sim.ust. ga teng.

800°C haroratgacha fosfor molekullari to‘rt atomli (P_4), undan yuqori haroratda esa ikki atomli (P_2) bo‘ladi.

Oq fosfor kuchli qaytaruvchi bo‘lib, u galogenlar, metallar, bir qator kislota va tuzlar eritmalari bilan shiddatli ta’sirlashadi. Oq fosfor qattiq holatda ham, bug‘ holatida ham kuchli zaharli moddadir. U ayniqsa nafas olish organlari va terini juda tez shikastlantiradi.

Fosfatli minerallar. Tabiatda 120 dan ortiq turdagi fosfatli minerallar uchraydi. Apatit guruhidagi minerallar, ulardan eng asosiysi –

ftorapatit $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ eng keng tarqalgan va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan mineral hisoblanadi (3.2-jadval).

3.2-jadval

Apatit guruhi fosfatlarining tarkibi

Minerallar	Miqdori, %			
	P_2O_5	CaO	F(Cl)	CO_2
Ftorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	42,24	55,58	3,77	-
Xlorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$	40,91	55,72	6,81	-
Gidroksilapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	42,40	55,88	-	-
Karbonatapatit $\text{Ca}_{10}\text{P}_5\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$	35,97	56,79	-	4,46
Frankolit $\text{Ca}_{10}\text{P}_{5,2}\text{C}_{0,8}\text{O}_{23,2}\text{F}_{1,8}\text{OH}$	37,14	56,46	3,44	3,54
Kurskit $\text{Ca}_{10}\text{P}_{4,8}\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,8}\text{F}_2(\text{OH})_{1,2}$	34,52	56,86	3,85	5,35

Apatitning fosfatli guruhlariga yoki apatitlarga $\text{Ca}_{10}\text{R}_2(\text{PO}_4)_6$ umumiy formulaga ega bo'lgan 42 zarrachadan iborat bo'lgan elementar kristall yacheykali minerallar kiradi (bu yerda R – ftor, xlor yoki gidroksil).

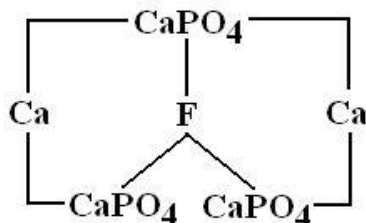
Apatitdagi kalsiyning bir qismi Sr, Ba, Mg, Mn, Fe, shuningdek uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birgalikdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyga nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan kationlarning kirishi mineraldagi P_2O_5 miqdorining, masalan ftorapatit $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ dagiga nisbatan kamayishiga olib keladi. Masalan, Mineralda o'rtacha 2,7% SrO va 1,5% nodir elementlar oksidlarining yig'indisi bo'lsa (nodir elementlarning o'rtacha atom massasi 160), undagi P_2O_5 miqdori toza apatitdagi 42,2% o'rniga 40,7% bo'ladi.

Boshqa apatit minerallari ftorning o'rnini OH, xlor olishi yoki fosfor o'rnini uglerod olishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar sifatida qaralishi mumkin.

Fosfor kalsiy fosfatlaridan tashqari boshqa minerallar tarkibiga ham kiradi. Ulardan eng muhimlari ambligonit $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$, biryuza $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, vavellit $4\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, vagnerit $\text{Mg}_2\text{PO}_4\text{F}$, varissit $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, vivianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, ksenotim YPO_4 , libetenit $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, litiofilit $\text{Li}(\text{Mn,Fe})\text{PO}_4$, monasit $(\text{Ce,La,Dy})\text{PO}_4$, otenit $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, piromorfit $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, triplit $(\text{Mn,Fe})_2\text{PO}_4\text{F}$, trifilit $\text{Li}(\text{Fe,Mn})\text{PO}_4$ va boshqalar hisoblanadi.

Bu minerallardan ayrimlari nodir elementlar, uran va boshqalar olishning manbaasi bo‘lib xizmat qiladi, bunday qayta ishlashda hosil qilinadigan fosfor birikmalari esa qo‘shimcha mahsulot hisoblanadi.

Fizik xossalari. Fosfatli minerallarning fizik xossasi kristall panjarada hosil bo‘luvchi ionlar zaryadining kattaligi va ular tuzilishining ixchamligi bilan aniqlanadi. Ftorapatit o‘zining tuzilishiga ko‘ra, ikki molekula $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ dan iborat fazoviy guruhga egadir:



Bunday tuzilish ftorapatit molekulasining termodinamik mustahkamligi bilan izohlanadi. Ftorapatit kristall panjarasining energiyasi ~5300 kkal/mol (NaCl uchun 164 kkal/mol) ga tengdir, ftorapatit kristallarining solishtirma sirt energiyasi ~1520 erg/sm² (NaCl uchun 160 erg/sm²) ni tashkil etadi.

Ftorapatit fazoviy tuzilishining bunday ifodalanishi ftorning asosiy valentlikdan tashqari qo‘shimcha valentlikni ham namoyon etishini ko‘rsatadi. Shunday qilib, ftorapatitni markaziy atomi ftor bo‘lgan ichki kompleks tuz deb qaralishi mumkin.

Apatitning turli izomorf ko‘rinishlari geksagonal singoniyali kristallanadi. Ftorapatit yashil, sarg‘ish-yashil rangda, qisman ko‘k, pushti yoki safsar ranglar aralashgan yarim shaffof donachalar hosil qiladi. U 1660^oC haroratda (xlorapatit esa 1530^oC haroratda) suyuqlanadi. Apatitning zichligi 3,41-3,68 g/sm³ oralig‘ida bo‘ladi, qattiqligi esa Moos darajasi bo‘yicha 5 ga tengdir.

Apatit suvda va 2% li limon kislota eritmasida amalda erimaydi, mineral kislotalarda parchalanadi. 3 mm o‘lchamli yirik donachalar shaklidagi karbonatli ko‘rinishlari – kurskit, frankolit va karbonatapatit 3% li HCl eritmasida 1 soat mobaynida deyarli to‘la eriydi.

Ftorapatitni suv bug‘i ishtirokida 1400-1550^oC haroratgacha qizdirilganda gidroksilapatitga, u esa tetrakalsiyfosfat 4CaO·P₂O₅ (limon kislotada eriydi) va trikalsiyfosfat Ca₃(PO₄)₂ ga aylanadi. Trikalsiyfosfat ikki xil allotropik shaklda mavjud bo‘ladi: α-modifikatsiya yuqori haroratda barqaror, 1700^oC da suyuqlanadi, limon kislotada eriydi; β-modifikatsiya past haroratda barqaror, limon kislotada erimaydi. α-modifikatsiya 1100^oC gacha sovutilganda β-modifikatsiyaga o‘tadi.

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ni tez sovutilganda past (15-20°C) haroratda ham stabil holatdagi α -modifikatsiya shakli saqlanib qoladi.

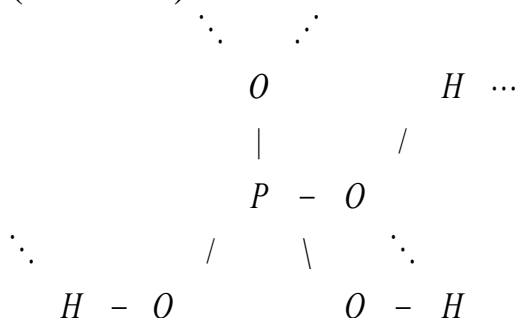
Fosfat kislota va uning xossalari. *Fizik xossalari.* Toza holatdagi ortofosfat (yoki soddaroq aytilganda fosfat) kislota rangsiz prizmatik kristall bo‘lib, 42,35°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eiydi.

Odatda uni quyuuq, 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 kislota -121°C gacha qayta sovutish orqali suyuqlikning shishasimon holatga 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 $\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ hosil bo‘lishida tezlashadi.

Fosfat kislota har qanday konsentratsiyadagi suvli eritmalarni hosil qiladi. 0,5°C haroratda suvda 78,7% H_3PO_4 eriydi. Fosfat kislota eritmalarining konsentratsiyasi ortishi bilan uning xossalari keskin o‘zgaradi – ularning zichligi va qovushqoqligi ortadi va issiqlik sig‘imi pasayadi.

Kimyoviy xossalari. Fosfat kislota va uning kristallogidratlari vodorod bog‘lanish orqali bog‘langan tetraedrik tuzilishli PO_4 guruhdan tarkib topgan bo‘ladi (3.5-rasm).



3.5-rasm. Suvsiz ortofosfat kislota tuzilishi.

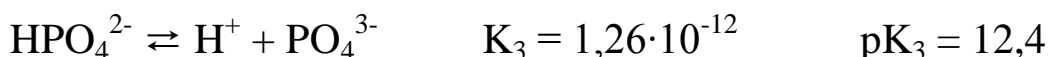
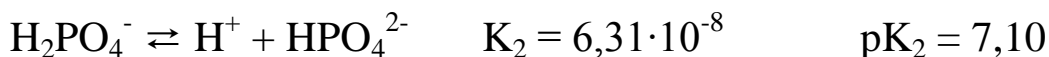
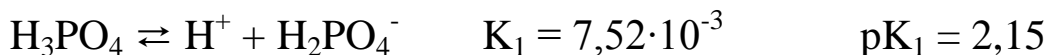
Bu struktura H_3PO_4 konsentrlangan eritmasi qiyomsimon holatining tuzilishini ifodalaydi. Tarkibida 50% dan H_3PO_4 bo‘lgan eritmalarda fosfat anionlari bir-biriga birikishigi nisbatan suv bilan osonlikcha birikadi. Fosfat kislota 350-450°C dan yuqori haroratda kuchsiz oksidlovchi hisoblanadi, shuningdek kvarts bilan ta’sirlashadi.

Suyuqlantirilgan holatda u sezilarli darajadagi elektr o'tkazuvchanligiga ega. Bunda:



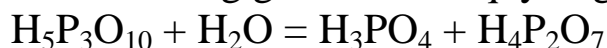
jarayon sodir bo'lishi ehtimoldan holi emas.

Fosfat kislota suvli eritmalarda uch asosli va bosqichli dissotsilanadi:



Ortofosfat kislota fosfat angidrid gidratatsiyasining oxirgi mahsuloti hisoblanadi. Fosfat angidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi – gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat angidridning 5 ta asosiy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), pirofosfat kislota $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tripolifosfat kislota $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ($3\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), tetrapolifosfat kislota $\text{H}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ ($2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), metafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_n$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$) mavjuddir.

Fosfat angidridning gidratlanishini quyidagicha tasavvur etish mumkin: dastlab tetrametafosfat kislota $(\text{HPO}_3)_4$ yoki $\text{H}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$ 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°C haroratda qizdirilganda qisman pirofosfat kislota aylanadi:



Haroratni 400°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 ~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 eritmadan 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'shimcha (ayniqcha kristallogidrat hosil qiluvchi tuzlar) larning bo'lishligi 68,7% (P_2O_5) dan kichik konsentratsiyali fosfat kislota eritmalarida ham pirofosfat va xattoki, 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 kislotalarda: 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.

Superfosfat kislotalari suyuq suspenziyali o'g'itlar va sintetik yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda muhim amaliy ahamiyatga egadir.

Termik fosfat kislota. 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 kislota olinadi. Shunday usulda hosil qilingan kislota termik fosfat kislota (TFK) deb ataladi.

Nisbatan tejamli, shu sababli keng tarqalgan fosfat kislota ishlab chiqarish, uni fosfatlardan sulfat kislotali (yoki boshqa kislotalar bilan) ekstraksiyalash hisoblanadi. Bu holatda mahsulot ekstraksion fosfat kislota (EFK) nomini oladi.

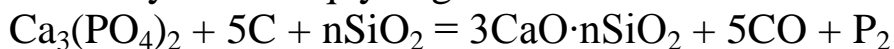
Fosfatlarni termik qayta ishlashning afzalligi – har qanday, shu bilan birgalikda past sifatli fosfatlardan ham yuqori tozalikdagi konsentrlangan (xattoki 100% P_2O_5 gacha) fosfat kislotalari olish imkoniyati bor. Kislotali qayta ishlash uchun esa yuqori sifatli fosfatlar ishlatiladi, ammo shu o‘rinda ham nisbatan past konsentratsiyali va ko‘p miqdordagi qo‘shimchalar bilan ifloslangan ekstraksion fosfat kislotasi hosil qilinadi. yetarli darajada toza bo‘lishi lozim bo‘lgan ozuqali va texnik fosfatlar, shuningdek reaktivlarni termik fosfat kislotalardan olish usullari ularni ekstraksion kislotalardan olishga nisbatan soddaroq va arzonroqdir. Termik fosfat kislota 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 kislota 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 kislota ishlab chiqariladi. Reglament bo‘yicha 1- va 2-nav texnik kislotalardagi 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; mishyak 0,006 va 0,008 dan ko‘p bo‘lmasligi belgilanadi. Ozuqa maqsadlari uchun ishlab chiqariladigan kislotalarda esa (% da): mishyak 0,0003, qo‘rg‘oshin 0,0005, nitrat 0,0003 dan ko‘p bo‘lmasligi lozim.

Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari. Fosfor ishlab chiqarish uchun fosforit, flyus (kremnezem) va qaytaruvchi (koks) dan 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:

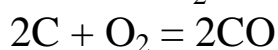
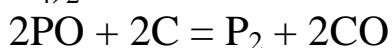
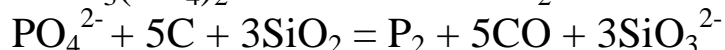
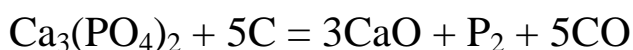


Bu 1000-1300^oC haroratda katta miqdordagi (qariyb 1600 kJ/mol) issiqlikning yutilishi hisobiga boradigan endotermik reaksiyani, pechdan shlakni ajratib olishni osonlashtirish maqsadida 1400-1600^oC da amalga oshiriladi.

Aslida kalsiy fosfatni qaytarilish mexanizmi murakkab bo‘lib, jarayonning o‘zi ko‘p bosqichlidir. Zamonaviy tushunchalarga muvofiq bu mexanizmi quyidagicha talqin etilishi mumkin. Fosfat-kremniyli suyuqlanmada boshlang‘ich fosfatli minerallarni eritish yoki suyuqlantirish natijasida hosil qilingan suyuqlanmada 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:



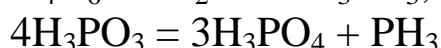
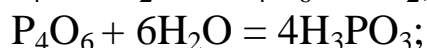
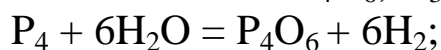
Birinchi reaksiya dissotsilanmagan kalsiy fosfatning uglerod sirtida diffuziyalanishiga bog‘liq. Uning borishini ta’minlash uchun kontakt qismdan CaO ni yo‘qotib turilishi kerak, chunki kalsiy oksidning to‘planishi reaksiyaning to‘xtashiga olib keladi. Ikkinchi reaksiya bo‘yicha qaytarilish tezligi kontakt qismda uglerod bilan SiO_2 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 SiO_2 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 suqlanadigan kalsiy silikat holatida yo'qotilishini ta'minlaydi, bunda suyuq holatdagi quyqum pechdan osonlik bilan chiqariladi.

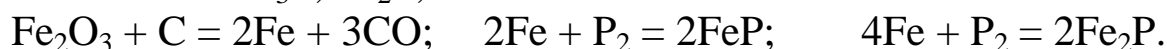
Shunday qilib, qaytarilish sxemasida quyidagi jarayonlar shakllantiriladi: 1) boshlang'ich materiallar (shixta) ni suyuqlantirish va undan namlikni yo'qotish; 2) suyuqlanmaga kalsiy fosfat va kremniy oksid kiritish; 3) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ni yanada oddiy zarracha va ionlarga parchalash; 4) ularni uglerod sirtiga diffuziyalash; 5) silikat zarrachalarini uglerod sirtiga diffuziyalash; 6) uglerod bilan P_2 , CO va CaO hosil qilish orqali ta'sirlashish; 7) Reaksiya doirasidan CaO ni kalsiy silikat shaklida (SiO_3^{2-} ionlari bilan birgalikda) yo'qotish.

Kalsiy fosfatning uglerod bilan ta'sirlashuv tezligi harorat, kislotalilik moduli M_k ($\text{SiO}_2:\text{CaO}$ ning massa nisbati) va boshlang'ich materiallar sifati bilan aniqlanadi. Kislotalilik moduli va P_2O_5 miqdori bo'yicha shixta, pechdagi suyuqlanma va shlakning tarkibi haqida fikr yuritish mumkin.

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 PH_3 , difosfan P_2H_4 , ya'ni ma'lum miqdordagi fosforning yo'qotilishi hisobiga hosil bo'lishiga olib keladi. Yuqori haroratda PH_3 ni elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintez qilib bo'lmaydi. Lekin $400-1000^\circ\text{C}$ harorat chegarasida suv (shuningdek CO_2) fosfor bug'lari bilan to'xtovsiz ta'sirlashadi va P_4O_6 , H_3PO_4 , PH_3 hosil qiladi:

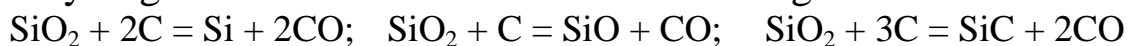


Boshlang'ich xomashyo tarkibidagi temir birikmalarining qaytarilishi va pechda almashinuv jarayonlari sodir bo'lishi natijasida temir fosfidlari Fe_3P , Fe_2P , FeP hosil bo'ladi:

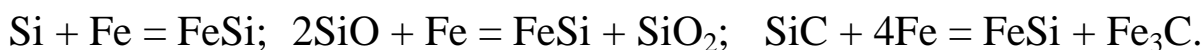


Pechdan ajratib olinadigan ferfosfor deb ataluvchi temir fosfidlari aralashmasida 15-28% P bo'ladi. Uni pechdan suyuqlanma holatida yo'qotiladi.

Kremnezemning uglerod bilan ta'sirlashuvi elementar kremniy, kremniyning monooksidi va karbidi hosil bo'lishiga olib keladi:

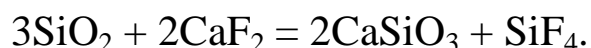


Ularning temir bilan ta'sirlashishi natijasida ferrosilitsiy hosil bo'ladi:



Qaytarilgan kremniyning qariyb 40% ferrosilitsiyga o'tadi, qolgan 60% pechdan chang tarzida chiqib ketadi.

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 fluor 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 maqsulotni 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. Flyus 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; undagi kul miqdori 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 CO₂ 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.

Flyus sifatida ishlatiladigan kremniyli fosfatli jinslar va koks oldindan quritiladi.

Shixta fosforit yoki apatitning (bo'laklar o'lchami 50-60 mm li) va koks yoki antrasitning (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) beriladi. Shixta tarkibini hisoblashda fosforit (F) va kvarsit (K) nisbati tanlangan kislotalilik moduli va undagi CaO, MgO, SiO₂ va Al₂O₃ miqdori bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{K}{F} = \frac{M_k \left[\text{CaO} + \text{MgO} \right]_f - \left[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \right]_f}{\left[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 \right]_k - M_k \left[\text{CaO} + \text{MgO} \right]_k}$$

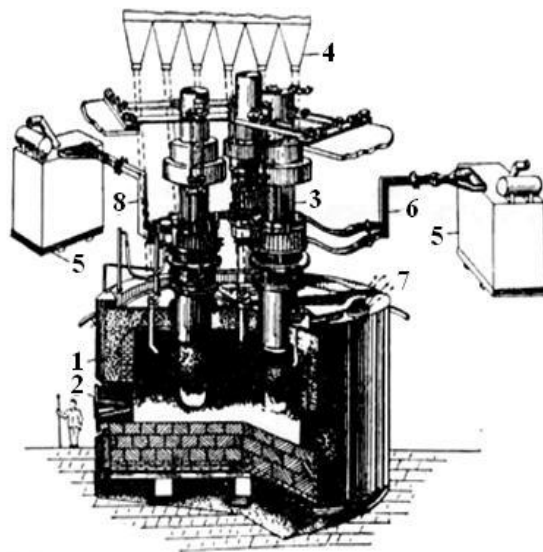
Bunda MgO ni bog'lash uchun qo'shimcha miqdordagi SiO₂, Al₂O₃ ga esa shunga o'xshash flyusda bo'lgan SiO₂ talab etilishini hisobga olish kerak. Agarda tabiiy fosfat tarkibidagi kremnezem miqdori yetarlicha bo'lmasa, shixtaga qo'shimcha miqdordagi yirik qum yoki maydalangan kvars qo'shiladi.

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 (3.6-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.

Ko‘mir elektrodleri uglerodli materiallar – toshko‘mir, koks, elektrodli qoldiqlar va boshqalar aralashmasining toshko‘mir smolasi bilan kuydirilishi orqali tayyorlanadi. Ular bilan $3-4 \text{ a/sm}^2$ tok zichligida ishlanadi. Grafitli elektrodlarda esa tok zichligi yuqoriroq ($7-12 \text{ a/sm}^2$) 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 elektrodleri chiqarib olib o‘stirib turiladi (boshqasi bilan almashtirib, unisini ta‘mirlanadi). Ko‘p hollarda o‘z-o‘zidan kuyuvchi elektrodleri qo‘llaniladi. Ularning o‘stirilishi reaksiyon qismdagi harorat va shixtaga elektrod materiallarini kiritilishi hisobiga amalga oshiriladi.



3.6-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.

Fosforni elektrohaydash uchun pechlarning quvvati 25-50 ming kvv 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. Oʻrtacha quvvatdagi pechlarda kuchlanishi 170-260 v boʻlgan oʻzgaruvchan tok tarmogʻidan foydalaniladi. 35-50 ming kvt quvvatli pechlar 300-500 v kuchlanishda ishlaydi.

Pech vannasidagi suyuq ferfosfor va dashqol (shlak) ning harorati 1500°C gacha boʻlganligi uchun uning ichki yuzasi oʻtga chidamli maxsus materillar bilan qoplanadi (niqoblanadi). Futirovkalar kimyoviy tarkibi va oʻtga chidamliligi jihatlaridan kislotali, asosli va neytral materiallarga boʻlinadi: kislotali oʻtga chidamli materiallar (kvarsli qum va dinas gʻisht) tarkibida 95% gacha SiO_2 boʻladi, kislota taʼsiriga yaxshi chidamli boʻladi va 1800°C li haroratgacha oʻtga chidamlidir; asosli oʻtga chidamli materiallar (magnezit kukuni va undan quyilgan gʻisht) tarkibida 93-94% gacha MgO boʻladi, ular ishqoriy taʼsirlarga chidamli va 2200°C gacha bardoshlidir; Pech vannasining pastki qismi shunday usullarda furerovka qilinadi. Xromli gʻisht, giltuproq shamot kukuni va undan quyilgan gʻisht neytral oʻtga chidamli materiallar qatoriga kiradi, ular arzon va 1800°C haroratgacha chidamli boʻladi. Pech vannasining yuqori qismi shamotli gʻisht bilan niqoblanadi.

Gazlar pechning yuqori qismidan $\sim 300^{\circ}\text{C}$ haroratda chiqadi. Pech qopqogʻidagi teshikdan tushiriladigan shixta, shlakni undan chiqishiga mos holda kiritiladi va harorat taʼsirida dastlab kuyadi, soʻngra suyuqlanadi hamda shlak va maʼlum miqdordagi ferfosfor holatida pechdan chiqariladi.

Xizmat koʻrsatishni osonlashtirish maqsadida yuqori quvvatli pechlarda – elektrodning (yaʼni, kuchlanish boʻyicha ish va quvvat doimiyliigi), gazlar bosimining va shixta komponentlarini kiritishning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlaridan foydalaniladi.

Fosfatdan fosforning toʻla qaytarilishi haqida fosforning qaytarilish koeffitsienti – pechdan gaz bilan birgalikda va ferfosfat koʻrinishida 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 boʻlsa, *haydaliş (vozgonka) koeffitsienti* – gaz bilan chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati

shunchalik ko'p bo'ladi. Elektropechlardagi fosforning haydaliş koeffitsienti odatda 0,95 atrofida bo'ladi.

Pechdan chiqadigan shlak quyma buyumlar (kimyoviy jihoz detallari, yo'l qurilishi uchun plitkalar va xokazo), shlakli sement va g'ishtlar, issiqlik himoya materiallari va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Shlakning taxminiy tarkibi: 38-44% SiO₂, 2-5% Al₂O₃, 0,5-1% Fe₂O₃, 44-48% CaO, 0,5-7% MgO, 0,5-3% P₂O₅ bo'ladi. Shlak ostida yig'iladigan ferrofosfor - temir fosfidlari (Fe₂P va Fe₂O₃) va unga qo'shimcha sifatida oz miqdordagi boshqa metallar (marganes, xrom va x.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.

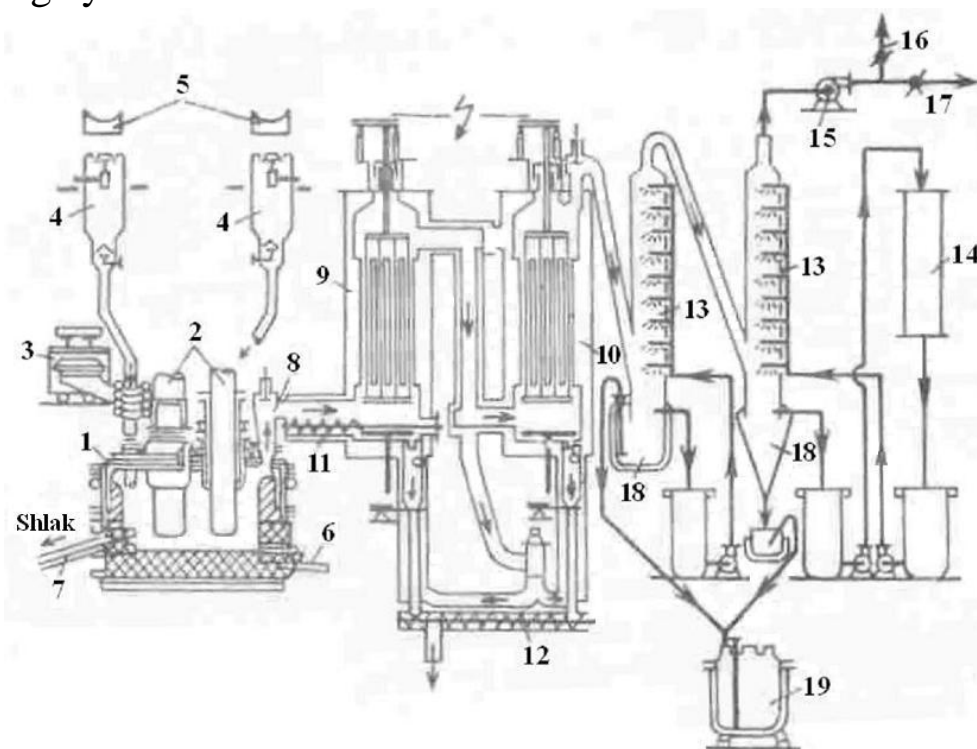
1 t fosfor olishda 10500 kJ/m³ issiqlik beruvchi 2500-3000 m³ (n.sh. da) pech gazi, 25-27 kg ferrofosfor, 10-12 t shlak hosil bo'ladi. Pechdan chiqadigan gaz tarkibida: 0,2-2,15 g/m³ fosfor bug'lari, 60-85% CO, 3,4-16,5% CO₂, 6-10% N₂ (% lar hajm bo'yicha), qo'shimcha H₂S va boshqalar bo'ladi.

Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri 3.7-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 (letkasi) 7 orqali muntazam ravishda shlak chiqarilib turiladi.

Pechdan chiqadigan gaz gazyig'gich 8 orqali pech changlaridan tozalash uchun elektrofiltrlar 9 va 10 ga o'tadi. Elektrofiltrlar 40000-80000 v kuchlanish bilan ishlaydi. Fosforning kondensatsiyalanishini oldini olish uchun elektrofiltrlardagi harorat 280-300^oC da ushlab turiladi. Shu maqsadda elektrofiltrlar va gaz o'tish yo'llarining sirti

niqobli g'ishtdan tayyorlangan g'ilof bilan o'raladi. /ilof bilan elektrofiltrlar orasida o'txona gazlari aylanuvchi bo'shliq bo'ladi va shu orqali elektrofiltrdagi harorat belgilangan darajada ushlab turiladi. Elektrofiltrlardagi harorat 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 qolinggan chang 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.



3.7-rasm. Sariq fosfor ishlab chiqarish:

1-elektropech; 2-elektrodlar; 3-transformator; 4-yuklash bunkeri; 5-transporter; 6-ferrofosfor cho'michli quygichi; 7-shlak juri; 8-gazyig'ich; 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^oC haroratdagi gaz, aylanma suv bilan tomchilatish ta'minlangan vertikal holatdagi minora – fosfor kondensatorlari 13 ga o'tadi. Kondensatsiya qurilmasi ikki: «qaynoq» va «sovuq» bosqichdan iborat. Gaz «qaynoq» kondensatorida spiralsimon trayektoriya 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% miqdori kondensatlanadi. Gazni sovutish va fosforni yuvish uchun suv yopiq kontur: fosfor yig‘gich – nasoslar – o‘tkazuvchi quvurlar – forsunka – fosfor yig‘gich bo‘yicha aylanadi.

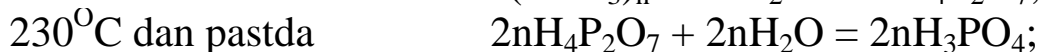
Pech gazi, tarkibidagi fosforni yanada ko‘proq ajratib olinishini ta‘minlash maqsadida «qaynoq» kondensatordan «sovuq» kondensatorga uzatiladi. Bu kondensatorda bug‘ejeksiyali qurilma (BEQ) 14 yordamida sovutilgan aylanma suvdan foydalaniladi. «Sovuq» kondensatorida gaz harorati 27 dan 17^oC gacha pasayadi 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 yokilg‘i sifatida foydalanilishi yoki yoqilg‘i yondirgich 16 da yoqib yuborilishi mumkin.

Belgilangan Davlat standarti talablariga muvofik A, B va S markadagi mahsulot sifatidagi fosfor ishlab chiqariladi. Ulardagi fosfor miqdori, mos holda (kam emas): 99,9; 99,5 va 94,5%. S markali mahsulot tarkibida fosfor miqdorining kam bo‘lishi uning tarkibida 5% gacha quyqum borligi bilan izohlanadi.

Termik fosfat kislotaning olinishi. Termik fosfat kislotasi 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:



Gidratatsiyaning umumiy tenglamasi:



tenglama orqali ifodalanadi.

1 kg fosforning yonishida ajraladigan issiqlik miqdori 23614 kJ ni, gidratlanishi natijasida esa 3035 kJ (yoki 1 kg H₃PO₄ ga 1017 kJ) ni tashkil etadi. H₃PO₄ ni mahsulot kislotasi konsentratsiyasigacha suv bilan suyultirilganda qo‘shimcha miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Texnik termik kislotada 73% dan kam bo‘lmagan H₃PO₄ bo‘ladi.

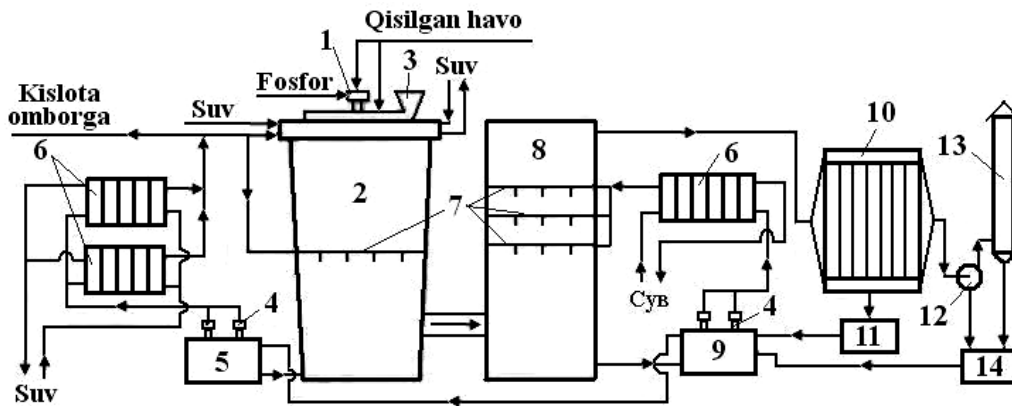
Termik fosfat kislota ikki: bir bosqichli va ikki bosqichli usullar bilan olinishi mumkin. Bir bosqichli usul pechdan chiqayotgan gazni (fosfor bug‘larini oldindan kondensatlanmasdan) yoqish va hosil bo‘lgan P_4O_{10} ni gidratlanishiga asoslangan. Bu usulning soddaligiga qaramay, kam qo‘llaniladi, chunki 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 kislota ifloslantiradi. Bu usulning asosiy kamchiligi shundaki, fosfor pechi va fosfat kislota olish tizimlari bir vaqtda ishlashi talab etiladi.

Termik fosfat kislota asosan ikki bosqichli usulda, ya’ni fosfor pechi tarkibidagi gazdan fosforni kondensatlash va so‘ngra uni fosfat kislota aylantirish orqali ishlab chiqariladi. Bunda toza holdagi kislota olinadi va fosforning kondensatlanishidan keyingi qolgan yuqori kaloriyali 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 sirkulyatsion (sovituvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) va bug‘latgichli (bug‘lanuvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) ishlab chiqarishga bo‘linadi. Sirkulyatsion tizimlar: elektrofiltr yoki skrubberli sirkulyatsion bir minorali va sirkulyatsion ikki minorali tizim keng tarqalgandir. Odatda, sirkulyatsion ikki minorali tizim keng qo‘llaniladi. Bug‘latgichli tizim esa ishlab chiqarishning kelajakdagi istiqboliga dahldordir. Sirkulyatsion tizimdan farqli o‘laroq, ularda nasos-sovutgichli jihozlarga ehtiyoj yo‘q, shu sababli energetik harajatlar 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 kislota tomchilarini ushlab qolishga katta o‘lchamdagi elektrofiltr qurilmalar talab etiladi.

3.8-rasmda sirkulyatsion ikki minorali tizimda fosfat kislota ishlab chiqarish tasviri keltirilgan. Suyuq fosfor ombordan nasos yordamida dozator orqali yondirish minorasi 2 ning forsunkasi 1 ga beriladi. Yondirish minorasi kesik konus (pastki qismi kichrayib boradigan) shaklida bo‘ladi, hosil bo‘lgan kislota tomchilari minoraning ichki devorlarida bir tekisda tarqalib, yupqa qavat hosil bo‘lishini ta’minlaydi va suyuqlik pastga devor yuzasidan oqib tushadi. Bu esa minora ichki

devorini qaynok 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.



3.8-rasm. Sirkulyatsion ikki minerali tizimda termik fosfat kislota 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-elektrofiltr; 11-kislotaga yig'ich; 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 kislota, uning keyinchalik sovutilishi va gidratlanishidan tumansimon ortofosfat kislota 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 kismidan 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, kislota minora ichida joylashtirilgan uch qavat kislotali forsunkalar 7 da sachratiladi. Issiqlik almashtirgich 6 da sovutilgan kislotaning bir qismi omborga tayyor mahsulot sifatida

chiqariladi. Yondirish minorasida 60% gacha R_4O_{10} 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 $25-27^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi). Yig‘gich 9 da kislota yig‘gich 5 orqali aylanuvchi kislota qo‘shiladi.

Sovutish minorasiga kiruvchi gaz harorati $85-100^{\circ}\text{C}$, chiquvchi gaz harorati esa $45-55^{\circ}\text{C}$ bo‘ladi. Bu minoradan chiquvchi gaz tarkibida 50 g/sm^3 (n.sh. da) fosfat kislota tumani holatidagi P_2O_5 bo‘ladi. Uni elektrofiltr 10 da tutib qolinadi. Umumiy tutib kolish darajasi 99,9% ni tashkil etadi. Elektrofiltrdagi kislota yig‘gich 11 ga, undagi esa yig‘gich 9 ga oqib tushadi. Quyruq gaz ventilyatori 12 yondirish minorasidagi ikkilamchi havoni surib oladi va uni gaz chiqarish quvuri 13 ga atmosferaga chiqarib yuborish uchun purkaydi. Atmosferaga chiqariluvchi gaz tarkibida 80 mg/sm^3 dan kam miqdordagi (n.sh. da) P_2O_5 bo‘ladi. Quyruq gaz ventilyatori va gaz chiqarish quvuridagi kondensat yig‘gich 14 ga oqib tushadi.

Yondirish va sovutish minoralari polietilen, diabraziv plitka va kislota bardosh g‘ishtlar bilan himoyalangan metall qobiqqa ega bo‘ladi. Yondirish minorasining o‘rtacha diametri 5 m, balandligi esa 13 m bo‘ladi. Sovutish minorasi 3,2 m diametrga, 13 metr balandlikka ega va unda ikki qator Rashig halqali to‘ldirgich bor. Elektrofiltr 40-90 ming v kuchlanishdagi doyimiy tok manbaiga ulanadi.

Bayon etilgan sistema yiliga 60 ming t 100% li H_3PO_4 ishlab chiqarish unumdorligiga egadir. Unda 2,5-3 t/soat fosfor qayta ishlanadi. 1 tonna termik fosfat kislota (100% li H_3PO_4 hisobida) ishlab chiqarish uchun 0,32-0,33 t sariq fosfor sarflanadi.

Termik fosfat kislota tarkibida juda oz miqdordagi begona qo‘shimchalar bo‘ladi: SO_3 , R_2O_3 , Pb, F, SiO_2 ning miqdori foyizning yuz yoki mingdan bir ulushini, As ning miqdori esa 0,002-0,004% ni tashkil qiladi.

Superfosfat kislota (76% P_2O_5 yoki 105% H_3PO_4) ishlab chiqarish ham xuddi oddiy fosfat kislota (62% P_2O_5 yoki 85% H_3PO_4) 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

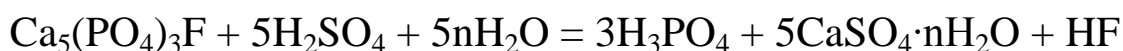
etiladi. Shu sababli kislotalarni uzatishda markazdan qochma nasoslar o'rniga rotatsion nasoslardan foydalaniladi.

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

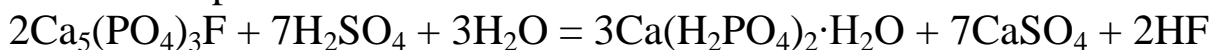
Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari. Tabiiy kalsiy fosfatlarning kislotalar bilan parchalanishidan fosfat kislota va kalsiyning tegishli tuzlari hosil bo'ladi. Kalsiyli tuzlari suvda yaxshi eriydigan kislotalar (masalan, nitrat yoki xlorid kislota) ishlatilganda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

Tabiiy fosfatlarni sulfat kislota bilan ishlov berilganda, ftoapatit:

– fosfat kislota olishda:

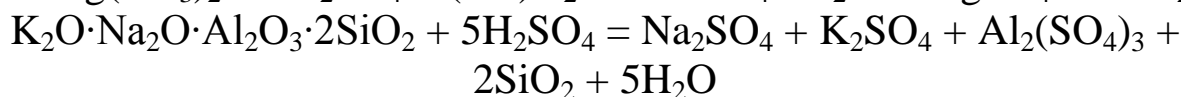


– superfosfat olishda:

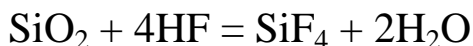


reaksiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi.

Shu bilan bir vaqtda fosfatli xomashyo tarkibidagi boshqa minerallar: kalsit, dolomit, temir- va alyumosilikatlar ham parchalanadi. Masalan:



Kremniy dioksid HF bilan ta'sirlashib, SiF₄ hosil qiladi:



SiF₄ ning bir qismi gazli fazaga o'tadi, qolgan qismi esa eritmada qoladigan geksaftorsilikat kislotaga aylanadi:



Tarkibida kislotali eruvchan ko'p miqdordagi magniy, aluminiy, temir birikmalari bo'lgan tabiiy fosfatlar sulfat kislotali ishlov berish

uchun yaroqsizdir. Ayniqsa temir tutgan qo‘shimchali minerallar yaroqsiz hisoblanadi.

Hosil bo‘ladigan temir fosfatlari barqaror to‘yingan eritmalarga aylanib, ulardan asosan $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ shaklida kristallanish sekin kechadi. Buning oqibatida fosfat kislota olishda kalsiy sulfat cho‘kmasi bilan birgalikda erimaydigan temir fosfati shaklida P_2O_5 ning bir qismi yo‘qotilishi hisobiga uning unumi kamayadi; superfosfat olishda esa mahsulotdagi suvda eriydigan P_2O_5 ning miqdori kamayadi, chunki uning ma‘lum ulushi o‘simliklarga qiyin o‘zlashadigan, sitratli eritmada qisman eriydigan $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ shakliga o‘tadi. Eritmadan qiyin eriydigan shaklga o‘tish P_2O_5 ning retrogradatsiyasi deyiladi. Shu boisdan sulfat kislotali parchalashda tarkibida ko‘p miqdorda temir tutgan fosforitlar ishlatilmaydi.

Rudalarni oldindan oksidlovchilik atmosferasida $850-1150^\circ\text{C}$ haroratda qizdirish Fe(II) birikmalari – gyotet $\text{FeO}(\text{OH})$, gidrogyotet $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ larning kislotalarda qiyin eriydigan gematit Fe_2O_3 , magnetit Fe_3O_4 va boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Lekin, xattoki uzoq vaqt qizdirish ham bu qo‘shimchalarning tayyor mahsulot sifatiga va ishlab chiqarishning texnologik ko‘rsatkichlariga salbiy ta‘sirini to‘la bartaraf eta olmaydi. Shuning uchun sulfat kislotali parchalash jarayonida, odatda, tarkibidagi $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ og‘irlik nisbati 0,08 dan katta bo‘lmagan ruda va konsentratlar qo‘llaniladi; bunda P_2O_5 retrogradatsiyasi sezilarsiz darajada bo‘ladi.

Fosfatli rudalardagi karbonatlar – kalsit, dolomit qo‘shimchalari ularning parchalanishi uchun qo‘shimcha miqdordagi sulfat kislota sarflanishiga, CO_2 ajralishi hisobiga reaksiya jihozlarda ko‘p miqdordagi ko‘pik hosil bo‘lishiga, buning natijasida esa ular ish unumining pasayishiga olib keladi. Kalsit va dolomitning parchalanishi natijasida superfosfatdagi usiz ham unchalik katta bo‘lmagan P_2O_5 konsentratsiyasini kamaytiruvchi yoki fosfat kislota olishdagi tashlandiq gips miqdorining oshiruvchi qo‘shimcha miqdordagi kalsiy sulfat hosil bo‘ladi.

Rudani kuydirish natijasida karbonatlar parchalanadi va CO_2 yo‘qotiladi. Shuning uchun kuydirilgan ruda ishlatilganda ko‘piklanishning oldi olinadi. Ko‘piklanishni birdaniga kamaytirishning boshqacha usuli, bu reaktorga uzatiluvchi rudalarni tashish moslamalari (shnek yoki lentali transportyor) da uncha ko‘p miqdorda bo‘lmagan

sulfat yoki fosfat kislotalar bilan namlash hisoblanadi. Bunda karbonatlarning asosiy qismi parchalanib bo‘ladi.

Rudalarni kislotali parchalanishida uning tarkibidagi magniy birikmalari xomashyoni yuqori parchalanish darajasiga erishishda to‘sqinlik qiluvchi va olinadigan mahsulot sifatini yomonlashtiruvchi suvda eruvchan magniy sulfat va fosfatlariga aylanadi. Shuning uchun tarkibida ko‘p miqdorda magniy tutgan xomashyodan uni kimyoviy boyitish orqali yo‘qotish lozimdir.

Superfosfat. Superfosfatni nisbatan yuqori konsentratsiyali qo‘shaloq superfosfatdan farqlash maqsadida oddiy superfosfat deb ham ataladi. Tabiiy fosfatlar (apatit konsentratini yoki fosforit uni) ni sulfat kislota bilan parchalash orqali superfosfat olinadi. Sulfat kislota miqdori tabiiy fosfatdagi kalsiy to‘la bog‘lashga ketadigan miqdorga nisbatan shunday hisobda kam olinadi, buning natijasida quyidagi tenglama bo‘yicha monokalsiyfosfat va kalsiy sulfatning aralashmasi hosil bo‘ladi:



Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo va sulfat kislotalarning aralashirilishidan dastlab suspenziya hosil bo‘ladi, unda kimyoviy reaksiyalar va kristallanish jarayonining sodir bo‘lishi tufayli u asta-sekin quyiladi va yaxlit massa holatida qotadi. Uning maydalanishidan hosil qilingan superfosfat – kulrang kukun yoki donador mahsulotdir. U bir necha qattiq faza va ularga shimilgan suyuq fazadan iboratdir. Qattiq fazada kalsiy (asosan monokalsiyfosfat), magniy, temir, aluminiy fosfatlari, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ qo‘shimchasi bilan CaSO_4 (apatit konsentratini qayta ishlashda esa shuningdek CdSO_4), boshlang‘ich fosfat tarkibiga kiruvchi parchalanmagan mineral qoldiqlari, kremnegel $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar bo‘ladi. Qattiq fazaning miqdori 65-72% ni, shu jumladan 50-55% CaSO_4 (va CdSO_4) ni tashkil etadi. Suyuq faza esa monokalsiyfosfatga to‘yingan va tarkibida Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , F^- , SiF_6^{2-} va boshqa ionlar bo‘lgan fosfat kislotalarning suvli eritmasidan iboratdir.

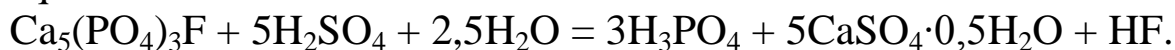
Superfosfat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalar: apatit konsentratini yoki fosforit unini sulfat kislotalari bilan qorishtirish va hosil qilingan suspenziyani kameralarda pishitish (etiltirish) dan iboratdir. Uning batamom pishitilishi kimyoviy sexlarda mahsulotni saqlashda to‘la amalga oshadi. Xomashyolar aralashtirgichlaridan va superfosfat

kamerasidan chiqadigan ftorli gazlar – ftor tutgan boshqa mahsulotlarga aylantiriladi.

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

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

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



Bu reaksiya 20-40 minut davomida kamerada superfosfat massasining pishirilishi davrida tugaydi. Kalsiy sulfat yarimgidrat shaklida cho‘kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiyon massa haroratining yuqoriligi (110-120°C) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining ohirida 42-46%) P₂O₅ miqdorining ko‘pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kalsiy sulfatning stabil shakli angidrit hisoblanadi.

Sulfat kislot to‘la sarflangandan so‘ng ikkinchi bosqich jarayoni - qolgan apatitning to‘plangan fosfat kislota bilan reaksiyasi boshlanadi:



Hosil bo‘lgan monokalsiyfosfat dastlab eritmada bo‘ladi, uning to‘yinishidan kristallanishi boshlanadi. Eritmadagi P₂O₅ miqdori 42-46% va harorat 100°C dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo‘lganda monokalsiyfosfat Ca(H₂PO₄)₂·H₂O kristallanadi.

Stexiometrik nisbatdagi komponentlarning ta’sirlashuvi natijasida sodir bo‘ladigan quyidagi:

$2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 7\text{CaSO}_4 + 2\text{HF}.$
tenglama bo‘yicha boradigan reaksiyaning birinchi bosqich jarayonida 70%, ikkinchi bosqichida esa 30% apatit ta’sirlashadi. Birinchi bosqichda ko‘p miqdordagi suyuq fazaga to‘lgan to‘r tuzilishli mikrokristallardan iborat kalsiy sulfat hosil bo‘ladi. Reaksiyon massaning

qotishi sulfat kislota to'la sarflanguncha sodir bo'ladi, uning ishtirokida monokalsiyfosfatning hosil bo'lishi mumkin emas; shu boisdan massa qotishining sabibini faqatgina kalsiy sulfatning kristallanishiga bog'lash mumkin. Ikkinchi bosqich kamerali yetiltirish davrida boshlanadi va omborda mahsulotni uzoq vaqt (xomashyo naviga, ishlab chiqarish tartibiga va pishitish sharoitiga bog'liq holda 6-25 sutka) pishitishda yakunlanadi.

Sulfat kislotaning me'yori. Fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotaning stexiometrik me'yori $7\text{H}_2\text{SO}_4:3\text{P}_2\text{O}_5$ nisbat orqali aniqlanadi va u 1 qism P_2O_5 ga 1,61 qism H_2SO_4 to'g'ri keladigan miqdorga teng (bu yerda va keyinchalik ham massa nisbatida bo'ladi). Apatit konsentratida 39,4% P_2O_5 bo'lsa, 100 qism xomashyoga to'g'ri keladigan H_2SO_4 ning stexiometrik me'yori $39,4 \times 1,61 = 63,4$ qismni tashkil qiladi. Parchalanishni tezlashtirish maqsadida va begona qo'shimchalar borligini hisobga olgan holda kislotaning amaliy me'yori nisbatan yuqori – 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sulfat kislotaning stexiometrik me'yorini hisoblash – xomashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini hamda reaksiyon muhit kislotaliligining kamayish darajasi bo'yicha uning parchalanish jarayonida sodir bo'ladigan ikkilamchi reaksiyalarni ham e'tiborga olingan holda amalga oshiriladi. Ajralib chiqadigan kislotalar (H_3PO_4 , HF) ham boshlang'ich xomashyo komponentlarini parchalaydi. Boshlang'ich xomashyo tarkibidagi kalsiyning bir qismigina monofosfatga aylanadi, qolgan asosiy qismi esa sulfat kislota sarflanishi hisobiga kalsiy sulfatga aylanadi. Fosfatli anionlarning bir qismi kationli qo'shimchalar – Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} bilan birikadi, natijada monofosfatga aylanadigan kalsiyning ma'lum ulushini kamayishiga, ya'ni hosil bo'ladigan CaSO_4 miqdorining ortishiga olib keladi; bu esa sarflanadigan H_2SO_4 me'yorini orttirishni talab etadi.

Fosforitda kalsiydan tashqari erimaydigan sulfatlar hosil qiluvchi boshqa elementlar yo'q bo'lganda, sulfat kislotaning stexiometrik me'yori (n) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

bu yerda: l, m, p, q, r – xomashyo tarkibidagi (mos holda) CaO , P_2O_5 , MgO , Fe_2O_3 va Al_2O_3 larning massa bo'yicha % miqdorlari; 56, 142, 40, 160 va 102 – tegishli ularning molekulyar massalari.

Sulfat kislotaning aniq (real) me'yori uning hisoblangan me'yoridan birmuncha kichik bo'ladi, chunki Ca^{2+} ionining bir qismi F^- va SiF_6^{2-}

ionlari bilan ham birikadi. Boshqa qo‘shimchalar esa uning miqdorini oshirishi mumkin. Shuning uchun har bir turdagi xomashyo uchun sulfat kislotaning amaliy me‘yori tajriba yo‘li bilan belgilanadi.

Boshlang‘ich sulfat kislotaning konsentratsiyasi qanchalik katta bo‘lsa, mahsulotning namligi ham shunchalik kam bo‘ladi va undagi P_2O_5 miqdori ortadi. Lekin, sulfat kislota konsentratsiyasining yetarli darajadan yuqori bo‘lishi yuqorida izohlangan holatni keltirib chiqaradi. Shunday qilib, kislota konsentratsiyasining optimal doirasi bo‘lib, uning chegarasi harorat va aralashtirish sharoitiga bog‘liqdir. Optimal konsentratsiya, harorat va sulfat kislota me‘yori fosfat xomashyosining xar bir navi uchun tajriba sharoitidan kelib chiqib aniqlanadi.

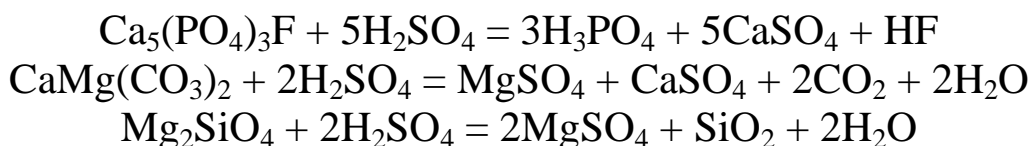
Ishlab chiqarish jarayonida reagentlarning uzluksiz aralashtirishda qisman ta‘sirlashgan reaksiya aralashma – suspenziya (bo‘tqa) kiritiladi, bunda $50-60^{\circ}C$ haroratdagi 68-69% li sulfat kislota ishlatiladi. Bu holda suyuq fazada sulfat va fosfat kislotalarning ma‘lum nisbati o‘rnatiladi, kalsiy sulfatning kristallanishi yaxshilanadi va qorishuvchi (qotuvchi) massa g‘ovak holatda hosil bo‘ladi.

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

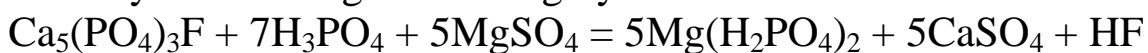
Fosfat parchalanishining birinchi bosqichida sulfat kislota bilan fosfatning mayda zarrachalari ta‘sirlashadi, reaksiya nihoyatda shiddatli kechadi va fosfat kislota hosil bo‘ladi. Ikkinchi bosqichda esa fosfatning yirik zarrachalari bilan fosfat kislota va reaksiyaga kirishmagan sulfat kislota ta‘sirlashadi. Bunda suyuq fazadagi eritmaning neytrallanib borishi tufayli reaksiya tezligi birmuncha pasayadi. Kamerada superfosfat massasining suyuq fazasining monokalsiyfosfatga to‘yinib borishi bilan ham parchalanish tezligi yanada pasayadi. Ikkinchi fazada parchalanish tezligining pasayishini suyuq fazaning neytrallanib

borishi, yirik fosfat zarrachalarining parchalanishi va fosfat sirtida kalsiy sulfat qobiqlarining hosil bo‘lishi bilan izohlanishi mumkin.

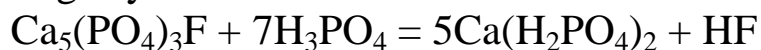
Fosforitlar asosidagi superfosfat. Fosforitlardan superfosfat olish jarayoni – unda dolomit va magnezial silikatlar qo‘shimchalarining bo‘lganligi sababli o‘ziga xos xususiyatga egadir. Magniy birikmalari ishtirok etadigan fosfatlarning sulfat kislota bilan parchalanishi uchta bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqichda quyidagi reaksiyalar sodir bo‘ladi:



Buning natijasida tarkibida fosfat kislota va magniy sulfat bo‘lgan eritma hosil bo‘ladi. Ikkinchi bosqichda fosfatni fosfat kislota bilan parchalanadi, ammo eritmada magniy sulfat bo‘lganligi uchun monokalsiyfosfat o‘rniga monomagniyfosfat hosil bo‘ladi:



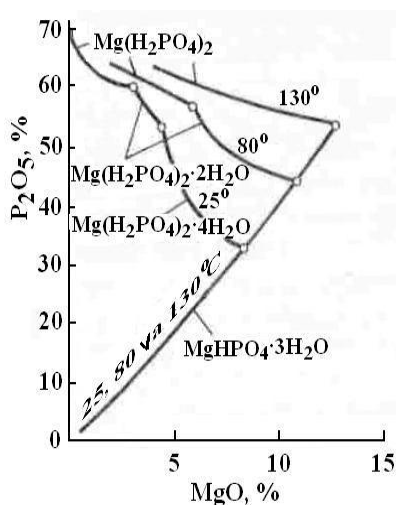
Ikkinchi bosqich MgSO_4 ning $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ga to‘la aylanishi bilan yakunlanadi. Uchinchi bosqichda esa qolgan fosfatli xomashyo tarkibida monomagniyfosfat tutgan fosfat kislota bilan parchalanadi va monokalsiyfosfatga aylanadi:



Ikkinchi bosqich oxirida fosfatli kompleks MgO , P_2O_5 va H_2O dan iborat bo‘ladi. $\text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemadagi eruvchanlik diagrammasidan (3.9-rasm) ko‘rinadiki, monomagniyfosfatning eruvchanligi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemadagi monokalsiyfosfatning eruvchanligidan nisbatan katta bo‘ladi. Mono- va dimagniyfosfatlar to‘yingan suvli eritmalarga nisbati bo‘yicha inkongruent bo‘lishiga qaramay, ya’ni qattiq fazaga kislotaliligi kam bo‘lgan fosfatlar holatida o‘tish bilan parchalanadi; magniy fosfatning parchalanish darajasi kalsiy fosfatning parchalanish darajasidan (tuz va suvning nisbati bir xil bo‘lganda) nisbatan kichik bo‘ladi. $25-80^\circ\text{C}$ harorat va $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} < 0,287$ nisbatda monomagniyfosfat parchalanmasdan eriydi; bu nisbat katta bo‘lganda monomagniyfosfat parchalanadi va dimagniyfosfat qattiq fazaga o‘tadi; monokalsiyfosfatning parchalanishi esa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} > 0,01$ dan sodir bo‘la boshlaydi.

Xuddi kalsiy tuzlaridagi kabi P_2O_5 konsentratsiyasi ortishi bilan dimagniyfosfat eruvchanligi ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi (3.9-rasm), ammo monokalsiyfosfatdan farqli o‘laroq

monomagniyfosfatning suv ta'sirida parchalanish darajasi haroratga deyarli bog'liq emas.



3.9-rasm. 25, 80 va 130^oC haroratdagi MgO – P₂O₅ – H₂O sistemasida eruvchanlik izotermasi: ikkita qattiq fazali muvozanatdagi eritmaning tarkibi nuqtalar bilan belgilangan.

Ikkinchi bosqich reaksiyaning tugallanishi arafasida ham monomagniyfosfatning eruvchanligi katta bo'lganligi uchun suyuq faza uning bilan to'yinmagan holatida qoladi, ammo u to'la eritmada bo'ladi va fosfat kislotaning neytrallanish darajasi kutilganidan ko'ra nihoyatda katta bo'ladi. Monomagniyfosfat fosfat kislotasi bilan bufer aralashma hosil qiladi, Mg²⁺ va H₂PO₄⁻ ionlariga dissotsilanadi, bu esa fosfat kislotaning H⁺ va H₂PO₄⁻ ionlariga dissotsilanishini susaytiradi. Shu sababga ko'ra xomashyoning parchalanishini ikkinchi bosqich jarayonidayoq keskin pasaytiradi, uning uchinchi bosqichdagi tezligi esa butunlay kamayadi.

Yuqorida ta'kidlanganlarni, shuningdek monomagniyfosfatning gigroskopikligini e'tiborga olinsa, u fosforitlardan olingan superfosfatning fizik xossalarini yomonlashtiradi. Shuning uchun fosforitlarni oldindan magniy birikmalarining bir qismini yo'qotish orqali boyitish maqsadga muvofiqdir. Ishlatiladigan xomashyoda magniyning miqdori P₂O₅ miqdorining 6-8% idan ortib ketmasligi lozim. Fosforitlardan olinadigan superfosfat uchun ombordagi optimal harorat (65-80^oC) apatit yoki magniy tutmagan fosforitlardan olinadigan superfosfatlarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Bu holatda superfosfat massasining sovishi parchalanish jarayonini tezlashtirmaydi, balki sekinlashtiradi. Buning sababini yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, suyuq

fazaning yuqori darajada neytrallanganligi va haroratning pasayishi bilan monomagniyfosfat eruvchanligining kamaymasligi bilan izohlanadi.

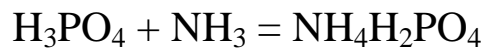
Tarkibida 27,5% P_2O_5 , 6,6% CO_2 va 2,5% R_2O_3 bo'lgan fosforitni 68% li sulfat kislota bilan 64 og'irlik qism stexiometrik me'yorda parchalash yo'li bilan olingan kukunsimon oddiy superfosfatda xomashyoning parchalanish darajasi 90% ga yetadi va mahsulot quyidagi tarkibga ega bo'ladi: $P_2O_{5\text{umum.}} = 15,6\%$; $P_2O_{5o'zl.} = 14,0\%$; $P_2O_{5erkin} = 5,0\%$; $H_2O = 10,5\%$.

Mahsulotning gigroskopikligi va uning neytrallanishi. Yuqori erkin kislotalilikka (5% dan yuqori P_2O_5) ega bo'lgan superfosfat $20^{\circ}C$ haroratda havoning nisbiy namligi 70-100% bo'lganda atmosfera namligini yutadi. Buni superfosfat suyuq fazasining to'yingan bug' bosimi (1,33-1,81 kPa) xuddi shu haroratdagi suvning to'yingan bug' bosimi (1,63-2,33 kPa) dan kichik ekanligi bilan izohlanadi. Yutilgan namlik ma'lum miqdordagi monokalsiyfosfatni eritadi, uning dikalsiyfosfat va fosfat kislotaga parchalanishiga olib keladi. Ajralgan qo'shimcha miqdordagi erkin fosfat kislotasi superfosfatni yanada gigroskopikligini oshiradi.

Bunday superfosfat yomon fizik xossaga ega bo'ladi – yopishqoq bo'lib qoladi, tushirish va yuklash moslamalariga yopishib qolishi natijasida qiyinchiliklar tug'diradi. Bundan tashqari mexanizmlarning korroziyasini tezlashtiradi. Shuning uchun yetiltirilgan superfosfat fosfat kislotada oson parchalanuvchi neytrallovchi qo'shimchalar bilan neytrallanadi. Odatda neytrallanish jarayoni donadorlash bilan bir vaqtda amalga oshiriladi. Neytrallovchi qo'shimcha sifatida oson parchalanadigan mayda fraksiyali fosforit uni, suyak kukuni, ohak, bo'r, ohaktosh, ftorsizlantirilgan fosfatlar va boshqalar ishlatiladi. Tarkibida fosfor tutgan neytrallovchi qo'shimchalar mahsulotni boyitadi. Fosforitning qo'llanilishi natijasida erkin P_2O_5 ning 1% ga kamayishi hisobiga, ekvivalent suratda, mahsulotdagi o'zlashadigan P_2O_5 ning miqdori o'rtacha 0,42% ga ortadi. Superfosfatdagi fosfat kislotani kalsiy birikmalari bilan neytrallash natijasida mahsulot tarkibida qo'shimcha miqdordagi kalsiy monofosfat hosil bo'ladi. Bunda superfosfatdagi qattiq komponentlar miqdori ortadi va uning fizik xossasi yaxshilanadi. Superfosfatdagi kislotalilikni keragidan ortiq darajada kamaytirish suvda kam eriydigan dikalsiyfosfatning hosil bo'lishiga olib keladi, ohakning ortiqcha bo'lishi esa qiyin eriydigan trikalsiyfosfat hosil bo'lish bilan

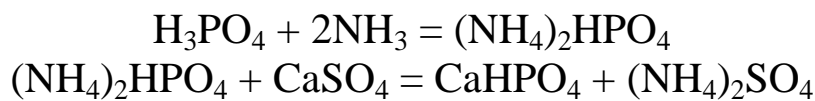
boradigan retrogradatsiyalanishga olib keladi. Mahsulot tarkibining ayrim qismlaridagi retrogradatsiya esa reagentlarning yomon aralashirilishi hisobiga yuzaga keladi. Shuning uchun neytrallash jarayonida qo‘shimchalarni mahsulot bilan yaxshi aralashishini ta’minlash lozimdir.

Ammoniyashtirish. Superfosfat sifatini yaxshilashning usullaridan yana biri bu uning ammoniyashtirilishidir, ya’ni erkin fosfat kislotani ammiak gazi bilan neytrallashtirishdir. Ammoniyashtirilgan superfosfat gigroskopik bo‘lmagan, quruq, yopishmaydigan kukundir. Uning tarkibidagi azot esa kerakli ozuqa elementidir. Superfosfat tarkibidagi erkin fosfat kislotani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash jarayonida dastlab monoammoniyfosfat hosil bo‘ladi:

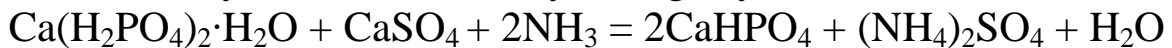


Neytrallanish issiqligining ajralishi hisobiga massaning harorati 80-90°C gacha ko‘tariladi va buning hisobiga superfosfat birmuncha quriydi. Bunda suvda eriydigan P₂O₅ miqdori kamaymaydi.

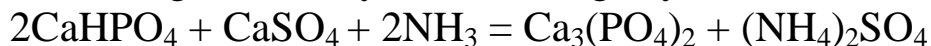
Nisbatan kuchliroq ammoniyashtirish natijasida hosil bo‘lgan diammoniyfosfat kalsiy sulfat bilan ta’sirlashib, dikalsiyfosfatga aylanadi:



Monokalsiyfosfat ham dikalsiyfosfatga aylanadi:



Bunday chuqur ammoniyashtirish natijasida superfosfatdagi suvda eriydigan P₂O₅ miqdori anchagina kamayadi, ammo o‘zlashadigan P₂O₅ miqdori sezilarli o‘zgarmaydi. Ammoniyashtirishni yanada davom ettirish P₂O₅ retrogradatsiyasiga olib keladi – dikalsiyfosfat o‘simliklar qiyin o‘zlashtiradigan trikalsiyfosfat shakliga aylanadi:



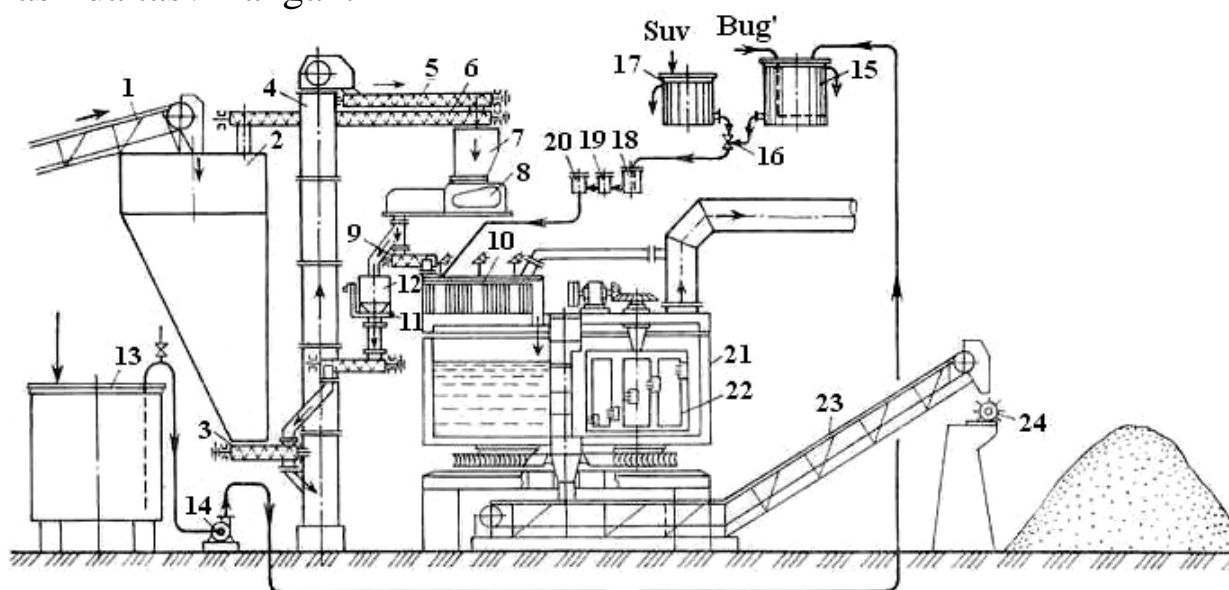
Shuning uchun superfosfatning ammiak bilan neytrallash natijasida tarkibida 2% atrofida azot bo‘lgan mahsulot olinadi. Tarkibida ko‘p miqdorda (8% gacha) azot tutgan ammoniyashtirilgan superfosfat olishda neytrallovchi vosita sifatida suyuq ammiakatlar qo‘llaniladi.

Superfosfatni ammoniyashtirish aylanuvchi barabanli ammoniyashtirgichga uzluksiz ravishda superfosfat kiritish va uning yo‘nalishi bo‘yicha oqimda gaz holatdagi ammiak yuborish orqali amalga oshiriladi. Ammiakning me’yori superfosfat massasining 2% ini,

uning yutilish darajasi esa 97-99% ni tashkil etadi. Ammoniyashtirishda hosil boʻladigan guvala holatdagi superfosfat elanadi va maydalanadi.

Fosforitlardan olingan superfosfatni ammoniyashtirish ayniqsa samarali hisoblanadi. Bunda kalsiy va magniy fosfat tuzlarining eritmadan toʻla ajralishi kuzatiladi va 25°C gacha sovutilganda nafaqat monokalsiyfosfat kristallanadi, balki magniy va ammoniy fosfatlari ham turli xil ikkilamchi va uchlamchi tuzlar kristallogidratlari holatida ajralib chiqadi. Shuning uchun fosforitlardan olingan superfosfatni ammoniyashtirish natijasida yaxshi fizik xossaga ega boʻlgan mahsulot olinadi.

Superfosfat ishlab chiqarish. Superfosfat sexiga: fosfatli xomashyo ombori va sulfat kislota saqlagich; fosfatni sulfat kislotali parchalash amalga oshiriladigan xizmat boʻlinmasi (xuddi shu yerda ajraladigan ftorli gazlarni yuttirish ham amalga oshiriladi); superfosfat ombori, u yerda mahsulotni bir qancha muddat yetiltiriladi va pishitilgan mahsulot hosil qilinadi. Uzluksiz usulda superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.10-rasmda tasvirlangan.



3.10-rasm. Superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

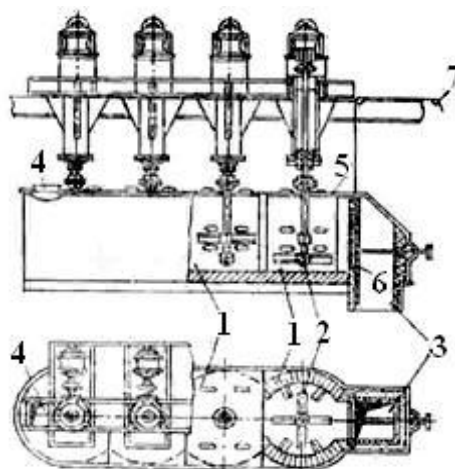
- 1-apatit konsentrati uchun transportyor; 2-bunker; 3-shnekli taʼminlagich; 4-choʻmichli elevator; 5,9-shnekklar; 6-ortiqcha apatit konsentrati uchun qaytuvchi shnek; 7-meʼyorlashtirgich bunkeri; 8-meʼyorlashtirgich; 10-aralashtirgich; 11-oʻlchovli meʼyorlashtirgichni tekshirish uchun nazorat tarozisi; 12-nazorat tarozisi uchun bunker; 13-sulfat kislota uchun rezervuar; 14-markazdan qochma kislotali nasos; 15-kislota uchun bak; 16-kislota aralashtirgich; 17-suv uchun bak; 18-minorali sulfat kislotali suyultirishda ajraladigan azot oksidlari uchun gaz ajratgich; 19-kislota uchun konsentratomer; 20-tirqishli kislota sarflagich; 21-superfosfat kamerasi; 22-frezer; 23-kamerali superfosfat transportyori; 24-superfosfatni omborga tashlagich.

Zavodga keltirilgan apatit konsentrati (yoki fosforit uni) temir yo‘l vagonlaridan tushiriladi va turli xil tashish moslamalari – elektromexanik kuraklar, lentali tashish moslamalari, shnekklar, elevatorlar va boshqa pnevmatik moslamalar vositasida xomashyo ombori (silos) ga, undan esa sarflovchi bunkerga va so‘ngra me‘yorlashtirish bunkeriga uzatiladi. Siloslardagi materiallarning bir-biriga kirishib yopishib qolishini oldini olish maqsadida siloslar tagiga o‘rnatilgan yoriqli plitkalar orqali qisilgan havo berib turilgan holda aeratsiya yuzaga keltiriladi. Fosfatning me‘yoriy berilishi o‘lchovli me‘yorlashtirgich yordamida amalga oshiriladi. Elektromagnit tebratgichli va shnekli ta‘minlagichli ikki bosqichli me‘yorlashtirgichlardan foydalanish kam inersiyaga va yuqori aniqlikka ega bo‘lganligi uchun birmuncha afzaldir. Fosforit uni yuqori oquvchan xossaga egadir, shuning uchun uni me‘yorlashtirish 40-45 sekunddagi kukun miqdorini o‘lchovchi elektron to‘g‘rilagich o‘rnatilgan miqdoriy tarozilarda amalga oshirish afzaldir.

Sulfat kislota uluksiz ravishda suv bilan suyultiriladi; suyultirishni kislota zichligi bo‘yicha konsentratomer orqali nazorat qilinadi. So‘ngra sarflagich orqali apatit konsentrati bilan aralashtirishga oqib tushadi.

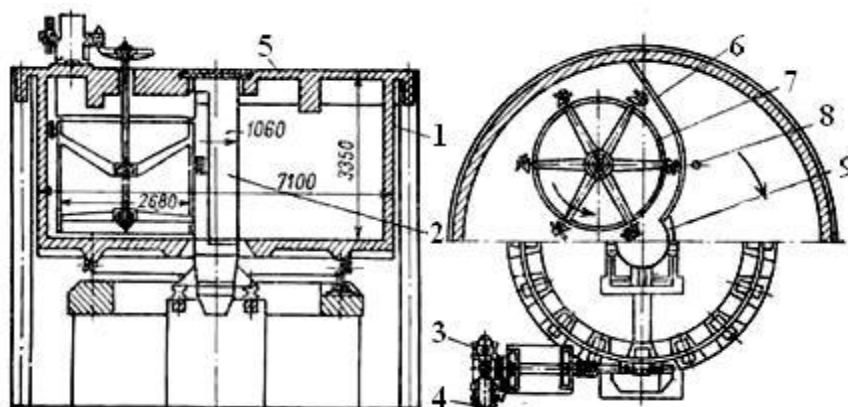
Apatitni kislota bilan aralashtirish uchun uzluksiz ishlaydigan uch yoki to‘rt kamerali vertikal aralashtirgichlar qo‘llaniladi (3.11-rasm). Suspenziya (bo‘tqa) hajmi shiber (ishchi organi tekis shakldor plastinka) orqali tartibga solinadiki, bunda uning aralashtirilishi 5-7 min (Fosforitlar bilan ishlanganda esa – 2-3 min) davom ettirilishi ta‘minlanadi. Suspenziya aralashtirgichdan superfosfat kamerasiga oqib tushadi (3.12- rasm). U po‘lat g‘ilofli va ichki qismi futirovka qilingan vertikal temir-betonli silindrik korpus 1 dan iborat. Kamera 16 rolikli tirgakka tayantirilgan, ular vositasida kamera ostidagi mustahkam salniklar orqali o‘tuvchi qo‘zg‘almaydigan cho‘yan quvur 2 atrofida aylanadi. Aylantirish reduktor 4 orqali elektromotor 3 yordamida amalga oshiriladi; 1-2 soat mobaynida kamera bir marta aylanadi (aylanish yo‘nalishi tasvirda strelka bilan ko‘rsatilgan). Kameraning temir-betonli qopqog‘i 5 qo‘zg‘almasdir, kamera va qopqoq orasida rezinali zichlashtirgich bor. Qopqoqqa vertikal holatda markaziy quvurga tegib turuvchi qo‘zg‘almas cho‘yanli to‘siq 6 mahkamlangan va u yuklash zonasini chiqarish zonasidan ajratib turadi. Shu to‘siq atrofida, chiqarish zonasi tomonida frezer 7 joylashgan. Bu tik o‘qda aylanuvchi po‘lat moslama («karusel») ga xromli cho‘yandan tayyorlangan pichoqli

qanotlar mahkamlangan. Frezer kamera qopqog‘iga osilgan holatda bo‘lib, kamera aylanishiga qarama-qarshi yo‘nalishda $0,13-0,17 \text{ s}^{-1}$ (8-10 ayl/min) chastotada aylanadi.



3.11-rasm. To‘rt kamerali aralashtirgich:

1-kameralar; 2-aralashtirgichlar; 3-suspeziya yig‘gich quti; 4-kirish tuynugi; 5-qopqoq; 6-cho‘yanli shiber; 7-shiberni ko‘tarish va tushirish uchun mexanik chig‘ir trosi.



3.12-rasm. Uzluksiz ishlaydigan superfosfat kamerasi:

1-kameraning silindrik korpusi; 2-markaziy quvur; 3-elektromotor; 4-reduktor; 5-kamera qopqog‘i; 6-to‘siq; 7-frezer; 8-suspeziya tushish joyi; 9-ekssentrik.

Suspenziya aralashtirgichdan qopqoqdagi teshik 8 dan o‘tuvchi quvur orqali uzluksiz ravishda kameraga oqib tushadi. Kameraning aylanish jarayonida superfosfat massasi frezerga tomon yo‘nalishida qattiqlashib boradi va tayyor mahsulot frezerda qirib olinadi. Frezerning bir marta aylanishi natijasida 5-25 mm qalinlikdagi superfosfat qatlami qirib olinadi. Qirilgan superfosfat markaziy quvurga undagi yirik tirqish

orqali tushadi va undan esa mahsulotni omborga uzatuvchi transporterga tushadi. Qo‘zg‘olmas markaziy quvur bo‘yicha superfosfat massasining ishlqalanishi hisobiga yuzaga keladigan aylanish qarshiligini kamaytirish maqsadida kameraning yuklash zonasida markaziy quvurning tashqi devoriga yog‘ochli eksentrik 9 joylashtirilgan. Uning vazifasi – yetiltirish jarayonida superfosfat massasining kengayishi uchun erkin hajm hosil qilishdir. Superfosfat massasining zichligi, dastlabki qotish jarayonida 1500 kg/m^3 ga teng va vaqt o‘tishi bilan kamayib, kameradan chiqarish paytida 1100 kg/m^3 ga teng bo‘ladi. Tarkibida karbonat tutgan fosforitlarni qayta ishlashda superfosfat massasi g‘ovak bo‘lganligi uchun uning kamera devoriga bosimi kam bo‘ladi, uning zichligi $800\text{-}900 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi. Reaksiyada ajraladigan gazlar kamera qopqog‘idagi teshikdan vetilyatsiya quvuriga va undan esa absorbsion sistemaga so‘riladi.

Omborga uzatilgan superfosfat tashlab qo‘yilgan holatda ma‘lum darajada sovutiladi. Bu maqsadda uncha katta bo‘lmagan (uzunligi $0,7\text{-}1 \text{ m}$, diametri $0,6\text{-}0,8 \text{ m}$) tez aylanuvchi (aylanish chastotasi $17\text{-}24 \text{ s}^{-1}$ yoki $1000\text{-}1450 \text{ ayl/min}$) gorizontal baraban qo‘llaniladi. Odatda ombor aralashtirgichlar va transportyor mexanizmlar bilan jihozlangan bo‘ladi. Ular yordamida maqsulot sovutiladi, vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi, uning yetilishi tezlashtiriladi, ombordan chiqarilishi ta‘minlanadi.

Shularga qaramay, superfosfat omborda 2-3 hafta turib qoladi. Superfosfat ishlab chiqaruvchi yirik zavodlarda ($1000\text{-}3000 \text{ t/sutka}$) katta hajmdagi omborlar talab etiladi. Buning natijasida ombordan chiqadigan katta hajmdagi havo tarkibidagi ftorli gazlarni tozalash kabi muhim ekologik muammolar kelib chiqadi. Shu maqsadda superfosfat ishlab chiqarishning omborli yetiltirish jarayonisiz amalga oshirish masalasi yuzaga keladi. Omborli yetiltirish jarayonisiz oddiy superfosfat olishning xuddi qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi kamera-oqimli va oqimli usullari mavjuddir (bu usullarga keyinroq to‘xtalamiz).

1 t kukunsimon superfosfat ishlab chiqarish uchun $0,53\text{-}0,55 \text{ t}$ apatit konsentrati va $0,37\text{-}0,38 \text{ t}$ sulfat kislota ($100\% \text{ li}$) talab etiladi.

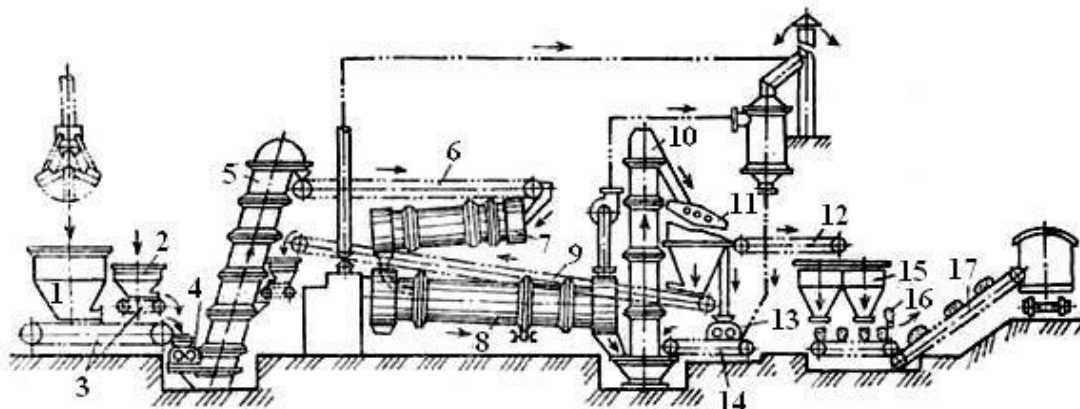
Donadorlangan va ammoniylangan superfosfatlar. Hozirgi vaqtda donadorlangan shakldagi superfosfat ham ishlab chiqarilmoqda. Quritilgan donador superfosfat yopishqoq emasligi, qotib qolmasligi, tarkibidagi P_2O_5 ning ko‘pligi, namlikning ozligi va boshqa xossalari bo‘yicha kukunsimon superfosfatdan farqlanadi. Uni xattoki urug‘ bilan

birgalikda ekish mumkin, buning natijasida o'g'it tuproqda bir tekisda taqsimlanadi va samaradorligi yaxshilanadi. Donachalarning tuproq eritmasida sekin erishi tufayli, undagi suvda eruvchan P_2O_5 ning juda oz miqdorigina tuproqdagi temir va aluminiy oksidlari bilan ta'sirlashib, qiyin eriydigan birikmalarga aylanadi. Natijada o'g'itdan samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi, ya'ni o'g'itning foydali ta'sir koeffitsienti (*FTK*) ortadi.

Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.13-rasmda tasvirlangan. Superfosfat va neytrallovchi qo'shimcha ostiga me'yorlashtirgich o'rnatilgan bunkerlar 1 va 2 dan lentali ta'minlagich 3 orqali o'qli tegirmon 4 ga tushadi, u yerda maylalanadi va aralashtiriladi. So'ngra aralashma elevator 5 ga tushadi, u yerga, shuningdek, donadorlangan superfosfatni elashdan qaytarilgan mayda fraksiya – retur muntazam ravishda kelib tushadi. Elevatorida uzatilgan aralashma transportyor 6 orqali donadorlagig' 7 ga kelib tushadi. Bu aylanuvchi barabanda namlangan kukunsimon material donadorlanadi. Materialni 16% gacha namlash uchun kerak bo'ladigan suv sachratgich forsunka orqali donadorlagich ichiga purkab turiladi. Superfosfat diametri 1,4 m, uzunligi 7,5 m va $0,125\text{ s}^{-1}$ (7,5 ayl/min) chastotada aylanuvchi barabandan 7 minut vaqt mobaynida o'tadi. Hosil bo'lgan nam donador mahsulot diametri 2,2 m, uzunligi 14 m va $0,125\text{ s}^{-1}$ (7,5 ayl/min) chastotada aylanuvchi quritish barabani 8 ga tushadi, u yerda 3-5% namlikkacha quritiladi. Suvda yaxshi eriydigan monokalsiyfosfatning yomon eriydigan kalsiy di- va metafosfatlarga aylanishini oldini olish maqsadida quritish jarayonida maqsulotning haroratini 95°C dan oshirmaslik kerak. Shuning uchun superfosfat va qizdiruvchi gaz bir xil yo'nalishda beriladi, ya'ni qaynoq gaz oqimi ko'proq nam mahsulot bilan to'qnashadi, natijada maqsulotning qizib ketish xavfi kamaytiriladi. Qizdiruvchi gaz quritgichga kirishda 600°C , undan chiqishda esa $100\text{-}120^{\circ}\text{C}$ haroratda bo'ladi.

Quritishda ftor birikmalari ($2\text{HF} + \text{SiF}_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) uchib chiqadi. Superfosfat quritilishdan oldin qanchalik chuqur neytrallangan bo'lsa, ftorli birikmalarning ajralishi ham shunchalik kamayadi, chunki superfosfat suyuq fazasidagi erkin fosfat kislotasining kamayishi natijasida SiF_4 ning parsial bosimi ham kamayadi. Odatda superfosfatda qolgan ftorning 10-17% i quritishda ajraladi; ftorning ajralish darajasi haroratning ko'tarilishi va quritish davomiyligining uzayishi bilan ortadi. Donadorlangan sperfosfatdagi

ftorning ulushi boshlang'ich superfosfatdagiga qaraganda 0,1-0,15% ga kamayadi. Quritgichdan chiqadigan gazlar siklonli changtutgich orqali o'tib, absorberlarda tozalanadi va atmosferaga chiqariladi.



3.13-rasm. Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

1-superfosfat uchun bunker; 2-neytrallovchi qo'shimcha uchun bunker; 3-lentali ta'minlagich; 4-valli tegirmon; 5,10-elevatorlar; 6-donadorlagichga uzatish transportyori; 7-donadorlagich; 8-quritish barabani; 9-retur transportyori; 11-elak; 12-tayyor mahsulot transportyori; 13-tegirmon; 14,17-transportyorlar; 15-tayyor mahsulot uchun bunkerlar; 16-tikuv mashinasi.

Absorberda hosil bo'ladigan eritma superfosfat changi bilan ifloslangan bo'ladi. Uni tozalash qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun eritma zararsizlantirishga (bo'r bilan neytrallashga) yuboriladi yoki uni granulyatorida superfosfatni namlashga qaytariladi.

Quritilgan mahsulot elevator 10 orqali elak 11 ga kelib tushadi, u yerda fraksiyalarga ajratiladi. 4 mm dan yirik bo'laklar tegirmon 13 ga va maydalangandan so'ng, transportyor 14 da yana elakka qaytariladi. 2-4 mm o'lchamli fraksiya transportyor 12 yordamida tayyor mahsulot bunkerlari 15 ga, mayda fraksiya esa (umumiy miqdorning 20-30% i) retur transportyori 9 yordamida superfosfatning donadorlashdan oldingi massasiga qo'shish uchun yuboriladi. Donadorlangan superfosfat tayyor mahsulot bunkerlaridan vagonlarga to'kish orqali yuklanadi yoki qoplarga joylanib, transportyorlar yordamida va tikuv mashinasi 16 da qoplarning og'zi mahkamlanadi. Qoplangan superfosfat transportyor 17 orqali vagonlarga yuklanadi.

1 tonna donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish uchun 1,015-1,025 t oddiy superfosfat sarflanadi.

Fosforitlardan donadorlangan superfosfat olish uning ammoniyashtirish jarayoni bilan birgalikda amalga oshiriladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonidan superfosfatni namlash va quritish

bosqichlarini chiqarib tashlaydi, shuningdek neytrallash uchun ishlatiladigan ohak sarfini qisqartiradi.

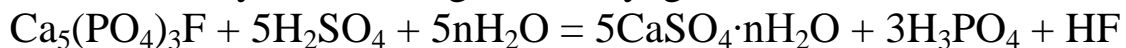
Fosforitlardan olingan superfosfatni ammiak bilan $\text{pH} = 4\div 4,5$ gacha neytrallash o'zlashadigan P_2O_5 ni kamaytirmaydi. Suvda eriydigan P_2O_5 miqdori esa 12-18% ga kamayadi va o'zlashadigan P_2O_5 ning 73-82% ini tashkil etadi. Ammoniyashtirishda ajraladigan issiqlik hisobiga mahsulot namligi 4-5% ga kamayadi. Fosforitlardan olingan superfosfatni ammiakli selitra yoki karbamidning ammiakatlari bilan ammoniyashtirish orqali, tarkibida 20-21% ozuqa elementlari, shu jumladan 5-6% azot tutgan yaxshi fizik va agrokimyoviy xossali donadorlangan murakkab o'g'itlar olish mumkin.

Etilirilgan superfosfatni gaz holatdagi ammiak bilan ammoniyashtirish, aylanuvchi gorizontalar barabanlar – ammoniyagich-donadorlagichlarda amalga oshiriladi. So'ngra mahsulot omborga kelib tushadi, u yerda ammoniylangan donador superfosfat 3-4 sutka mobaynida aralastirib turgan holda $28-32^\circ\text{C}$ gacha sovutiladi. Sovutilgan mahsulot qoplanadi.

Ammiakdan foydalanish darajasi 93-96% ni tashkil qiladi. Tarkibida $5-8 \text{ g/m}^3 \text{ NH}_3$ bo'lgan ammoniyashtirgichdan chiquvchi gaz suvli absorberga yuboriladi. Hosil bo'lgan ammiakli suv (2-2,5% NH_3) superfosfat ishlab chikarishda ishlatiladigan sulfat kislotani suyultirishda foydalaniladi.

1 t ammoniylangan donador superfosfat olish uchun 1,02 t nordon superfosfat va ~190 kg ammiak sarflanadi. Tayyor mahsulot tarkibida (% hisobida): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum.}} = 16-16,8$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'zl.}} = 15-15,5$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{s.e.}} = 11,5-12$; $\text{N} = 1,5-2,5$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{erkin}} < 0,5$ va 3% namlik bo'ladi.

Ekstraksiya fosfat kislotasi. 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 ekstraksiya fosfat kislotasi (EFK) deb yuritiladi. Bu keng tarqalgan fosfat kislotasi olish usuli mineral o'g'itlar, ozuqali va termik fosfatlar ishlab chikarishda 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 angidrid) shakldagi kalsiy sulfatning cho'ktirilishini va belgilangan konsentratsiyadagi mahsulot sifatidagi fosfat kislotasi olishni ta'minlovchi konsentratsiyali, haroratli va boshqa parametrlarni ushlab turish orqali erishiladi.

Ekstraksiyalash jarayonida kalsiy sulfatning fosfat kislotadagi Quritishda fluor birikmalari ($2HF + SiF_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) uchib chiqadi. Superfosfat quritilishdan oldin qanchalik chuqur neytrallangan bo'lsa, fluorli birikmalarning ajralishi ham shunchalik kamayadi, chunki superfosfat suyuq fazasidagi erkin fosfat kislotasining kamayishi natijasida SiF_4 ning parsial bosimi ham kamayadi. Odatda superfosfatda qolgan fluorning 10-17% i quritishda ajraladi; fluorning ajralish darajasi haroratning ko'tarilishi va quritish davomiyligining uzayishi bilan ortadi. Donadorlangan superfosfatdagi fluorning ulushi boshlang'ich superfosfatdagiga qaraganda 0,1-0,15% ga kamayadi. Quritgichdan chiqadigan gazlar siklonli changtutgich orqali o'tib, absorberlarda tozalanadi va atmosferaga chiqariladi.

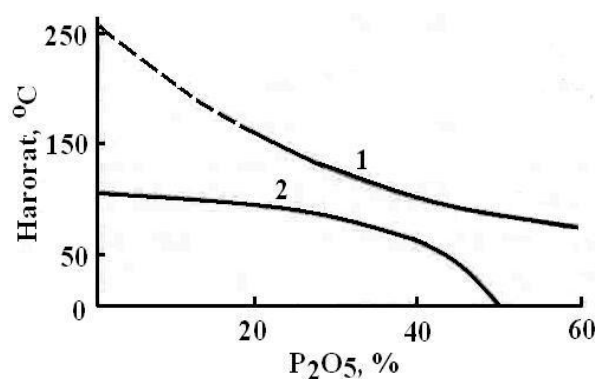
to'g'ridan-to'g'ri aralashtirilganda fazalarga ajralishga amalda imkon bermaydigan quyuq suspenziya hosil bo'ladi. Uning harakatchanligini ta'minlash uchun, «aylanma» kislotasi deb ataluvchi – mahsulot sifatidagi fosfat kislotaning bir qismi bilan fosfat kislotadan ajratib olingan fosfatli cho'kma (fosfogips) ni suvda yuvishda hosil bo'ladigan eritmaning aralashmasini resirkulyatsiyasi hisobiga suyuq va qattiq (S:Q) fazalarning massa nisbati 2:1 dan 3,5:1 oralig'ida ushlab turiladi.

Resirkulyatsiya bilan bog'liq holda fosfatli xomashyodan o'tadigan qo'shimchalarning eritmalarida 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 eritmalarida 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 yarimgidрати 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, $80^{\circ}C$ 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 tutgan eritmalarda bir necha oy va 25% dan kam P_2O_5 tutgan eritmalarda bir necha kun mobaynida metastabil (stabil faza – angidrit) shaklda mavjud bo'la oladi. Ekstraksiyalash sharoitiga mos holda, suyuq faza suspeziyasi tarkibida 25-30% P_2O_5 , harorat $70-80^{\circ}C$ 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. 3.14-rasmda tasvirlangan diagrammada kalsiy sulfatni amaliy gidratatsiya darajasining ekstraksiya usuli (rejimi) – fosfat kislotaning konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Egri chiziq 2 dan pastki sohada kalsiy sulfat gips shaklida, egri chiziq 1 dan yuqorida angidrit shaklida, ular orasidagi sohada esa yarimgidrat shaklida ajraladi.



3.14-rasm. Harorat va eritmadaagi P_2O_5 miqdorining ajratiladigan kalsiy sulfat cho'kmasining amaliy gidratlanishiga ta'siri.

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 P₂O₅ bo'lgan kislota olinadi. 90-105°C haroratda amalga oshiriladigan yarimgidratli usulda 50% gacha P₂O₅ tutgan 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 P₂O₅) kislota olish imkoniyatini yaratadi. Angidritli 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.

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, ftor 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. Yarimgidrat kristallantirishida u stexiometrik nisbatga yaqin bo'lishi kerak, angidritda 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 resirkulyatsiyasini (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 bulgan yuqori to'yinuvchanlik ushlab turiladi.

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.

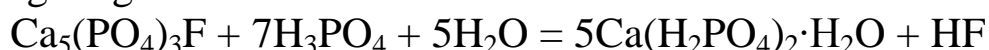
Suspenziyaning suyuq fazasida sulfatlar miqdorini optimal darajada ushlab turish mahsulot kislotasiga yuqori darajadagi P_2O_5 o'tishiga erishishda muhim sharoit hisoblanadi. Sulfatlar konsentratsiyasining pasayishi natijasida fosfat minerallarining parchalanish darajasi va tezligi kamayadi, shu bilan birgalikda SO_4^{2-} va HPO_4^{2-} ionlarining radiuslari yaqin bo'lganligi sababli kalsiy sulfat kristall panjarasiga kalsiy fosfatlarning o'rinishi (« 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 qatlami 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 aralashtirilgan 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:



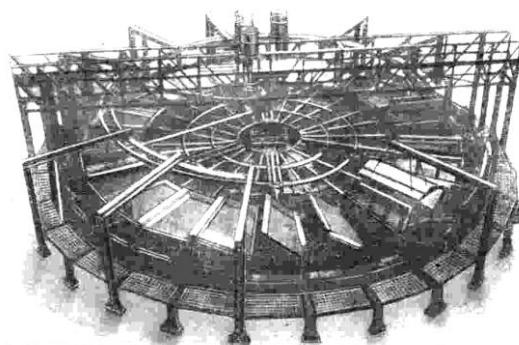
tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya ham sodir bo‘lishi mumkin. Hosil bo‘ladigan monokalsiyfosfat sulfat kislota bilan qayta ishlanib, kalsiy sulfat kristallantiriladi. Ekstraktorning birinchi bo‘linmasiga, shuningdek, oxirgi yoki undan oldingi bo‘linmadan suspenziyaning birtalay qismi qaytariladi – bu esa to‘yinshning 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‘rtfiltratli va x.o.

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 ekstraksion sistemalarda tarnovli karusel (charxpalak) vakuum-filtrlar qo‘llaniladi (3.15-rasm). U alohida-alohida 24 tarnovdan iborat va ularning tag qismiga filtrlovchi to‘qima yotqizilgan bo‘ladi. Tarnov uzunligi 1,9 m ni, eni - ichki bo‘lmasida 0,9

m ni, tashqi boʻlmasida esa 1,2 m ni va chuqurligi 0,2 m ni tashkil etadi. Tarnovlar aylanma rels boʻyicha harakatlanadigan gʻildirakli aravachalarga oʻrnatilgan boʻladi.



3.15-rasm. Tarnovli karusel vakuum-filtr.

Ikkita – biri tarnov bilan birgalikda aylanuvchi harakatchan va ikkinchisi tegishli vakuum-yigʻgichlardagi qoʻzgʻalmas golovkalar yordamida filtratlar soʻrib olinadi. Har bir tarnov filtrlash va yuvish doirasi (zonasi) dan oʻtgandan soʻng, fosfogips qatlamini toʻkish uchun avtomatik suratda agʻdariladi. Filtrlovchi toʻqima yuviladi va havo bilan quritiladi. Soʻngra tarnov yana ishchi holatga keladi va asosiy filtrlash doirasiga koʻchadi. Filtrlash yuzasi 40-100 m² ga teng. Bu filtrning afzalliklaridan biri – choʻkmani minimal miqdordagi suv bilan yuvish mumkin.

Vakuum-filtrlarda fosfogipsni ajratishda 1 m² filtrlash yuzasidan bir soat ichida 500-800 kg gips choʻkmasi 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 bogʻliq holatda qayta ishlanadigan tabiiy fosfat massasining 120-160% ini tashkil etadi. Apatitning qayta ishlanishida kalsiy sulfat yarimgidratining unumi 140% ni, digidratining unumi esa 160% ni tashkil qiladi. Yuvilgan sulfatli choʻkma filtrlash sexidan «quruq» holatda transportyor, avtomashina va boshqalar yordamida yoʻqotiladi yoki suv bilan qorishtirilib nasos yordamida chiqindi hovuzlariga haydaladi.

Fosforitlar tarkibida magniy, aluminiy va temir birikmalari singari qoʻshimchalar koʻp boʻlganligi uchun ekstraksiyalash jarayonida bir talay qiyinchiliklar kelib chiqadi, ishlab chiqarishning texnologik

ko'rsatkichlari birmuncha pasayadi va chiqindi fosfogipsning solishtirma hajmi ko'payadi.

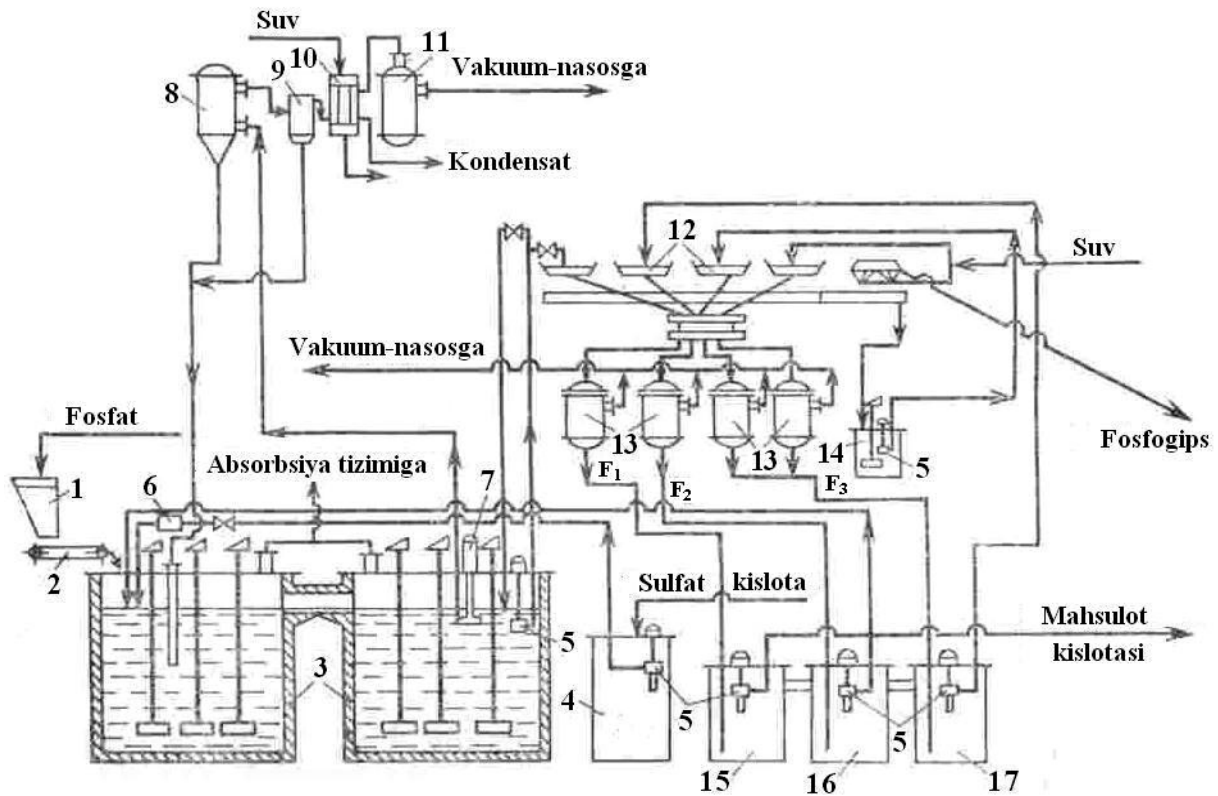
Hozirgi paytda butun dunyo sanoatlari amaliyotida sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonining kalsiy sulfatni cho'ktirish tartibi va texnologik sxemalar alohida bo'g'inlarining uskunali jihozlanishi: boshlang'ich reagentlarni me'yoriy kiritish, reaksiyon suspenziya olish, uning haroratini boshqarish, 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.

Ekstraksiya fosfat kislotasi olishning digidratli usuli. Jahon amaliyotida (shu bilan birgalikda bizning mamlakatimizda ham) ekstraksiya fosfat kislotasi ishlab chiqarish nisbatan sodda va ishonchli bo'lganligi sababli ko'pchilik hollarda digidratli usulga asoslangan. O'zbekistondagi «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi (Olmaliq) va Samarqand kimyo zavodi texnologik tizimi har bir navbatining loyiha quvvati 136 ming t/yil P_2O_5 ga teng. Bu ishlab chiqarish korxonasida fosforitlardan ekstraksiya fosfat kislotasi 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 jihozlardan 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.

3.16-rasmda apatit konsentratidan fosfat kislotasi (28-32% P_2O_5) ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan (shunga o'xshash sxema bo'yicha fosforitlardan 20-22% P_2O_5 konsentratsiyali kislotasi 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 m, balandligi 5,3 m 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 aralastirgichlar o'rnatilgan bo'ladi. Birinchi reaktorga

bunker 1 dan og'irlik o'lchov me'yorlashtirgich 2 orqali uzluksiz suratda apatit konsentrati kiritiladi. Xuddi shu yerga muntazam ravishda barometrik yig'gich 16 dan botirma nasoslar yordamida aylanma fosfat kislotasi, vakuum-bug'latgichli qurilmadan keladigan sirkulyatsiyali suspenziya [sirkulyatsiyaning qaytarilishi (8÷12):1 nisbatda bo'ladi] va sulfat kislota yuboriladi (sulfat kislota ning bir qismi yoki to'la ikkinchi reaktorga ham berilishi mumkin).



3.16-rasm. Digidratli usulda ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

1-fosfatli xomashyo uchun bunker; 2-og'irlik o'lchov me'yorlagichi; 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'gichi; 15, 16, 17-birinchi (asosiy) filtrat uchun (15), aylanma fosfat kislota uchun (16), yuvindi filtrat uchun (17) barometrik yig'gichlar.

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 vakuum-bug'latgich 8 ga beriladi. Vakuum-bug'latgich rezervuardan iborat bo'lib, u yerda vakuum-nasos 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 3-5⁰C ga kamayishiga olib keladi (haroratning keskin kamayishi mumkin emas). Vakuum-bug'latgichdan chiqadigan gazlar tomchi ushlagich 9 orqali ustki kondensator 10 ga o'tkaziladi, u yerda suv bug'i kondensatsiyalanadi va ftor birikmalarining ma'lum bir qismi ushlab qolinadi. Gazlarni ftordan tozalashning oxirgi bosqichi barbotaj neytrallagich 11 da 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 m² bo'lgan filtr kattaligi: uzunasi – 3,27 m, ichki eni – 0,97 m, tashqi – 1,92 m, chuqurligi – 0,2 m bo'lgan tarnovdan iborat. Filtrlovchi material sifatida fosfat kislotaga chidamli bo'lgan – lavsanli va boshqa sintetik to'qimalar ishlatiladi.

Gaz-suyuqlikli aralashma separator 13 larda ajratiladi, ularda vakuum-nasoslar yordami bilan 65-85 kPa li vakuum sharoiti ushlab turiladi. Birinchi filtrat F_1 tayyor mahsulot yig'gichi 15 ga yuboriladi, uning bir qismi aylanma kislotaning barometrik yig'gichi 16 ga 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 regeneratsiyalash (yig'gich 14) dan olingan eritma va qaynoq (60-70⁰C) 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 P₂O₅ 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 flotakonsentrati 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 P₂O₅ 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 esa sistemadan ajratib olish talab etiladi.

Digidratli usulda fosfat kislota olishda fosfat xomashyosi tarkibidagi barcha ftorning (asosan SiF_4 tarzida) 3-5% igina gazli faza bilan ajraladi (~80%i mahsulot kislotasiga, 15-17%i esa fosfogipsga o'tadi). sovutish usuli va ventilyatorning uzatishga bog'liq holda ekstraktordan ajratib olinadigan gaz tarkibidagi ftoridlar konsentratsiyasi, ftor hisobida 0,2-2,5 g/m³ 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.

Tabiiy fosfatlardan ekstraksion fosfat kislota 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 ($K_{\text{ajr.}}$, %) 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:

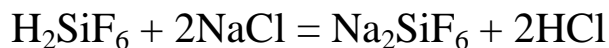
$$K_{\text{unum}} = K_{\text{ajr.}} \cdot K_{\text{yuvish}} / 100 \text{ ga teng.}$$

Ekstraksiyalashning digidratli usulida kislotaga P_2O_5 ning mahsulot 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 kislota 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 kislota bo'yicha 1,2-1,7 marta kattaroqdir. Xomashyo xarajatlari ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 70-80% ni tashkil etadi.

Apatitdan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislota 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 kislota 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 kislota, 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 kislota 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. Sulfid angidrididan sulfat kislota olinadi va shu usul bilan fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotani regeneratsiyalanishi mumkin. Fosfogips shuningdek ammoniy sulfat olishda sulfat anioni manbai (sulfat kislota o'rniga) vazifasini bajarishi mumkin. 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 fosfgipsdan 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 kelganda bu sanoat chiqindisi ham – kerakli ishlab chiqarish korxonalarini uchun eng zarur va qimmatli xomashyo manbasiga aylanishi mumkin.

Fosforitlardan ekstraksiya fosfat kislota olishdagi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari apatit konsentratini qayta ishlashdagiga nisbatan yomondir: 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. CO₂ 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 flotakonsentratlardan digidratli usulda olinadigan ekstraksiyon fosfat kislota tarkibida: 20-22% P₂O₅; 2,2-3,5% SO₃; 0,2-0,4% CaO; 1,8-2,0% MgO; 0,4-1,2% Al₂O₃; 0,4-0,8% Fe₂O₃; 1,4-2,1% F bo'ladi.

Ekstraksiyon 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 amaliyotda tatbiq etilishi shuni ko'rsatadiki, bunda ular ham afzallikka (reaktor va filtrlash qurilmalarining yuqori intensivlikka egaligi, mahsulot kislotasi konsentratsiyasining 35-48% P₂O₅ gacha ortishi, sulfatli cho'kma chiqindisining kamayishi), ham yetarlicha kamchilikka (reaksiyon muhit agressivligining ortishi, P₂O₅ 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 x.o.) egadirlar. Bu kamchiliklar birin-ketin bartarf etilmoqda va jahon amaliyotidagi yarimgidratli usulning o'rnini yanada kengaytmoqda.

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% P₂O₅ va 1-1,5% SO₃, harorat 95-105^oC bo'lganda sodir bo'ladi. Boshqa xil variantda esa apatitni oldindan 3-4 karra ko'p miqdordagi konsentrlangan (45-48% P₂O₅) fosfat kislota (birinchi filtrat va aylanma suspenziya) bilan 95-102^oC da parchalanadi; olingan monokalsiyfosfat tutgan suspenziya, so'ngra 92-93% li sulfat kislota bilan qayta ishlanadi. Apatitni parchalash va yarimgidratni kristallantirish bosqichlarining jihozli bo'linishi natijasida xomashyodan yuqori darajada (97-98,5%)

foydalanishga erishiladi va tarkibida: 0,2-0,4% CaO; 0,5-0,8% SO₃; 1-1,2% (Fe,Al)₂O₃; 1-1,1% F yoki 0,2-0,3% F (suspenziya suyuq fazasini soda yordamida ftorsizlantirish orqali) boʻlgan konsentrlangan (45-48% P₂O₅) mahsulot kislotasi olinadi.

Yarimgidratli jaryonlarda notabil kalsiy sulfat choʻkmasini suv bilan yuvish va sexdan yoʻqotishni taʼminlash kerak. Ammo uni digidratga oʻtkazish, xattoki suvli suspenziyaga maʼlum miqdordagi stabilizatorlar [masalan, Ca(OH)₂] qoʻshilganda ham sekin kechadi. Bu esa uning uzatilishini suvli suspenziya holatida quvurli gidrouzatgichlarda uzatilishini talab etadi. Suyuq fazadagi P₂O₅ konsentratsiyasi va reaktordagi harorat nisbatan yuqori boʻlganligi uchun, digidratli jarayonga nisbatan yarimgidratli jarayonlarda ajraladigan gazli fazadagi ftorning miqdori koʻp boʻladi va 15-50% ni tashkil qiladi; uning tutib qolinishi va boshqa maqsadlarda foydalanilishini taʼminlash lozim boʻladi. Umuman olganda, yarimgidratli jarayonlardagi P₂O₅ ning texnologik unumi digidratliga nisbatan 1-2% ga kam boʻladi, shunga mos holda mahsulotli unum ham kamayadi.

Keyingi paytlarda jahon amaliyotida yarimgidrat-digidratli jarayonlar keng tarqalmoqda. Ularda fosfat rudasi yarimgidrat hosil qilib parchalanadi, soʻngra u gidratlanadi, yaʼni digidratga qayta kristallantiriladi. Bu esa kislotaga yuqori unum bilan P₂O₅ ning (98-99%) oʻtishini va keyingi maqsadlarda ishlatish imkoniyatini oshiruvchi, tarkibida juda kam miqdordagi suvda eruvchan P₂O₅ boʻlgan gips hosil boʻlishini taʼminlaydi. Bunday jarayonning yutugʻi shundaki, unda nisbatan yirik zarrachali xomashyolarni kislotaga oʻtadigan P₂O₅ 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 yoʻli bilan yarimgidratning sekin gidratlanishiga qaratilgan yarimgidratli usuldan farqli ravishda, kombinatsiyalashgan jarayonda, tarkibida kam miqdordagi P₂O₅ 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 choʻktirilish, 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. Gidratlanish vaqti 5-16 s ga teng, yuvilgandan so‘ng cho‘kmaning tarkibida 1 mol CaSO_4 ga to‘g‘ri 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% bo‘lgan suvda eruvchan P_2O_5 bo‘ladi. Yarimgidratning cho‘ktirilishi va uning gidratlanishi deyarli bir xil tarkibdagi eritmalarda amalga oshiriladi va bayon etilgan usul tarkibida 32% P_2O_5 dan ko‘p bo‘lmagan 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 bug‘, 160 kVt·s elektroenergiya sarflanadi.

Keyingi davrlarda bunga nisbatan ham takomillashgan – mahsulot kislotasini oraliq bosqichda ajratib olishga asoslangan yarimgidrat-digidratli usullari yaratildi. Yarimgidratning cho‘ktirilishi 90-100°C haroratda 45-50% P_2O_5 tutgan eritmalarda amalga oshiriladi, mahsulot sifatidagi konsentrlangan kislota ajratib olgan holda suspenziya filtrlanadi, sentrifugalanadi yoki tindiriladi; cho‘kmani, tarkibida: 10-25% P_2O_5 va 5-10% H_2SO_4 bo‘lgan eritma bilan qayta bo‘tqa holatiga keltiriladi va 55-65°C haroratda yarimgidratning gidratlanishi amalga oshiriladi; uni jarayonga qaytariluvchi suyuq fazadan ajratiladi. Oraliq filtrlash bilan amalga oshiriladigan yarimgidrat-digidratli usullar (yarimgidrat-filtr-digidratli usul) ning afzalligi shundaki, bunda: yuqori konsentratsiyali kislota olinadi; yirik zarrachali xomashyolarni ham ishlatish mumkin, bu esa ruda tayyorlash kapital mablag‘lari va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi; nisbatan toza fosfogips hosil bo‘lganligi uchun undan xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari kengayadi. Bularning hammasi ikkinchi filtrlash xarajatlarini to‘la qoplaydi.

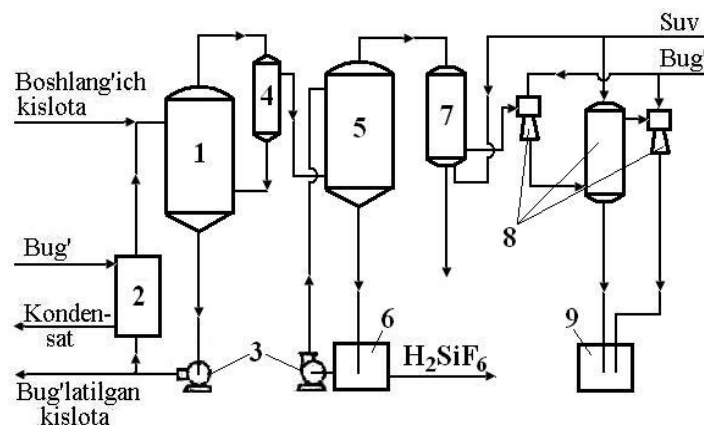
Yarimgidratli va pougidrat-digidratli usullarda konsentrlangan (35-50% P_2O_5) fosfat kislota ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarning absorbsiyasi SiF_4 ning nisbatan oz miqdordagi HF bilan aralashmasidan mahsulot sifatidagi geksaftorsilikat kislota olish orqali amalga oshiriladi. Bu holdagi gazlarda ftorning konsentratsiyasi 2-10 g/m² ga yetadi, uni ajratib olish mexanik absorberlarda, suzuvchi sharli absorberlarda, shar to‘ldirgichli absorberlarda yoki Venturi absorberlarida amalga oshirilishi mumkin. Venturi absorberlari tuzilishi bo‘yicha yuqori tezlikdagi

gazlarni (20-30 m/s) tozalashda ishlatilishi mumkin, kam gidravlik qarshilikka ega va shuning uchun keng ko‘lamda qo‘llaniladi.

Lekin, shuni ham ta’kidlash lozimki, tabiiy fosfatlarni ekstraksion fosfat kislota va boshqa mahsulotlarga qayta ishlaydigan sanoatlardagi gazlarni ftor birikmalaridan tozalashda ishlatiladigan sistemalar yer shari sirtidagi havoda CHMK (chegaralangan me’yordagi konsentratsiya) talablariga javob bermaydi va gazlarni atmosferada yoyilib ketishi hisobiga konsentratsiyasini kamaytirilishi uchun juda uzun (180 m gacha) mo‘rili 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, ya’ni chiqadigan gazlarni asosiy ishlab chiqarish jarayoniga qaytarilishini ta’minlash orqali ham erishilishi mumkin. Masalan, ekstraksion fosfat kislotasi sexida absorbsion qurilmadan chiqadigan gaz, ya’ni 60 mg/m^3 gacha qoldiq ftor tutgan nam havo ekstraktorga qaytarilishi mumkin, u yerda u qaynoq reaksiya 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.

Fosfat kislotani konsentrlash. Qo‘shaloq superfosfat, ammosfos, nitroammofoska ishlab chiqarish uchun 45-55% P_2O_5 tutgan fosfat kislota, ammoniy polifosfatlari va suyuq o‘g‘itlar olish uchun esa – 72-83% P_2O_5 li fosfat kislotalari talab etiladi. Bunday hollarda ekstraksion fosfat kislota bug‘latiladi. 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 almashinuvchi yomonlashtiradi.

Loyiha quvvati yiliga 110 ming t 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 (3.17-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 sirkulyatsiyasi (sirkulyatsiyaning qaytarilishi 100-150 marta) amalga oshiriladi. Shu tufayli sirkulyatsiyali eritma konsentratsiyasi aralashishdan so'ng ham kam o'zgaradi. Bunday kislotadagi qo'shimchalarning eruvchanligi boshlang'ich kislotadagiga qaraganda anchagina kam bo'ladi. Shuning uchun aralastirilgan vaqtda kuchsiz kislotadagi qo'shimchalar kristallanadi. Ularni tindirgichdayoq ajratib olish va so'ngra bug'latuvchi apparatga yo'llash maqsadga muvofiqdir. Bug'latilgan kislotani sirkulyatsiyali konturdan muntazam chiqarib turiladi.



3.17-rasm. Fosfat kislotani konsentrlash uchun vakuum-bug'latgichli qurilma sxemasi:

- 1-bug'latuvchi apparat (bug'latgich) korpusi; 2-qizdiruvchi kamera; 3-sirkulyatsiya nasosi;
- 4-tomchi ushlagich; 5-ftorli gazlar absorberi (yuvish minorasi); 6- H_2SiF_6 eritmasining barometrik yig'ichi; 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 qo'yqa 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.

Ekstraksion 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 kislotadagi ftorning 80-90% i ($2HF+SiF_4$ 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 eritmalari 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.

Ekstraksion fosfat kislotani bug'latish uchun barbotajli konsentratorlar – kislotabardosh materialli kameralar ham ishlatiladi, ularda bug'latish kislotaning yuza 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 orkali tozalanadi. Kameraga o'txona gazlari $650-900^{\circ}C$ 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 $8,5-9 \text{ g/m}^3$ ftor (elektrofiltrga kirishdan oldin havo bilan aralashishi hisobiga – 3 g/m^3) bo'lgan chiqindi gazlarini tozalashdan ko'p miqdordagi P_2O_5 tutgan H_2SiF_6 eritmasi olinadi; ularni ishlatish qiyinchilik tug'diradi. Tuman hosil bo'lishi – P_2O_5 yo'qotilishi orshiradi, 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% P_2O_5 tutgan eritmalar (vakuum-bug'latgichdan so'ng) beriladi. Bunday maqsadlar uchun qizdiruvchi kameraga yuqori bosimdagi bug' (~3 MPa) uzatiladigan vakuum-bug'latgichli apparatlar ham ishlatilishi mumkin.

Hozirgi paytda barbotajli konsentratlar 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-suyuqlik aralashma yuqori qismidan chiqariladi. Suyuqlikni ajratilgandan keyin va issiqligidan bug'latiladigan kislota isitishda foydalanilgandan so'ng, chiqindi gazi, absorbsiya qurilmalarida kislota tumani, SiF_4 va HF dan tozalanadi. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan, tarkibida 68-70% P_2O_5 tutgan kislota olish uchun konsentrlashni ikkita ketma-ket bosqichda: 1-chisida 52-54 dan 64% gacha, 2-chisida esa 68-70% P_2O_5 gacha o'tkaziladi.

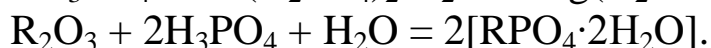
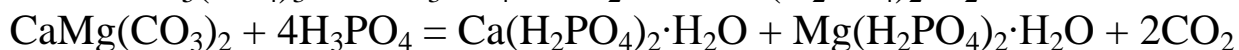
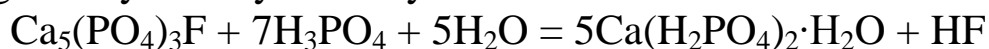
Qo'shaloq superfosfat. Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotasi bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan asosan fosfatli birikmalar (monokalsiyfosfat va ma'lum miqdordagi erkin fosfat kislotasi) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kalsiy sulfat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

Qo'shaloq superfosfat (uni chet ellarda, ba'zan, uchlik superfosfat nomi bilan yuritiladi) tarkibidagi P_2O_5 ning miqdori oddiy superfosfatdagiga nisbatan 2-3 marta ko'p va uning tarkibida: $P_2O_{5o'zl.} = 42-50\%$ (xomashyo sifatiga bog'liq holda); $P_2O_{5umum.} = 45-56\%$; $P_2O_{5s.e.} = 38-42\%$ va $P_2O_{5erkin} = 1,5-5\%$ bo'ladi.

Qo'shaloq superfosfat konsentrlangan fosfat kislota (52-54% P_2O_5) ishlatilgan holda kamerali (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va 28-36% P_2O_5 li kislota qo'llagan holda oqimli (kamasiz) usullarda olinadi. Kamerali superfosfat omborga tashlangan holda yetiltiriladi. Oqimli usulda esa birdaniga donadorlangan (omborli yetiltirishsiz)

mahsulot olinadi. Kamera-oqimli usul ham mavjud bo‘lib, unda oson parchalanadigan fosforit unidan olingan kamerali superfosfat yetiltirish bosqichisiz to‘g‘ridan-to‘g‘ri donadorlash va quritishga uzatiladi.

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



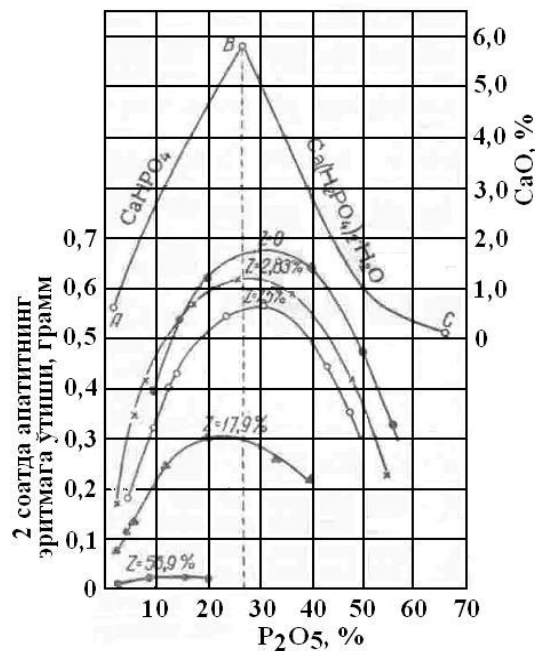
Ma‘lum xomashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me‘yori – ko‘rsatilgan reaksiyalarni va boshlang‘ich ekstraksion fosfat kislotada eritmasidagi neytrallovchi (CaO , MgO , R_2O_3) va kislotali (H_2SO_4) qo‘shimchalarning bo‘lishini e‘tiborga olgan holda hisoblanadi. Qo‘shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin. Birinchi bosqichda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralashtirilishidan harakatchan suspeziyada ta‘sirlashuv jarayoni sodir bo‘ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislotada, monokalsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo‘ladi. Ularning suyuq fazadagi konsentratsiyasi jarayonning haroratiga, fosfat kislotaning konsentratsiyasi va sarflanish me‘yoriga bog‘liqdir. Boshlang‘ich paytda tez, ammo fosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga muntazam sekinlashadigan parchalanishning bu bosqichi suyuq fazaning kalsiy fosfatlari bilan to‘yinishi natijasida to‘xtaydi. Ishlab chiqarish sharoitida uning davomiyligi bir necha sekunddan (kamera-oqimli usulda) 3-10 minutgacha (kamerali jarayonda) va xattoki 1-1,5 soatgacha (oqimli usulda) cho‘zilishi mumkin.

Fosfat parchalanishining ikkinchi bosqichi monokalsiyfosfatning kristallanishi bilan bir vaqtda sodir bo‘ladi, buning natijasida reaksiya massa suyuq va qattiq fazalarining tarkibi doimo o‘zgarib turadi. Fosfat zarrachalari sirtini qisman qamrab oladigan kristallarning ajralishi, fosfat zarrachalari sirtiga H^+ ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspenziyaning suyuq fazasi monokalsiyfosfat va dikalsiyfosfat bilan to‘yingan taqdirda, parchalanish reaksiyasi to‘xtaydi. Tarkibida fosfat kislotada tutgan va reaksiya mahsulotlari bilan to‘yinmagan eritmalarda fosfatlarning erish tezligi – fosfat zarrachalari sirtidan ajralib chiqadigan nisbatan kam harakatchan kalsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyalanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi

eruvchanlik va apatitning erish egri chiziqlariga mos ma'lumotlar asos bo'ladi (3.18-rasm). Oz darajadagi neytrallanish, ya'ni jarayonning birinchi bosqichida apatitning maksimum erish tezligi eruvchanlik diagrammasidagi B nuqtaga tutashgan holatiga to'g'ri keladi. B nuqtada, fosfat zarrachalari sirtida hosil bo'ladigan to'yingan eritmada Ca^{2+} ionlarining konsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyasining haraktalantiruvchi kuchi ham katta bo'ladi. Shuning uchun jarayonning birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislotaga qo'llanilishi maqsadga muvofiqki, qaysiki u $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ va CaHPO_4 lar bilan muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan, 75°C da suyuq faza to'yinish paytida apatitning maksimal parchalanishi uchun – fosfat kislotadagi P_2O_5 ning boshlang'ich miqdori 33,6% ga ega bo'lishi lozim. Xattoki bu holda ham kislotaga me'yori stexiometriya bo'yicha 110% bo'lishiga qaramay, apatitning parchalanish darajasi – 36,5% ga teng bo'ladi. Ma'lumki, tayyor mahsulotdagi fosfatning yuqori darajadagi parchalanish darajasiga erishish, jarayonning ikkinchi bosqichini amalga oshirish sharoiti orqali aniqlanadi. Shunga muvofiq holda, $30-75^\circ\text{C}$ harorat oralig'ida tarkibida 46-47% P_2O_5 tutgan monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi eritmalarda apatitning parchalanish tezligi eng yuqori darajaga erishishi aniqlandi.

Qo'shaloq superfosfat olishning ishlab chiqarish tartibi (rejimi) ko'rsatib o'tilgan sharoitlarni hisobga olgan holda tanlanadi. Masalan, kamerali usul bilan apatit konsentratidan qo'shaloq superfosfat olishda fosfat kislotaning optimal konsentratsiyasi shunday tanlanadiki, bunda parchalanish koeffitsienti ~60% ga yetgan paytda kamerali superfosfat suyuq fazasining tarkibida 46-47% P_2O_5 bo'lishi kerak. Bu shartga boshlang'ich tarkibi 55% P_2O_5 li bo'lgan kislotaga javob beradi. Birinchi bosqich oxirida $75-100^\circ\text{C}$ da undagi xomashyoning maksimal (muvozanatli) parchalanish darajasini 10% ga ko'tarish mumkin emas va parchalanish tezligi ham nisbatan kam bo'ladi. Qachonki, ikkinchi bosqichda apatitning parchalanish koeffitsienti ~60% ga yetsa, suyuq fazaning tarkibi maksimal parchalanish tezligiga muvofiq keladi, superfosfat suspenziyasi qotila boshlaydi va reaksiya keskin pasayadi. Bundan keyingi parchalanishi, omborda, kamerali superfosfatning uzoq vaqt (15-30 sutka) yotishida sodir bo'ladi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal harorati $40-60^\circ\text{C}$ ni tashkil etadi, uning pasayishi yoki ortishi

apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog‘, Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45-50% P_2O_5 tutgan kislota bilan parchalanadi. Ular apatit konsentratiga nisbatan tez va to‘la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan CO_2 hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi ta‘minlanadi.

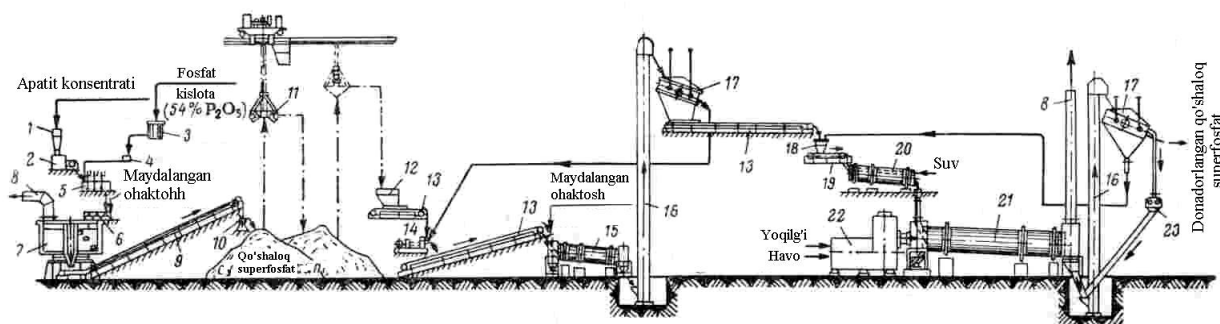


3.18-rasm. Apatitning qisman neytrallangan (Z – turli neytrallanish darajali, %) fosfat kislota eritmalarida erish egri chizig‘ini 40°C dagi $CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasi izotermasi (ABC chiziq) bilan taqqoslash.

Kamerasiz usullarda fosforitlar 50-100°C haroratdagi 28-40% P_2O_5 tutgan fosfat kislota bilan qayta ishlanadi, bu ko‘p darajada jarayonning birichi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang‘ich konsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay bo‘lib, u $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaHPO_4$ bilan yoki $CaHPO_4$ bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir bo‘lmaydi. Jarayon reaksiyon massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo‘qotilishi sistemaning monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o‘tish va apatitning keyingi parchalanishini ta‘minlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiyon massadagi monokalsiyfosfat kristallanadi va suyuq fazaning neytrallanish darajasi kamayadi, uning aktivligi esa ortadi. Shuning

uchun birinchi bosqichda parchalanish darajasi kichik bo'lsada, jarayon oxirida xomashyoning yuqori parchalanish darajasiga erishiladi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish. 3.19-rasmda kamerali usul bilan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Bu usul jarayonlar ketma-ketligi bo'yicha ham, ishlatiladigan jihozlar bo'yicha ham oddiy superfosfatning ishlab chiqarishdagi kamerali usulga o'xshaydi. Apatit konsentrati va konsentrlangan fosfat kislotaga aralashtirgichga uzluksiz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenziyaga ozgina miqdorda (apatit massasining 3% gacha) maydalangan ohaktosh kukuni qo'shiladi. Shu hisobiga kamerada shakllanadigan superfosfat massasi (ohaktoshning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan karbonat anhidrid hisobiga) g'ovaklashib qoladi va kameradan osonlik bilan frezer yordamida tushiriladi. Massaning turish vaqti aralashtirgichda 3-6 minutni, kamerada 1-1,5 soatni, harorati esa aralashtirgichda 70-80°C ni, kamerada 90-100°C ni tashkil qiladi. Hozirda qo'llanilayotgan (7,1 m diametrl) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12-13 t ni, fosfat kislotasi (52-54 % P_2O_5) 22-24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kameradagi massani shakllantirish balandligi 1,2-2 m ga teng. Fosfat kislotaga konsentrlangan sulfat kislotasi ham qo'shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislotasi solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi P_2O_5 ni qisman (51-52% gacha) kamaytiradi. Kamerada apatit konsentratining parchalanish darajasi 70% dan oshmaydi.



3.19-rasm. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

- 1-bunker; 2-me'yoralashtirgich; 3-quyish baki; 4-sarflagich; 5-aralashtirgich; 6-suspenziyani ohaktosh kukuni bilan shnekli aralashtirgich; 7-superfosfat kamerasi; 8-absorberlarga ftorli gazlarni o'tkazish uchun gaz o'tkazgich quvur; 9-kamerali superfosfatning lentali konveyeri; 10-kamerali superfosfatni yoyib tashlagich; 11-greyferli (kovshli) aralashtirgich; 12-qo'shaloq superfosfat uchun bunker; 13-lentali konveyer; 14-dezintegrator; 15-neytrallashtirish barabani; 16-elevator; 17-elak; 18-neytrallangan superfosfat uchun bunker; 19-lentali ta'minlagich; 20-donadorlagich; 21-quritish barabani; 22-yoqilg'i yondirgich; 23-tegirmon.

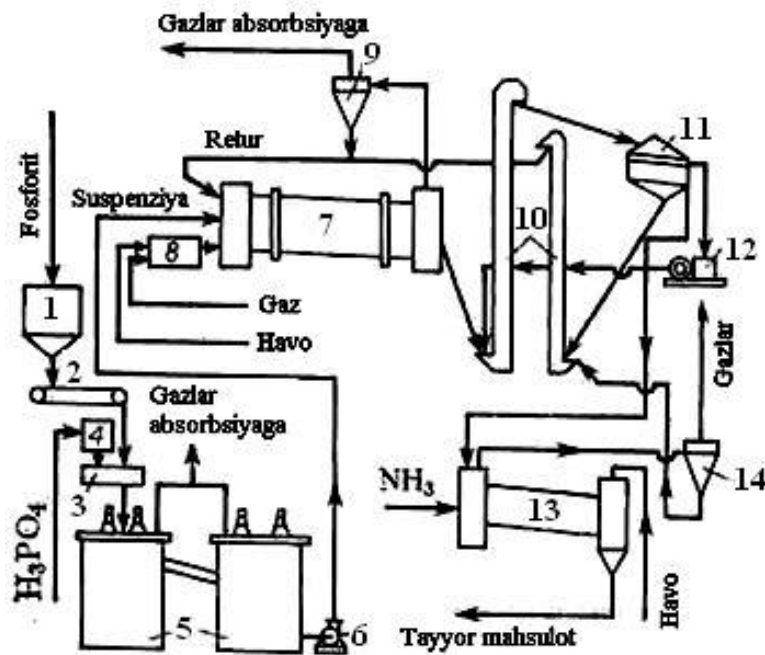
Kamerali qo'shaloq superfosfatni omborli yetiltirishda ham xuddi oddiy superfosfatdagi kabi ishlar amalga oshiriladi, bunda parchalanish darajasi 77-80% gacha ko'tariladi. So'ngra uning erkin kilotaliligini kamaytirish uchun ohaktosh kukuni va boshqa qo'shimchalar bilan neytrallanadi va donadorlanadi.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

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

Anchagina darajada ftorsizlantirib bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotaning ishlatilishiga asoslangan kamerali va kamera-oqimli usullarda qo'shaloq superfosfat olishdagi ftorli birikmalarning ajralishi unchalik ko'p emas. Masalan, apatit (~3% ftor tutgan) va bug'latilgan fosfat kislota (52-54% P_2O_5 va 0,6-0,8% F) dan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishda ftorning 22-32%i (aralashtirgich, kamera va omborda 12-15%i, donachalarni quritish, ajratish, maydalash va sovutishda esa 10-15%i) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70-80%i esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftorning konsentratsiyasi (asosan SiF_4 tarzida) hammasi bo'lib 0,15-0,2 g/m³ ni tashkil etadi. Donachalarni quritishda ajraladigan gazlar ($2HF+SiF_4$ aralashmasi) tarkibida ko'p miqdorda chang bo'ladi. Shuning uchun SiF_4 ning absorbsiyasidan olinadigan H_2SiF_6 ning kuchsiz eritmasini mahsulot sifatida bo'lmaydi. Jarayonni o'tkazish va donadorlash bo'linmalaridagi absorbsiya tarmoqlarining qurilmalari oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi tarmoqlar bilan bir xilda bo'ladi.

Hozirgi paytda qo'shaloq superfosfatning oqimli sxema bo'yicha boradigan usullari ko'proq qo'llanilmoqda. 3.20-rasmda apatit konsentratidan olingan ekstraksion fosfat kislota va oson parchalanadigan Kingisepp fosfariti asosida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemalaridan biri tasvirlangan. Fosforit bunker 1

dan lentali o‘lchov me‘yorlashtirgichi 2 orqali aralashtirgich 3 ga beriladi. Xuddi shu yerga me‘yorlashtirgich 4 orqali fosfat kislotasi (28-36% P_2O_5) kelib tushadi. Yuqori konsentratsiyali kislotaning qovushqoqligi katta bo‘lganligi uchun hosil bo‘ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug‘latilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi (52-54% P_2O_5) ishlatilganda, bu kislotani ishlatishdan oldin 34-36% P_2O_5 gacha – jihozlardan chiquvchi gazlarni, undagi qo‘shaloq superfosfat changlarini tutib qolish uchun yuvishdan olinadigan absorpsion eritmalar bilan suyultiriladi. Suspenziya aralashtirgichdan uzluksiz ravishda reaktorlar 5 ga tushadi, ularning hajmi undagi reaksiya massani 60-90 minut aralashtirilishini ta‘minlaydi. 70-100°C da shuncha vaqt ichida ~50% fosforit parchalanadi, suyuq faza dikalsiyfosfat bilan to‘yinadi va keyingi uning aralashtirilishi hech qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to‘xtaydi.



3.20-rasm. Fosforit uni va bug‘latilmagan ekstraksiyon fosfat kislotadan donadorlangan qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemasi:

1-fosforit uchun bunker; 2-lentali o‘lchov me‘yorlashtirgich; 3-aralashtirgich; 4-fosfat kislotasi me‘yorlashtirgichi; 5-reaktorlar; 6-nasoslar; 7-BDQ apparati; 8-yoqilg‘i yondirgich; 9,14-siklon (chang tutgich) lar; 10-elevatorlar; 11-elak; 12-tegirmon; 13-ammoniyashtirgich, 14 - siklon.

Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikalsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi.

Haroratning ortishi bilan dikalsiyfosfatning eruvchanligi kamayadi, shuning uchun katta intensivlikdagi uning kristallanishi fosforit zarrachalari sirtining shunday qismida sodir boʻladiki, u yerda suspenziya massasidagiga nisbatan parchalanishning ekzotermikligi hisobiga harorat yuqori boʻladi. Fosforit sirtidagi quyqali qatlamda, shuningdek ekstraksion fosfat kislotadagi F⁻ ionlaridan hosil boʻladigan kalsiy fluoridning mayda kristallari ham boʻlishi mumkin.

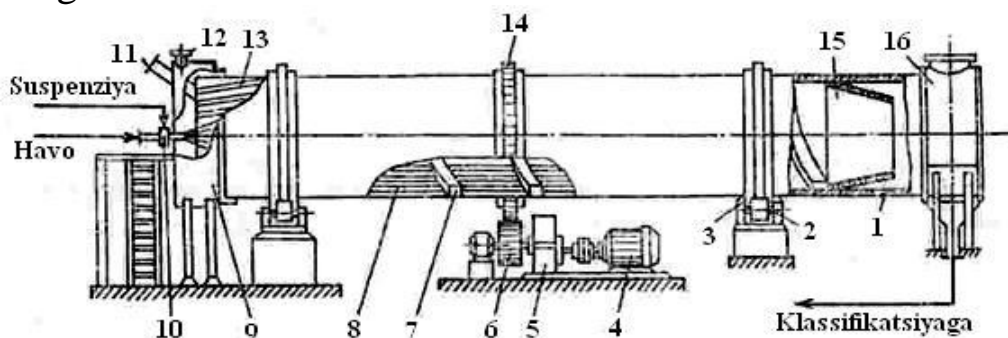
Suspenziyani donadorlangan mahsulotga aylantirish orqali jarayon yakunlanadi: suspenziya nasos 6 bilan BDQ - barabanli donadorlash-quritgichi apparati 7 ga uzatiladi, u yerga esa shuningdek yoqilgʻi yondirgich 8 dan oʻtxona gazlari kiradi.

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar oʻlchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (3.21-rasm). U gorizontal yuzaga nisbatan 1-3^o qiyalikda oʻrnatilgan 35 m gacha uzunlikdagi, 1 m dan 4,5 m gacha diametrdagi aylanuvchi barabandan iborat boʻlib, temir-beton taglik ustidagi tayanch roliklari 2 ga tayantirilgan. Qisgich roliklari 3 esa barabanning surilishini oldin oladi. Barabanning aylantirishi elektrodvigatel 4 da hosil qilingan aylanma harakatning reduktor 5, tishli gʻildiraklar 6 orqali tishli chambarak 14 ga uzatilishi orqali amalga oshiriladi. Barabanning kirish qismida parrakli qabul qiluvchi moslama 13, butun uzunligi buyicha esa koʻtarib tashlovchi moslamalar 8 va chiqish qismida ichki returni tagi teshik konus 15 dan suspenziyani sachratish zonasiga uzatish uchun qaytargich shnek 7 oʻrnatilgan. Tashqi retur esa quvur 11 dan uzatiladi. Yuklash kamerasi 9 ning oldingi tirqishiga apparatga beriladigan suspenziyani qisilgan havo (0,7-0,8 MPa) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka 10 oʻrnatilgan boʻladi. Bunda suspenziya namligi ~35% boʻlishi lozim.

Issiqlik soʻrgʻich yuklash kamerasiga ichki quvur 12 orqali kiradi. Koʻtarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQ dan chiquvchi gazning harorati 120-125^oC boʻladi. U changdan dastlab siklon (chang tutgich) da, soʻngra esa absorbsion qurilmada yuvilish orqali tozalanadi.

BDQ apparatlari bir-biridan tuzilish qismlari bilan farqlanadi va muntazam takomillashtirib borilmoqda. Ularning ayrimlarida

donadorlash va quritishdan tashqari sovutish va donachalarga ajratish ham amalga oshiriladi.



3.21-rasm. Barabanli donadorlash-quritgichi (BDQ):

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

BDQ dan 2-3% namlik bilan chiqadigan quruq donachalar harorati $100-105^{\circ}\text{C}$ bo'ladi. Sxemada (3.20-rasm) ko'rsatilishicha, ular elevator 10 bilan elak 11 ga uzatiladi, u yerda mahsulotga tegishli fraksiyalar (1-4 mm) ajratiladi. Yirik fraksiyalar tegirmon 12 da maydalangandan so'ng yana elakka qaytariladi, maydasi esa tutib qolingan chang bilan birgalikda BDQ apparatiga tashqi retur sifatida qaytariladi. Retur soni (retur massasining mahsulot massasiga nisbati) 1-2 oralig'ida bo'lishi kerak.

BDQ apparatida suspenziyadan suvning bug'lanishiga qarab undagi suyuq fazada erkin H_3PO_4 konsentratsiyasi ortadi, erigan monokalsiyfosfat konsentratsiyasi kamayadi, shuning uchun H^+ ionlarining aktivligi oshadi. Bu esa dikalsiyfosfat quyqali qatlamining qisman erishini ta'minlaydi va fosforit zarrachalarining parchalanishi davom etadi. Quritilgan qo'shaloq superfosfatda uning parchalanish koeffitsienti 80-85% ga yetadi. Quritilgan donador qo'shaloq superfosfatning kislotaliligini kamaytirish uchun donachalar aylanuvchi barabanda bo'r bilan changlatib yoki ammoniylashtirilib neytrallanadi. Barabanli ammoniylagich 13 da ammiak kollektor orqali donachalar qatlami ostiga beriladi. Ammoniylashtirishda ajraladigan issiqlikni yo'qotish uchun barabanga qarama-qarshi tomondan havo oqimi kiritiladi. Ammoniylashtirgichlan chiqadigan mahsulotning harorati $40-45^{\circ}\text{C}$ bo'ladi. Havo oqimi bilan chiqadigan chang siklon (chang tutgich) 14 da, so'ngra esa absorbsiya qurilmalarida – ftor birikmalari va

ammiakdan yuvishda ushlab qolinadi. 9- va 14-siklonlarda ushlab qolingan chang returga qo‘shiladi. Ammoniyashtirishdan so‘ng mahsulotdagi erkin fosfat kislotasi 4-5% P_2O_5 (o‘zlashadigan P_2O_5 43-47%) gacha kamayadi.

Qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarida suspenziyani quritish jarayonida fosforit va ekstraksiyon fosfat kislotadagi ftorning 50-55% i gazli fazaga (HF va SiF_4 aralashmasi tarzida) ajraladi. Chiqadigan gaz miqdorining ko‘pligi va ularda chang miqdorining yuqori darajada bo‘lishligi ftoridlar absorbsiyasini yetarli darajada qiyinlashtiradi va olinadigan kremneftorid kislotaning sifatini yomonlashtiradi. Chiqindi gazlarini tozalash sistemalariga siklonlar (chaglarni tutib qolish uchun) va absorberlar kiradi. Absorbsiyalashning uch bosqichli sxemasida odatda mexanik absorberlar va Vetturi absorberlari ishlatiladi. Changli gazlarni tozalashda, shuningdek SiF_4 ning gidrolizlanishi natijasida kremnegel cho‘kmasi ajraladigan hollarda qayta tiklanadigan shar to‘ldirgichli absorberlar yoki ko‘pik qatlam stabilizatori bo‘lgan ko‘pikli absorberlar ishlatiladi. Apparatda stabilizator sifatida vertikal plastikadan iborat yuz teshikli panjara qo‘llaniladi, shu hisobiga qurilmada gaz tezligini oshirish mumkin bo‘ladi. Chiqindi gazlarini to‘laroq tozalash maqsadida adsorbsiyaning oxirgi bosqichida ohak suti beriladi, bu esa chiqindi gazidagi ftor konsentratsiyasini 2-3 marta kamaytiradi.

Qo‘shaloq superfosfatning yuqori harorat ($130-140^{\circ}C$) dagi qisqa muddat (30-40 minut) li quritilishini amalga oshirish orqali uning ancha chuqur degidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokalsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari (60-65% $P_2O_{5\text{umum.}}$, 52-56% $P_2O_{5\text{o‘zl.}}$, 18-32% $P_2O_{5\text{s.e.}}$) bo‘lgan bunday o‘g‘itlar – tuproqdagi fosfor zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin ta’sir etuvchi o‘g‘itlar qatoriga kiradi.

Qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarini sanoatda to‘la egallangandan so‘ng, kamerali usullarni – omborli yetiltirishdan so‘ng, donadorlash va quritishda oqimli sxema usullaridan foydalanilgan holda amalga oshirishga katta e’tibor berila boshlandi. Bunday jarayon *kamera-oqimli usul* deyiladi. Bunda oson parchalanadigan mayda zarrachali fosforit uni (0,074 mm dan yirik zarrachalar miqdori 20% dan oshmasligi kerak) va 47-49% P_2O_5 li fosfat kislotasi ishlatiladi. Maydalangan kamerali superfosfat retur bilan aralashtiriladi, donadorlanadi va quritiladi. Quritish jarayonida

fosforitning parchalanish darajasi 60-70% dan 80-90% gacha ko‘tariladi. Donachalarning mahsulot fraksiyalari ammiak bilan neytrallanadi, sovutiladi va tarkibida: 45-47% umumiy, 42,5-44,5% o‘zlashadigan, 37-38% suvda eruvchan, 3-5% erkin P_2O_5 va 1,5-2% azot bo‘lgan mahsulot olinadi. 1 t P_2O_5 li mahsulot ishlab chiqarish uchun: 824-835 kg fosfat kislota (100% P_2O_5 hisobida), 271-280 kg fosforit uni (100% P_2O_5 hisobida) va 35 kg NH_3 sarflanadi.

Suyuq fazasining konsentratsiyasi 45-50% P_2O_5 bo‘lgan tabiiy fosfatni 3-5 karra ortiqcha miqdordagi fosfat kislota bilan parchalashga asoslangan kamerasiz siklik qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarish usuli ham ma‘lumdir; bunda hosil bo‘ladigan monokalsiyfosfat cho‘kmasi ajratiladi, neytrallanadi, donadorlanadi va quritiladi, bu tuz bilan to‘yingan eritma esa parchalanish bosqichiga qaytariladi, shu bilan bir vaqtda u yerga tarkibida 53-58% P_2O_5 tutgan yangi fosfat kislota ham qo‘shiladi. Bu usullar xomashyoning parchalanish darajasini juda yuqori daraja (98-99%) ga yetish imkoniyatini beradi, ammo 1 t o‘zlashadigan P_2O_5 li mahsulot olishga sarflanadigan fosfat kislota, oldingi bayon etilgan usullardagiga nisbatan anchagina, kattaligi bilan ajralib turadi; bundan tashqari suspenziyada filtrlanish hususiyatiga ega bo‘lgan o‘lchamdagi kristallarni hosil qilish qiyin kechadi. Shuning uchun bayon etilgan bu usul ishlab chiqarishga tatbiq etilmagan.

Boyitilgan fosforitlarni (28% P_2O_5) polifosfat kislota (73-77% P_2O_5) parchalash orqali tarkibida orto- va polifosfatlar aralashmasi tutgan tez qotuvchi massa olish mumkin. Uni yetiltirishda, ayniqsa yuqori haroratda, kondensirlangan fosfatlarning monokalsiyfosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo‘ladi. Mahsulot ammoniyashtirilgandan so‘ng, tarkibida: 47-49% P_2O_5 o‘zl. (shu birgalikda uning 90% i P_2O_5 s.e.) va 3-7% N tutgan polisuperfosfat deb ataluvchi o‘g‘it olinishi mumkin.

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

Fosforit unining suvli suspenziyasiga unchalik ko‘p bo‘lmagan miqdordagi sulfat kislota (yoki gaz holatidagi oltingugurt dioksid)

qo‘shiladi. Muhit $\text{pH} < 4$ da karbonatlar – dolomit va kalsit, $\text{pH} < 2,5$ da esa fosfat parchalanadi. Kislotalilik muhitini boshqarish orqali fosfatdagi faqatgina qisman P_2O_5 ning, ekvivalent miqdordagi magniy bilan eritmaga o‘tishini ta’minlash mumkin. Fosforitni boyitish uchun sulfat kislota dolomit va kalsitdan o‘tuvchi Ca^{2+} ionlari bilan neytrallanadi va ozgina miqdordagi kalsiy sulfatga aylanadi, uni fosforit bilan birgalikda suyuq fazadan ajratiladi va undan kationli flotasiyalash orqali oson yo‘qotilishi mumkin.

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

Superfos tarkibida 38-40% P_2O_5 , undan 19-20% suvda eruvchan shaklda bo‘ladi va samaradorligi jihatdan qo‘shaloq superfosfatga tenglashtiriladi. 1 t P_2O_5 li superfos ishlab chiqarishga kislota sarfi (1-1,3 t H_2SO_4 va 0,355 t P_2O_5 li fosfat kislota) esa 1 t P_2O_5 li qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishga nisbatan ikki marta kamdir. Kimyoviy boyitishda hosil bo‘ladigan va tarkibida Mg^{2+} va HPO_4^{2-} ionlari tutgan eritmada qimmatli o‘g‘it hisoblangan magniyammoniyfosfat $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ni cho‘ktirish uchun ammoniylanash amalga oshiriladi. Fosfatli xomashyodagi P_2O_5 dan foydalanish samaradorligi 95% ga yetadi. Jarayon yopiq suv aylanma siklida amalga oshiriladi.

Fosforitlar asosidagi qo‘shaloq superfosfat. Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) tutgan boyitilmagan (24-25% P_2O_5) fosforitlardan ekstraksiyalash jarayonida 20-22% P_2O_5 li fosfat kislota olinadi. Bunday kislotaning aktivligi kam bo‘lganligi uchun unda tabiiy fosfatlarni parchalanish darajasi qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi texnologik talablar darajasini bermaydi. Bundan tashqari, hosil bo‘ladigan superfosfat suspenziyasi tarkibida suvning solishtirma hajmi ko‘p bo‘lganligi sababli uni bug‘latishga ko‘p energiya talab etiladi, bu esa o‘ziga xos texnologik muammolarni keltirib chiqaradi.

Ma’lumki, qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishning kamerali usulida 52-54% P_2O_5 konsentratsiyali, oqimli usulida esa 28-36% P_2O_5 li ekstraksion fosfat kislota ishlatiladi. Odatdagi usullarda Qizilqum, Qoratog‘, Kingisepp va boshqa fosforitlardan olingan ekstraksion fosfat kislotani to‘g‘ridan-to‘g‘ri konsentrlash jarayonida qovushqoqligi keskin ortadi, uning 37-38% P_2O_5 gacha bug‘latilishidan olingan mahsulot kislotasi o‘zining salbiy fizik-kimyoviy xossaga ega ekanligini namoyon etadi, ya’ni kislota qovushqoqligi katta bo‘lib, 30-40°C dan past

haroratgacha sovutilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo‘qotadi. Bu esa undan qo‘shaloq superfosfat turidagi o‘g‘it olish imkoniyatlarini yo‘qotadi.

Shunday bo‘lsada, fosforitlar apatit konsentratiga nisbatan tez va to‘la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan CO₂ hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi ta‘minlanadi. Hozirgi paytda dolomitli fosforitlarni apatitdan olingan ekstraksion fosfat kislotada kamerali (45-50% P₂O₅ li kislotada) va oqimli (28-36% P₂O₅ li kislotada) usullar bilan parchalanish jarayonlari o‘rganilib, qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarish usullari ham ishlab chiqilgan.

Tarkibida magniy tutgan ekstraksion fosfat kislotani bug‘latish yo‘li bilan konsentrlash (50-55% P₂O₅ gacha), buning natijasida olingan kislotani fizik-kimyoviy xossalarini atroflicha o‘rganish yuzasidan olib borilgan tadqiqotlar yuqori samara berdi. Natijada magniyli (xattoki yuqori magniyli – boyitilmagan) fosforitlardan olingan ekstraksion fosfat kislotada fosforitlarni parchalash yo‘li bilan oqimli usulda qo‘shaloq superfosfat turidagi (shu jumladan ftorsizlangan) o‘g‘itlar ishlab chiqarish texnologiyalari yaratildi va ishlab chiqarishda sinovdan o‘tkazildi. Olingan o‘g‘itlarning agrokimyoviy tekshiruv natijalariga ko‘ra, boshqa turdagi konsentrlangan o‘g‘itlarga nisbatan tarkibida kalsiy tutganligi sababli ustun ekanligi aniqlandi.

Fosforitlardan qo‘shaloq superfosfat turidagi o‘g‘it ishlab chiqarish. Magniyli fosforitlarni undan olingan ekstraksion fosfat kislotada bilan ammoniy nitrat ishtirokida parchalanish jarayonining optimal sharoitini tanlashda, ya‘ni fosfatning eng yuqori parchalanish darajasiga erishish maqsadida jarayonni optimallashtirishning matematik rejalashtirish usuli bo‘yicha topilgan quyidagi:

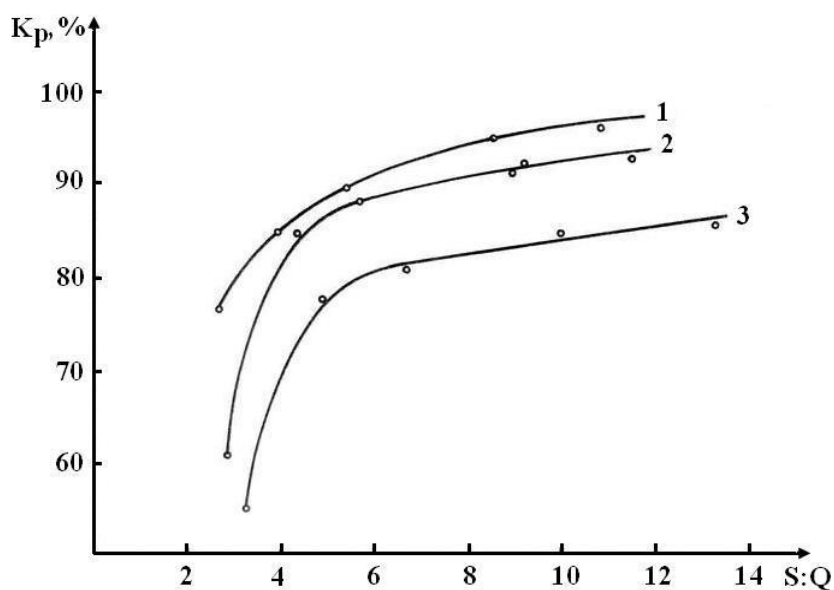
$$\hat{Y} = -165,12 + 1,21Z_1 + 1,63Z_2 + 20,2Z_3 + 0,91Z_4 - 0,004Z_2^2 - 5,05Z_3^2 - 0,005Z_4^2$$

formuladan foydalaniladi. Bunda: Y – tabiiy fosfatning aktivlangan EFK da parchalanish darajasi, %; Z_1 – EFK konsentratsiyasi, P₂O₅ hisobida; Z_2 – EFK(100%P₂O₅):100 og‘.q. fosforit nisbati; Z_3 – EFK ga qo‘shiladigan NH₄NO₃, %; Z_4 – parchalanish vaqti, min.

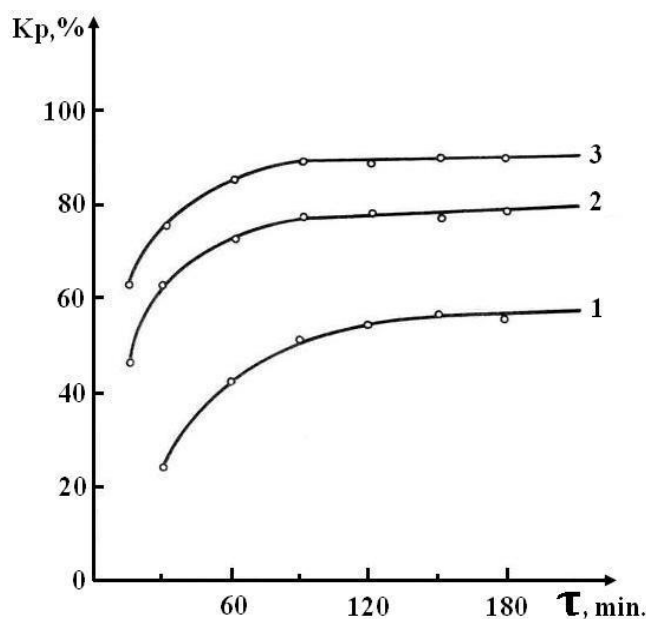
Dasturlashtirilgan hisoblashni EHM da amalga oshirish orqali tabiiy fosfatning parchalanish darajasi (K_p) ning eng yuqori qiymati ($Y = \sim 88$ -

90%) ga erishish uchun: EFK konsentratsiyasi 35% P_2O_5 (Z_1) ni; EFK($100\%P_2O_5$):100 og'.q. fosforit nisbati = 170:100 (Z_2) ni; EFK ga qo'shiladigan NH_4NO_3 2% (Z_3) ni; parchalanish vaqti esa 95 min (Z_4) ni tashkil etishi kerak.

Ekstraksiya fosfat kislotasi konsentratsiyasi va unda parchalanadigan fosforitning me'yori [EFK($100\%P_2O_5$):fosforit nisbati] – parchalanish natijasida hosil bo'ladigan superfosfat suspenziyasining fizik-kimyoviy xossalari (qovushqoqligi, S:Q fazalar nisbati va boshqalar) ni va jarayonning texnologik ko'rsatkichlari (masalan, parchalanish darajasi) ni belgilab beradi. Shuning uchun texnologik parametrlarni tanlashda kislotasi konsentratsiyasiga mos holdagi fosforit me'yori olinadi, ya'ni qanchalik yuqori konsentratsiyali kislotasi ishlatilsa, EFK($100\%P_2O_5$):fosforit nisbati ham shunchalik darajada katta bo'lishi lozimdir (3.22-rasm.). Shuningdek, parchalanish jarayonida parchalanish vaqti ham muhim rol o'ynaydi. Parchalanish jarayonini o'tkazish vaqti ko'proq darajada EFK($100\%P_2O_5$):fosforit nisbatiga bog'liqdir. Masalan, EFK($100\%P_2O_5$):fosforit nisbati 1 ga teng bo'lsa, parchalanishni 1,5-2 soat, EFK($100\%P_2O_5$):fosforit nisbati 1,5 va undan katta bo'lsa, parchalanishni 90-95 minut davom ettirilishi maqsadga muvofiqdir (3.23-rasm). Buning natijasida fosforitning eng ko'p miqdorda parchalanishiga erishiladi. Parchalanish davrining ortib borishi bilan ishlab chiqarish intensivligi ham kamayadi.



3.22-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining suspenziya S:Q nisbatiga bog'liqligi: kislotasi konsentratsiyasi: 1 – 37% P_2O_5 ; 2 – 35% P_2O_5 ; 3 – 30% P_2O_5 ; jarayonning davomiyligi 2 soat.



3.23-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining vaqt bo'yicha o'zgarishi: kislota konsentratsiyasi: 1 – 37% P₂O₅; 2 – 35% P₂O₅; 3 – 30% P₂O₅; EFK(100% P₂O₅):fosforit nisbati: 1 – 1:1; 2 – 1,5:1; 3 – 1,5:1; jarayonning harorati: 1 – 60°C; 2 – 60°C; 3 – 80°C.

Tarkibida ~20% P₂O₅ va ~2,5% MgO bo'lgan ekstraksion fosfat kislotaga uning massasining 2%i atrofida NH₄NO₃ qo'shib bug'latilishidan hosil qilingan 35-37% P₂O₅ konsentratsiyali aktivlangan kislotada fosforitning EFK(100%P₂O₅):fosforit = 100:100 nisbatida va 60°C haroratda 1,5 soat parchalanishidan tarkibida: P₂O₅umum. = 37-38%; P₂O₅o'zl. = 34-36%; P₂O₅s.e. = 32-33,5%; N = ~ 0,7%; F = 1,4-1,6% bo'lgan yaxshi fizik-kimyoviy xossaga (S:Q = 2,7-2,8, pH = ~2,5) ega bo'lgan superfosfat suspenziyasi hosil qilinishi mumkin (optimal sharoit). Bunda fosforitning parchalanish darajasi 76% ga yetadi. Parchalanish jarayonidagi kislota me'yorini 1,5 marta oshirilishi [EFK(100%P₂O₅):fosforit = 150:100 nisbatida] natijasida parchalanish darajasini 85% gacha ko'tarish mumkin, lekin suspenziyani quritishdan hosil qilinadigan mahsulotda P₂O₅erkin = ~6,7 ga teng bo'lib, standart talablari (P₂O₅erkin ≤ 5) ga javob bermaydi. Kislota konsentratsiyasini 40% P₂O₅ ga va EFK(100%P₂O₅):fosforit nisbatini 2 marta (200:100) oshirish orqali parchalanish darajasini ~90% gacha oshirish mumkin, lekin hosil qilingan bo'tqaning fizik-kimyoviy xossasi [S:Q = ~5 (erkin fosfat kislotasi hisobiga), pH = ~2] birmuncha yomonlashadi, natijada ishlab chiqarish intensivligi va samaradorligi pasayadi. Ularni

neytrallovchi qo‘shimchalar (ammiak gazi, bo‘r va b.) ishtirokida fizik-kimyoviy xossalarni yaxshilanishi va undan murakkab azot-fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarilishi mumkin.

Optimal sharoitda olingan superfosfat suspenziyasini 100-105°C da quritish orqali tarkibida: $P_2O_{5\text{umum.}} = \sim 48\%$; $P_2O_{5o'zl.} = 46,5\%$; $P_2O_{5s.e.} = 42,8\%$; $P_2O_{5erkin} = \sim 1,8\%$; $N = \sim 1\%$; $F = 1,8\%$ bo‘lgan qo‘shaloq superfosfat turidagi o‘g‘it olinadi. Mahsulotni quritish natijasida fosforitning parchalanish darajasi $\sim 85\%$ ga yetadi. O‘g‘itning ftorsizlanish darajasi esa 45-50% ni tashkil etadi.

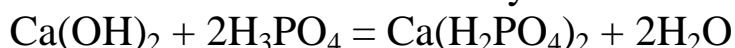
Bayon etilgan usulni hozir kunda amalda bo‘lgan fosforitlar asosida ammofos o‘g‘iti ishlab chiqarish usuli bilan taqqoslanganda – ham iqtisodiy, ham ekologik samara olish mumkin ekanligini ko‘rish mumkin. Bu usulda ammofos ishlab chiqarish usulidagi sulfat kislotasini 20% ga va ammiakni 100% ga iqtisod qilinishi, chiqindi – fosfogips unumini 20% ga kamaytirish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, tabiiy fosfatdan o‘g‘itga bevosita o‘tadigan ftorning 45-50% miqdorini ftor birikmalari holatida ajratib olinishini ta‘minlash mumkin. Bu esa, bir tomondan, ishlab chiqariladigan o‘g‘itning ekologik tozaligini oshirsa, ikkinchidan, ayrim xalq xo‘jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim xomashyo bo‘lgan ftor birikmalarining qo‘shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

O‘g‘it tarkibidagi ftor miqdorini yanada kamaytirilishiga erishilishi mumkin. Buning uchun bir qism boshlang‘ich ekstraksion fosfat kislotasi ammoniy nitrat ishtirokida 50-55% P_2O_5 gacha bug‘latiladi, uni boshlang‘ich ekstraksion fosfat kislotasining qolgan qismi (unga ham kerakli miqdordagi ammoniy nitrat qo‘shilgan) bilan $\sim 37\%$ P_2O_5 li kislotada hosil qilinishi orqali aralashtiriladi. Hosil qilingan kislotadan olingan qo‘shaloq superfosfatning ftorsizlanish darajasi 70-75% ga yetadi.

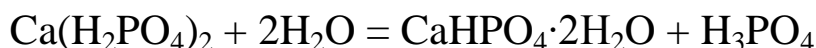
Presipitat ishlab chiqarish. Presipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan ta‘sirlashish mahsulotidir. Sitratli eruvchan dikalsiyfosfat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ dan iborat fosforli o‘g‘it *presipitat* deyiladi. «Presipitat» so‘zi nemischa Präzipitierung – cho‘ktirish ma‘nosini anglatadi. Texnik presipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va aluminiy fosfatlari, gips, kalsiy ftoridlari va karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo‘ladi. Texnik presipitatdagi P_2O_5 (sit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali presipitat (dikalsiyfosfat) da 0,4% li HCl da eruvchi P_2O_5 43-47% gacha yetadi. U amalda gigroskopik emas, yaxshi fizik xossalarga egadir.

Shunga qaramay, presipitat samarador o'g'it hisoblansada, bu maqsad uchun uni maxsus ishlab chiqarilmaydi, chunki fosfat kislotani qo'shaloq superfosfat olishda ishlatish ancha yaxshi samara beradi, bunda kislota hisobiga fosforitdagi bir qism P_2O_5 o'g'itga o'tadi, shuning uchun qo'shaloq superfosfatdagi P_2O_5 ning tannarxi presipitatga nisbatan arzon tushadi. O'g'itli presipitat suyakni qayta ishlovchi zavodlarda jelatina ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan kuchsiz fosfat kislotali eritmalardan olinadi.

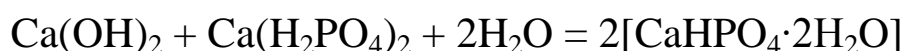
Presipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokalsiyfosfat hosil bo'ladi.



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



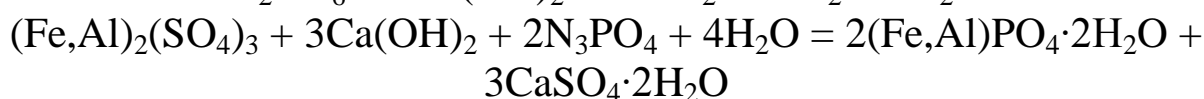
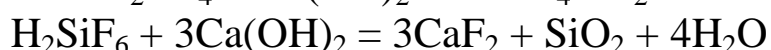
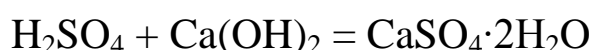
Shuningdek, monokalsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham ta'sirlashadi:



Dikalsiyfosfatdagi $CaO:P_2O_5$ ning nazariy massa nisbati (0,79 ga teng) dan ortiqcha miqdordagi so'ndirilgan ohak qo'shilganda va shunga muvofiq ravishda eritmaning pH qiymati 6,3 dan ortganda dikalsiyfosfatning parchalanishi sodir bo'ladi:



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

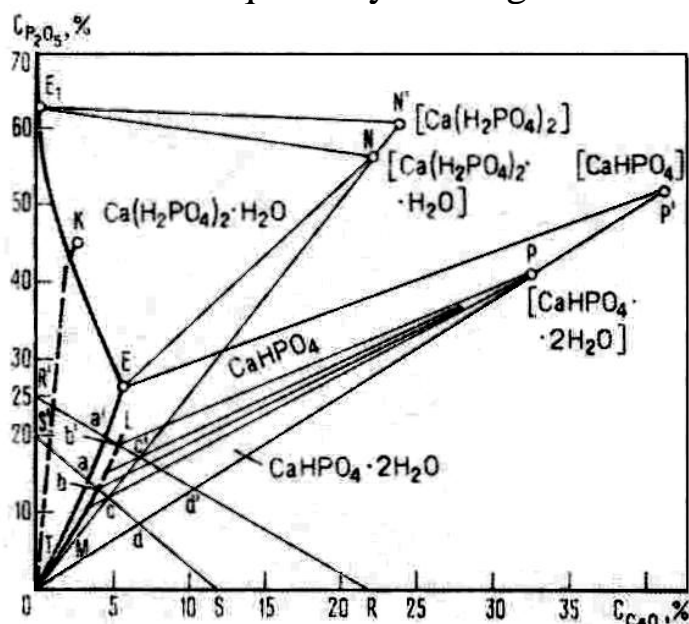


Temir va aluminiy fosfatlari, kalsiy ftoridi va silikat kislotadan iborat balchiqli cho'kma presipitatning filtrlanishini qiyinlashtiradi.

Dikalsiyfosfatning presipitlanish jarayoni asosida $CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasining holat diagrammasi yotadi. $CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasida $36^{\circ}C$ dan quyi haroratda sitratli eruvchan dikalsiyfosfat digidrat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ (brushit), yuqori haroratda esa – suvsiz $CaHPO_4$ (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina $60^{\circ}C$ dan yuqori haroratdagina ajralib chiqadi, bundan past haroratda esa metastabil faza sifatida muntazam ravishda $CaHPO_4$ ga aylanib

turadigan $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ cho'kadi. $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan suvsiz CaHPO_4 tarkibida P_2O_5 ko'p bo'ladi, ammo CaHPO_4 jonivor va o'simliklarga yomon o'zlashadi.

20% P_2O_5 konsentratsiyali (S' nuqta) fosfat kislotaning tarkibida 12% CaO tutgan (S nuqta) ohak suti bilan presipitlash va 25% P_2O_5 konsentratsiyali (R' nuqta) kislotani – tarkibida ~22% CaO tutgan (R nuqta) va S:Q nisbati 1,5:1 ga teng bo'lgan ohaktosh suspenziyasi bilan presipitlash sharoiti 40°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi diagrammasida ko'rsatilgan (3.24-rasm). Presipitlashda sistema tarkibi SS' va RR' biriktiruvchi chiziqlar bo'ylab o'zgaradi.



3.24-rasm. Fosfat kislotadan dikalsiy-fosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi: 40°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi izotemasida OE – stabil va ML – metastabil tarmog'i; 60°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasida KT – CaHPO_4 ning eruvchanlik tarmog'i.

Muvozanatdagi sharoitda kislotani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashtirish – erkin H_3PO_4 va $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ dan iborat suyuq faza a va a' nuqtalarda, CaHPO_4 ga nisbati bo'yicha to'yingan bo'lishi kerak. Amalda esa to'yinish keyinroq, qattiq fazadagi $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ eruvchanligining metastabil tarmog'i ML ga to'g'ri keluvchi b va b' nuqtalarda yuzaga keladi. Uning kristallanishi uchun metastabil faza bilan to'yingan eritma hosil bo'lishi kerak. Fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining to'la neytrallanish, ya'ni presipitatning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (c va c' nuqtalar).

60°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, hosil bo'ladigan CaF_2 ta'siri natijasida dikalsiyfosfatning eruvchanligi keskin kamayadi.

Tarkibida P_2O_5 ga nisbati bo'yicha 15% gacha MgO tutgan fosfat kislota eritmasidan dikalsiyfosfatni cho'ktirish $\text{MgO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{CaO} - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi diagrammasi yordamida ko'rib chiqilishi kerak.

$\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislota ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kishi kerak. Amalda esa presipitlashning oxirida ohaktoshning va ayniqsa ohakning bir qismi dikalsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlarni o'tishini qiyinlashtiruvchi qobiq bilan o'ralib qoladi va reaksiya keskin sekinlashadi. Fosfat kislotani ohaktosh bilan talab etilgan darajagacha neytrallash mumkin emasligi nafaqat qobiqlanish tufayli, balki fosfat kislota birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. Shuning uchun sanoat sharoitida presipitlash dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikalsiyfosfat filtrda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish – uni dekantatsiyalash (filtrlanmasdan) orqali quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonni ikkita bosqichda amalga oshirilishi mumkin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikalsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, uni ajratiladi va o'g'itli mahsulot olinadi; qolgan eritmadan toza ozuqali mahsulot olish orqali cho'ktirish davom ettiriladi.

$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni quritishda uning degidratlanishi sodir bo'lishi mumkin, bundagi harorat va tezlik presipitlashdagi bosimga, kristallar o'lchamiga va ularning hosil bo'lish sharoitiga bog'liqdir. Agar dikalsiyfosfat atmosfera bosimida 1 soat davomida 100°C haroratda qizdirilsa, u sezilarli darajada suvsizlanadi. Bunda o'zlashadigan P_2O_5 juda oz darajada kamayishi kuzatiladi. 175°C dan yuqori haroratda qizdirilganda dikalsiyfosfatdan suv ajralib chiqadi va kalsiy difosfatga aylanadi:

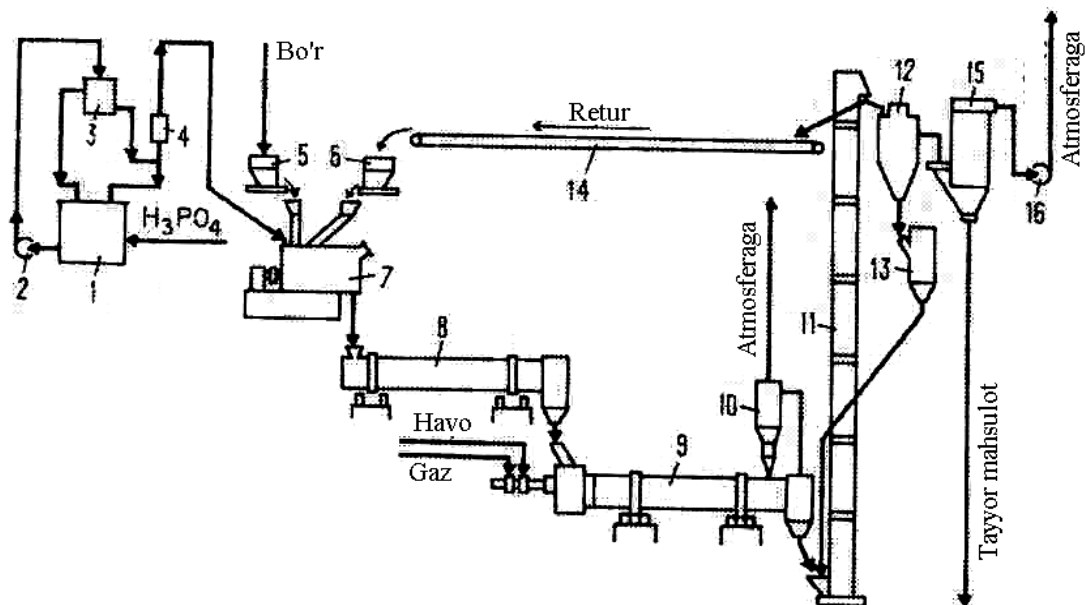


undagi P_2O_5 esa qiyin eruvchan shaklda bo'ladi.

Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish siklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraksion fosfat kislotadan ozuqabop dikalsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filtrlash uchun zarurat tug'ilmaydi va

konsentrlangan (50-55% P_2O_5 li) fosfat kislotasi ishlatish mumkin. MDH da ozuqabop dikalsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

Texnologik jarayon va presipitlash sxemasi, asosan, fosfat kislotali eritmalar konsentratsiyasi orqali belgilanadi.



3.25-rasm. O'g'itli presipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi:

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

O'g'itli presipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi 3.25-rasmda tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha $80-85^{\circ}C$ haroratgacha qizdirilgan fosfat kislotasi gorizontal aralashtirgichda bo'r va retur bilan $CaO:P_2O_5 = 0,7-0,8$ nisbatda aralashtiriladi. Retur soni, ya'ni retur massasining mahsulot massasiga nisbati $(0,5 \div 1):1$ ni tashkil etadi. Uch minutli aralashtirishdan so'ng 80% dikalsiyfosfat tutgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda $45-50^{\circ}C$ haroratda 90 minut yetiltiriladi. Shundan so'ng mahsulotda yana 4-6% monokalsiyfosfat va 18% gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgichda me'yoriga (3% dan kam H_2O) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda $550-600^{\circ}C$, chiqishda esa $100-110^{\circ}C$ harorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning harorati $90^{\circ}C$ dan oshmasligi kerak. So'ngra uni separatoridan o'tkaziladi; mayda fraksiyaning bir qismi (retur) aralashtirgichga qaytariladi, yirik fraksiya ($>0,5$ mm) esa dezintegratorda maydalanadi. O'lchami $<0,5$ mm dan kichik zarrachalar yengli filtrga

tushadi, u yerda separatoridan keladigan havo bilan changlatilib, tayyor mahsulot ajratib olinadi.

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

4-§. Ekstraksion fosfat kislotani kalsiy karbonatli xomashyolar bilan neytrallash asosida fosforli o'g'it olish

Respublikamizdagi fosforli o'g'itlar sanoatida asosan tarkibida ko'p miqdorda magniy tutgan fosforitlardan ammosfos, shuningdek oddiy superfosfat ishlab chiqariladi va bu o'g'itlardan qishloq xo'jaligida foydalaniladi. Natijada tuproqqa solinadigan eruvchan (o'simliklar o'zlashtiradigan) kalsiy birikmalari yildan-yilga kamayib bormoqda. Bu esa o'simlik va tirik organizmlardagi kalsiyning yetishmovchiligiga olib keladi.

Fosforitlardan olingan ekstraksion fosfat kislotani (EFK) neytrallash orqali konsentrlangan fosforli o'g'itlar ishlab chiqariladi. Bunda neytrallovchi vosita sifatida ammiak gazi (ammofos ishlab chiqarishda), fosforit (qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarishda) kabilardan foydalaniladi. EFKni neytrallanish jarayonini tabiiy karbonatli xomashyolar (bo'r, ohaktosh va b.), suv tozalash inshootlari chiqindisi – kalsiy va magniy karbonatlari kabilar bilan ham amalga oshirilishi mumkin. Natijada tarkibida kalsiy va magniy tutgan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar olish mumkin bo'ladi.

Tarkibida kalsiy tutgan fosforli o'g'it olish, sanoat chiqindisidan kompleks foydalanish, ishlab chiqariladigan o'g'it hajmini oshirish va tannarxini kamaytirish maqsadida Qizilqum fosforiti termokonsentratidan olingan EFKni oldindan aktivlash va uni tarkibida kalsiy karbonat bo'lgan xomashyo bilan neytrallash orqali qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar olish usuli o'rganilgan.

Buning uchun ekstraksion fosfat kislotasini (21,50% P_2O_5) ammoniy nitrat ishtirokida aktivlash yoki uning bug'latilishidan hosil qilingan 31,7% P_2O_5 va 35,2% P_2O_5 li konsentrlangan EFK ni bo'r xomashyosi bilan bo'r(100% $CaCO_3$):EFK(100% P_2O_5) = 1:1÷1,25 nisbatda 60°C haroratda 60 minut davomida neytrallash jarayoni amalga oshirilgan.

EFKni bo‘r bilan neytrallash orqali oqimli usulda qo‘shaloq superfosfat olishning texnologik parametrlari va mahsulotlarning kimyoviy tarkibi 3.3- va 3.4-jadvallarda keltirilgan.

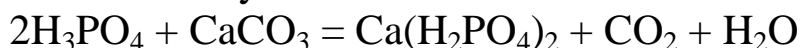
3.3-jadval

EFKni bo‘r (90% CaCO₃) bilan neytrallash orqali qo‘shaloq superfosfat suspenziyasi olish texnologik parametrlari

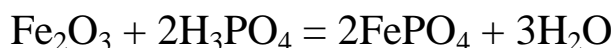
Ko‘rsatkichlar	Bo‘r (100% CaCO ₃) va EFK (100% P ₂ O ₅) massa nisbatida texnologik ko‘rsatkichlar va komponentlar miqdori			
	100:100	100:125	100:125	100:125
Boshlang‘ich EFK konsentratsiyasi, % P ₂ O ₅	21,5	21,5	31,7	35,2
P ₂ O ₅ (umumiy), %	19,7	20,1	27,9	31,5
P ₂ O ₅ (o‘zlashadigan), %	16,3	17,6	25,8	29,9
P ₂ O ₅ (suvda eriydigan), %	13,2	13,8	19,4	21,9
CaO (umumiy), %	10,0	8,4	11,7	12,8
N (umumiy), %	0,52	0,53	0,68	0,77
pH	3,4	2,7	2,8	2,8
H ₂ O, %	58,9	59,3	45,4	40,1
(P ₂ O _{5o‘zl.} /P ₂ O _{5umum.})·100, % (yoki K)	82,7	87,6	92,5	94,9

21,5% P₂O₅ konsentratsiyali EFK bo‘r xomashyosi bilan bo‘r(100% CaCO₃):EFK(100%P₂O₅) = 1:1÷1,25 nisbatda neytrallash jarayoni amalga oshirilganda 1 soat mobaynida bo‘tqadagi P₂O₅ ning o‘zlashadigan miqdori (K), ya’ni (P₂O_{5o‘zl.}/P₂O_{5umum.})·100 nisbat 82,7% ga yetadi. Kislota me’yori 1,25 marta oshirilganda, ya’ni bo‘r(100% CaCO₃):EFK(100%P₂O₅) = 1:1÷1,25 nisbatda K ning qiymati 87,6% ga yetadi. Xuddi shu nisbatda boshlang‘ich kislota konsentratsiyasi 31,7% P₂O₅ va 35,2% P₂O₅ gacha oshirilganda esa kislota aktivligining ortishi hisobiga K ning qiymati mos ravishda 92,5% va 94,9% gacha ortishi kuzatiladi.

Ekstraksion fosfat kislota bo‘r bilan neytrallanganda uning tarkibidagi erkin kislota neytrallanadi:



Shu bilan bir vaqtda EFK va kalsiy karbonat xomashyosi tarkibidagi temir birikmalari ham fosfat kislota bilan ta’sirlashadi:



Qo‘shaloq superfosfat kimyoviy tarkibi va jarayonning texnologik parametrlari

Ko‘rsatkichlar	Bo‘r (100% CaCO ₃) va EFK (100% P ₂ O ₅) massa nisbatida texnologik ko‘rsatkichlar va komponentlar miqdori			
	100:100	100:125	100:125	100:125
Boshlang‘ich EFK konsentratsiyasi, % P ₂ O ₅	21,5	21,5	31,7	35,2
P ₂ O ₅ (umumiy), %	46,9	48,7	50,1	51,4
P ₂ O ₅ (o‘zlashadigan), %	39,7	43,9	47,3	49,4
P ₂ O ₅ (suvda eriydigan), %	31,3	33,6	35,2	36,0
P ₂ O ₅ (erkin), %	0,85	2,42	2,28	2,14
CaO (umumiy), %	23,7	20,3	21,4	20,9
N (umumiy), %	1,24	1,28	1,23	1,26
pH	3,5	3,0	3,1	3,3
H ₂ O, %	2,15	1,38	1,96	2,29
(P ₂ O _{5o‘zl.} /P ₂ O _{5umum.})·100, % (yoki K)	84,6	90,2	94,4	96,1

Buning natijasida $(P_{2O_{5o'zl.}}/P_{2O_{5umum.}}) \cdot 100$ nisbat kamayadi. $(P_{2O_{5o'zl.}}/P_{2O_{5umum.}}) \cdot 100$ nisbat qiymati xomashyo tarkibidagi temir birikmalari miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Kislota me‘yorining 1,25 marta ortishi K qiymatining 4,9% ga ortishini ko‘rsatadi. Chunki bunda sistemadagi Fe₂O₃ ning nisbiy ulushi kamayadi.

Bo‘tqani quritish jarayonida sistemadagi komponentlar nisbati barqaror holatga keladi, natijada sistemadagi K qiymatining 1,2-2,6% ga ortadi.

Ma‘lumki, Davlat standartlari talablariga ko‘ra, mahsulotdagi $(P_{2O_{5o'zl.}}/P_{2O_{5umum.}}) \cdot 100$ nisbat 90% dan ortiq, erkin kislotalilik (P₂O_{5erkin}) 5% dan oshmasligi kerak. O‘z navbatida olingan natijalardan ko‘rinadiki, boshlang‘ich kislota konsentratsiyasi 21,50%, bo‘r:EFK(100% P₂O₅) = 1:1,25 bo‘lganda hosil qilingan bo‘tqani quritish yo‘li bilan Davlat standartlari talablariga javob beradigan mahsulot hosil qilinishi mumkin. Bunday mahsulot tarkibida, og‘irlik % hisobida: P₂O_{5umum.} = 48,7; P₂O_{5o‘zl.} = 43,9; P₂O_{5s.e.} = 33,6; P₂O_{5erkin} = 2,42; CaO = 20,3; N = 1,28; H₂O = 1,42 va boshqalar bo‘lgan qo‘shaloq superfosfat olish mumkin bo‘ladi. Bunda $(P_{2O_{5o'zl.}}/P_{2O_{5umum.}}) \cdot 100$ nisbat 90,2% ni tashkil etadi. O‘g‘it sifatini oshirish uchun boshlang‘ich kislotani oldindan bug‘latish yo‘li bilan konsentrlashning maqsadga

muvofiqligini ko'rish mumkin. Konsentratsiyasi 31,7% P_2O_5 va 35,2% P_2O_5 bo'lgan EFK ni bo'r xomashyosi bilan neytrallash, bo'tqani quritish natijasida hosil qilingan mahsulotlar tarkibida, mos holda og'irlik % hisobida: $P_2O_{5\text{umum.}}$ = 50,1 va 51,4; $P_2O_{5\text{o'zl.}}$ = 47,3 va 49,4; $P_2O_{5\text{s.e.}}$ = 35,2 va 36,0; $P_2O_{5\text{erkin}}$ = 2,28 va 2,14; CaO = 21,4 va 20,9; N = 1,23 va 1,26; H_2O = 1,90 va 3,26 va boshqalar bo'ladi. Bunda mahsulotlardagi ($P_2O_{5\text{o'zl.}}/P_2O_{5\text{umum.}}$)·100 nisbat 94,4 va 96,1% ni tashkil etadi.

Shunday qilib, Qizilqum fosforit termokonsentratidan olingan va aktivlangan EFKni kalsiy karbonatli xomashyolar bilan neytrallash va mahsulotni quritish natijasida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning optimal sharoiti: boshlang'aich aktivlangan EFK konsentratsiyasi 30-35% P_2O_5 , bo'r ($100\% CaCO_3$):EFK($100\% P_2O_5$) = 1:1,25, parchalanish vaqti 1 soat, quritish harorati 90-100°C bo'lishi aniqlangan.

5-§. Kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish

Murakkab o'g'itlar. Murakkab o'g'itlarga shunday kompleks (ya'ni bir necha ozuqa elementi bo'lgan) o'g'itlar kiradiki, bunda barcha zarrachalar (kristallar va donachalar) deyarli bir xil kimyoviy tarkibga ega bo'lishi kerak. Bunday o'g'itlarga: tarkibida bir necha ozuqa elementi bo'lgan bitta tuz, masalan KNO_3 , $(NH_4)_2HPO_4$ va boshqalar; tarkibiga ikkita (N+P, N+K, P+K) yoki uchta (N+P+K) ozuqa elementi kiruvchi ikki yoki undan ortiq tuzlar kompozitsiyasi kiradi. Bunday kompozitsiyalar nitrat, fosfat va sulfat kislotalarning ammiak; tabiiy fosfatlar; kaliy, ammoniy va boshqalarning tuzlari bilan o'zaro ta'sirlashuvidan olinadi.

O'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalar qanchalik ko'p bo'lsa, ular shunchalik ahamiyatli bo'ladi. Turli ekinlar, tuproqlar, iqlim va boshqa sharoitlar uchun azot, fosfor va kaliyning miqdori va nisbati har xil bo'lgan murakkab o'g'itlar talab etiladi. Ular N: P_2O_5 : K_2O massalari nisbati bilan tavsiflanadi, masalan 1:1,5:0,5. Bunda ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdori tarzida ham ifodalanishi mumkin, masalan $N+P_2O_5+K_2O = 36\%$; ayrim hollarda N: P_2O_5 : K_2O ning massa bo'yicha foiz nisbati, masalan 12:18:6 yoki 12-18-6 shaklida ifodalanishi mumkin, bu sonlarning umumiy yig'indisi o'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdorini ko'rsatadi.

Uch komponentli 1:1:1; 1:1,5:1; 1:1:0,5; 1:1:1,5; 1:0,67:0,67 va ikki komponentli 1:4;0; 1:1:0; 0:1:1; 0:1;1,5 markali o'g'itlar eng ko'p ishlatiladi.

Kaliy nitrat. *Xossalari va olinish usullari.* Kaliy nitrat (kaliyli selitra) KNO_3 – kristall rangsiz kukun bo'lib, 337°C da suyuqlanadi. Texnik mahsulot sarg'ish rangga ega. Suyuqlanish haroratidan yuqorida KNO_2 va O_2 ga parchalanadi. 20°C haroratda 100 g suvda 31,5 g, 114°C da esa – 312 g KNO_3 eriydi.

Kaliy nitrat – tutunli (qora) porox ishlab chiqarishda, pirotexnikada, oziq-ovqat va shisha sanoatida ishlatiladi. U tarkibida ikkita ozuqa elementi – azot va kaliy (nazariy tarkibi – 13,85% N va 46,5% K_2O) bo'lgan ballastsiz (keraksiz qo'shimchasi bo'lmagan) bebaho o'g'it hisoblanadi. Bu o'g'itning yana bir muhim xususiyati shundaki, u gigroskopikligi kam va fiziologik ishqoriydir. Ammo uni asosan sanoatda ishlatiladi, chunki kaliy nitratdagi azot va kaliyning narhi boshqa o'g'itlardagiga nisbatan qimmatdir.

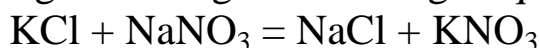
Canoatda ishlatish uchun bir necha navlardagi kaliy nitrat ishlab chiqariladi; ular tarkibida 99,9; 99,85 va 99,7% dan kam bo'lmagan KNO_3 va shunga muvofiq ravishda 0,08; 0,1 va 0,2% dan ko'p bo'lmagan namlik bo'ladi. Shuningdek, ular tarkibidagi xloridli, karbonatli, nitritli va boshqa qo'shimchalar ham me'yorlanadi.

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

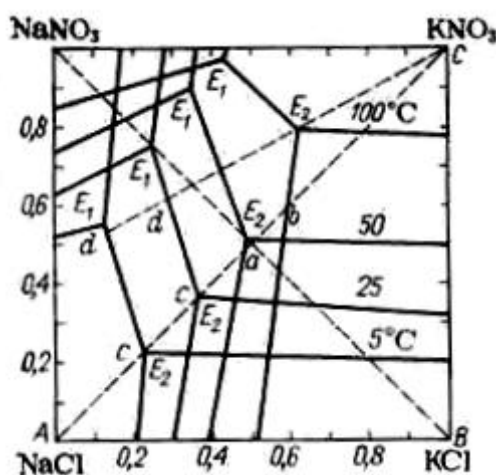
Kaliy gidroksid yoki karbonatda nitrat kislotasini neytrallash yoki azot oksidlarini absorbsiyalash usuli bo'yicha kaliy nitrat olish ishqoriy reagentlarning yetishmasligi va qimmatbaholigi sababli kam qo'llaniladi. Kaliy xlorid va natriy, ammoniy, kalsiy nitratlardan kaliy nitrat olishning konversiyali usuli sanoatlarda keng tarqalgandir. Masalan, KCl va $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ishlatilganda jarayonni kation almashinuv usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda kationit davriy ravishda kalsiy nitrat eritmasi bilan (KNO_3 eritmasi olishda) va kaliy xlorid eritmasi bilan (kationitning regeneratsiyasida) ishlov berib turiladi. So'ngra kaliy nitrat eritmasi bug'latiladi, sovutiladi, KNO_3 kristallari sentrifugada ajratiladi va quritiladi.

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

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



5, 25, 50 va 100°C haroratdagi KCl + NaNO₃ = NaCl + KNO₃ suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 3.26-rasmda tasvirlangan. Bundan ko‘rinadiki, 5-25°C haroratdagi kaliy tuzlarining eruvchanligi natriy tuzlariga nisbatan kam; 100°C da, aksincha, NaCl ning kristallanish sohasi keskin ortadi. Agar 100°C da KCl va NaNO₃ larning ekvimolyar aralashmasining eritmasi tayyorlansa, kvadrat diognallari kesishishiga to‘g‘ri keladigan *a* nuqta NaCl ning kristallanish sohasida yotadi. Bunday eritmadan 100°C haroratda suv bug‘latilganda, eritma to‘yinishi natijasida NaCl kristallana boshlaydi va eritma tuzli massasining tarkibi *ab* chiziq bo‘yicha o‘zgaradi.



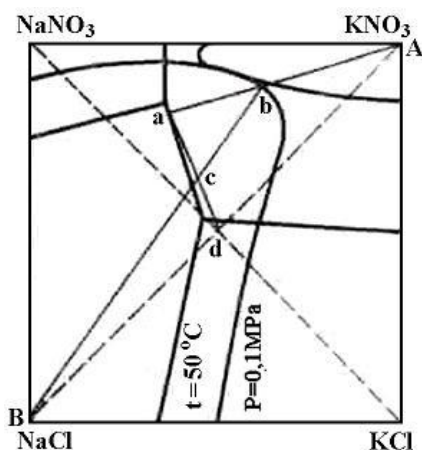
3.26-rasm. 5, 25, 50 va 100°C haroratdagi KCl + NaNO₃ = NaCl + KNO₃ suvli sistemasida eruvchanlik izotermasi.

b nuqtada eritma KCl ga ham to‘yinadi. Agar xuddi shu paytda ajraladigan NaCl kristallari ajratilsa va so‘ngra eritma, masalan 5°C ga sovutilsa, bunda *b* nuqta KNO₃ ning kristallanish sohasida bo‘lib qoladi. Eritma sovutilganda bu tuz ham cho‘kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi *bc* chiziq bo‘yicha o‘zgaradi.

Bunda *a* va *b* nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda ekvimolekulyar miqdordagi KCl va NaNO₃ tutgan eritmadan suvni bug‘latishda juda oz miqdordagi NaCl cho‘kmaga tushadi va eritma tezda KCl bilan ham to‘yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovutish KNO₃ unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan NaCl miqdorini oshirish va KNO₃ unumini oshirish uchun, diagrammadan ko‘rinadiki, boshlang‘ich eritmaga ortiqcha NaNO₃ qo‘shish lozimdir. Agar NaCl

ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz – NaCl, KCl va KNO₃ bilan to‘yinsa (ya’ni uning tuzli massasi E_2 nuqta bilan tasvirlangan) eng yuqori unumga erishiladi. Bunda hosil bo‘lgan NaCl kristallarini ajratib olingandan so‘ng, eritmani sovutilishi natijasida KNO₃ ning kristallanishi eng uzun yo‘l E_2d bo‘yicha sodir bo‘ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta’minlanadi.

KCl va NaNO₃ orasidagi almashinishni ta’minlashning eng samarador va tejamkor usuli bu – o‘zgarmas bosim va o‘zgaruvchan haroratda sistemadan suvni bug‘latish paytida NaCl ning kristallanishi sodir bo‘ladigan siklik jarayonda amalga oshirish hisoblanadi. Bunday optimal siklning tartibi va hisobi izotermik va izobarik diagrammalar kesishuvi yordamida amalga oshirilishi mumkin. KNO₃ kristallanishi 50°C da tugallanadigan optimal sikl uchun misol 3.27-rasmda ko‘rsatilgan. Izotermik kesishuvda a nuqta – sovutish jarayonida ba kesimda KNO₃ kristallanganidan so‘ng qoladigan eritmani tavsiflaydi. Kristallanish boshlanishida eritmaning tuzli tarkibiga b nuqta muvofiq keladi. Kristallanishdan oldin unga shunday miqdordagi suv qo‘shiladiki, u kristallanish oxirida faqat belgilangan haroratdagina (50°C) natriy xlorid bilan to‘yinishi kerak. b eritma qaynayotgan c eritmada suvning bug‘lanishi va NaCl ning kristallanishi natijasida olinadi. Bug‘latish uchun boshlang‘ich eritma c – eritma a ning KCl va NaNO₃ lar ekvimolyar aralashmasi bilan aralashtirilishidan olinadi.



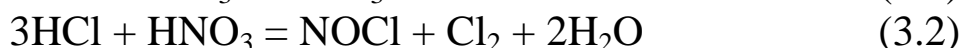
3.27-rasm. Izotermik (50°C) va izobarik (0,1 MPa) kesishuvli diagrammada $KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3$ konversiyaning optimal sikli.

Shunday qilib, sikl cab uchburchagi bo‘yicha amalga oshiriladi. Siklning tuzli koeffitsienti (ya’ni olingan KNO₃ massasining

bug‘latilgan suv massasiga nisbati) qanchalik katta bo‘lsa, bug‘latishga shunchalik oz energiya sarflanadi. KNO_3 kristallanishining oxirgi harorati qanchalik katta bo‘lsa, eritmani sovutishga shunchalik oz xarajat ketadi. $50-25^\circ\text{C}$ oralig‘ida joylashgan qaynash nuqtasidan kristallantirishning oxirgi haroratigacha chegarasidagi haroratli sikl eng tejamkor hisoblanadi. Bunda *Bb* chiziqli bug‘lanish uchun optimal $\text{K}^+:\text{NO}_3^-$ nisbati 0,69-0,96 oralig‘ida bo‘ladi; ular nisbatan yuqori tuzli koeffitsientlar va kam hajmli aylanma eritmalar bo‘lishini ta‘minlaydi.

Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish. Jihozlarning yuqori darajada korroziyalanishi va qo‘shimcha mahsulotlar – HCl , Cl_2 , NOCl ni tutib qolish va ishlatilishidagi qiyinchiliklar sababli sanoatda kam qo‘llaniladigan bu usulda kamyob ishqor va ko‘p miqdordagi bug‘ talab etiladi.

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

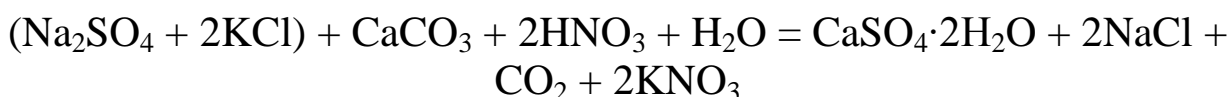


Nisbatan past haroratda ($25-60^\circ\text{C}$) reaksiya (3.1) chapdan o‘ngga boradi. Reaksiya (3.2) ning qaytarligi oson, past haroratda boshlanadi; 100°C haroratda muvozanat deyarli to‘la NOCl va Cl_2 tomonga siljiydi.

Nitrozil xlorid NOCl va xlorning hosil bo‘lishi eritma konsentratsiyasi va haroratning ko‘tarilishiga bog‘liqdir. 30-40% li nitrat kislota ishlatilganda va 60°C dan past haroratda azotning nitrozil xlorid tarzida yo‘qotilishi unchalik ko‘p bo‘lmaydi va xlor eritmada HCl shaklida to‘planadi. Eritma sovutilganda undagi KNO_3 ning anchagina qismi ajralib chiqadi, qolgan eritma siklga qaytarilishi mumkin. Bunda undan vodorod xloridni haydashi kerak. Haydalgan bug‘ni xlorid kislota tarzida kondensatlanadi.

Reaksiya (3.1) bo‘yicha KNO_3 olishni organik erituvchilar – butil, izoamil spirtlari va boshqalar muhitida amalga oshirilishi ham mumkin, bunda organik erituvchilar regeneratsiyalab turiladi.

KCl va nitrat kislotadan NOCl hosil qilinmagan holda ham KNO_3 olish usullari yaratilgan. Masalan, nisbatan (100°C dan) past haroratda suvli muhitda boradigan quyidagi reaksiya tenglama bilan ifodalanuvchi jarayondan foydalanish taklif etilgan:



yoki 300-700°C haroratda kaliy xloridni dastlab ortiqcha miqdordagi fosfat kislota (HCl ni haydalishi) bilan parchalash, soʻngra fosfat kislotani jarayonga qaytarish orqali kaliy fosfatni nitratga konversiyalashni amalga oshirish mumkin:

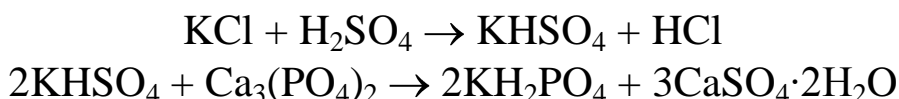


Kaliy orto- va metafosfatlar. Kaliy orto- va metafosfatlar yuqori konsentratsiyali fosfor-kaliyli oʻgʻitlar hisoblanadi. Mono-, di- va trikaliyfosfatlar – fosfat kislotaning kaliy gidroksid yoki karbonat bilan neytrallanishi natijasida olinadi, masalan:



Kaliy ishqorining qimmatligi va kamyobligi sababli bu usul mineral oʻgʻitlar sanoatida qoʻllanilmaydi.

Kaliy xlorid, sulfat kislota va fosforit asosida ham monokaliyfosfat olinishi mumkin. Shunday usullardan birida kaliy xlorid 200°C haroratda ortiqcha miqdordagi konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashtiriladi – bunda HCl yoʻqotiladi va kaliy gidrosulfatning sulfat kislotadagi suspenziyasi olinadi; unda 70°C haroratda fosforitga ishlov beriladi:



Gips ajratiladi va suv bilan yuviladi, eritma esa 50-60% KH₂PO₄ gacha bugʻlatiladi va unga metanol qoʻshib, KH₂PO₄ kristallantiriladi. Qolgan eritmadan metanolni uchirish va tarkibida ~54% P₂O₅ boʻlgan fosfat kislota hosil qilish uchun distillyatsiyalanadi hamda metanol jarayonga qaytariladi. Marokko fosforitini qayta ishlashdagi fosfor va kaliydan foydalanish darajasi mos ravishda 92 va 90-95% ni tashkil etadi; mahsulot tarkibida: 30% K₂O; 46% P₂O₅; 0,6% Al; 0,6% Fe; 1,5% F; 3% SO₄²⁻ boʻladi.

KH₂PO₄ ni 320°C da degidratatsiyalash natijasida, tarkibida 57-58% P₂O₅ va ~38% K₂O boʻlgan kaliy metafosfat (KHPO₃)_n olinadi [nazariy jihatdan (KHPO₃)_n tarkibida 50,13% P₂O₅ va 39,87% K₂O boʻladi]. Qizdirilgan massani sekin sovutish natijasida suvda erimaydigan shishasimon suyuqlanma olinadi; tez sovutish natijasida esa hosil qilingan mahsulot tarkibidagi bir qism P₂O₅ suvda eruvchan, qolgan qismi esa sitratli eritmada eruvchan boʻladi. Kaliy

metafosfatning suvda eruvchanligi uning fizik xolati (kristall mahsulot – Kurrol tuzi – shishasimon mahsulotga nisbatan kam eruvchi) va tarkibi bilan aniqlanadi. Degidratlanish to‘la bo‘lmasa yoki degidratlanish turli xil qo‘shimchalar (masalan, ishqoriy-er metallari xloridlari yoki sulfatlari, Fe_2O_3) ishtirokida amalga oshirilsa, tarkibida barcha fosfor suvda eruvchan shaklda bo‘lgan mahsulot olinishi mumkin. Kaliy metafosfat yuqori samarador, amalda gigroskopik bo‘lmagan va bir-biriga yopishib qolmaydigan o‘qit hisoblanadi; u urug‘lar uchun zaharli emas, uning eritmalarini ammoniylashtirilishi natijasida kaliy va ammoniy fosfatlarining aralashmasi olinishi mumkin.

Kaliy metafosfat kaliy xloridni fosfat kislotada ($\sim 900^\circ\text{C}$) yoki fosfor(V)-oksid ($1000-1050^\circ\text{C}$) bilan yuqori haroratli parchalash orqali olinishi mumkin; bu jarayonlar yuqori energiyasig‘imli va korroziyabardosh jihozlar qo‘llanilishi bilan bog‘liqdir. $60-70^\circ\text{C}$ haroratda kaliy xloridni tarkibida 23% P_2O_5 bo‘lgan termik yoki ekstraksion fosfat kislotada parchalash orqali nisbatan arzon usulda kaliy metafosfat ishlab chiqarilishi ham mumkin. Hosil qilingan suspenziya ($\sim 56\% \text{H}_2\text{O}$) quritiladi, so‘ngra esa $350-370^\circ\text{C}$ da qizdiriladi. Sovutilishi natijasida tarkibida 54% P_2O_5 (sitratli eritmada eruvchan shakldagi), 35-39% K_2O va 0,3% xlor bo‘lgan mahsulot olinadi. Gazli fazaga chiqadigan vodorod xloridni tutib qolinishi natijasida 16-18% li xlorid kislotada hosil qilinadi, uning ishlatilish sohalarini topish muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Yanada yuqoriroq konsentratsiyali xlorid kislotada kaliy xloridni bug‘latilgan ($\sim 50\% \text{P}_2\text{O}_5$) ekstraksion fosfat kislotada ikki bosqichli parchalash orqali olinadi. Birinchi bosqichda $\sim 300^\circ\text{C}$ va ikkinchi bosqichda 700°C haroratda suyuqlanma olinadi, uni sovutish natijasida tarkibida 57% P_2O_5 , 35% K_2O bo‘lgan mahsulot olinadi.

Ammoniy fosfatlari. Ammoniy fosfatlari, odatda, fosfat kislotada tuzlari – ammoniy digidrofosfat yoki monoammoniyfosfat [MAF] $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, ammoniy gidrofosfat yoki diammoniyfosfat [DAF] $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, va ammoniy fosfat yoki triammoniyfosfat $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ nomlari bilan yuritiladi. Eng barqaror birikma monoammoniyfosfat hisoblanadi, uni $100-110^\circ\text{C}$ gacha qizdirilganda amalda ammiakning ajralishi kuzatilmaydi. Diammoniyfosfat 70°C haroratdayoq ammiak yo‘qota boshlaydi va monoammoniyfosfatga aylanadi:



triammoniyfosfat esa havoda 30-40°C da parchalanadi, shuning uchun uni sanoatda ishlab chiqarilmaydi.

0,1 M eritmaning pH qiymati: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ uchun – 4,4, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ uchun – 8,0 va $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ uchun esa – 9,4 ga tengdir. Mono- va diammoniyfosfatlarning gigroskopikligi kamdir.

Ammoniy fosfatlari qishloq xujaligida o'g'it sifatida keng qo'llaniladi. Ular yuqori konsentratsiyali ballastsiz o'g'itlar hisoblanadi va tarkibida ikkita asosiy ozuqa elementlari – suvda eruvchan shakldagi azot va fosfor tutadi.

Toza monoammoniyfosfatda 12,2% N va 61,7% P_2O_5 (jami 73,9%), diammoniyfosfatda – 21,2% N va 53,8% P_2O_5 (75,0%) bo'ladi. Diammoniyfosfatda ozuqa moddalarining N: P_2O_5 massa nisbati (1:2,5) monoammoniy nisbatdagi (1:5,1) ga nisbatan ancha maqbul bo'ladi.

Ammoniyli-fosfatli o'g'itlardan ammofos – oz miqdordagi (~10%) diammoniy-fosfat qo'shimchasi bo'lgan monoammoniyfosfat ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

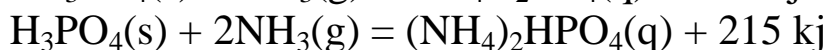
Davlat standartlari (DAST 18918-85) talablariga muvofiq, donadorlangan ammofos ikki xil markada: A – apatit konsentratidan va B - fosforitdan olingan ekstraksion fosfat kislotani ammiak bilan neytrallash natijasida ishlab chiqariladi. A markali oliy va 1-sifat kategoriyali va B markali oliy va 1-sifat kategoriyali mahsulotlar tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va 50±1% dan kam bo'lmagan, 44 va 42±1% dan kam bo'lmagan $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ozl}}$; 48, 46, 34 va 32% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{se}}$; 12±1, 12±1, 11±1 va 10±1% N va 1% dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. O'lchamlari 1-4 mm bo'lgan donachalarning ulushi oliy navda 95% dan va birinchi navda 90% dan kam bo'lmashligi kerak. Ammofosdagi N: P_2O_5 nisbati ~1:4 ga tengdir.

Tarkibida diammoniyfosfat va fosfat kislotadan o'tadigan qo'shimchalari bo'lgan azot bo'yicha nisbatan konsentrlangan o'g'it – diammofos ham ishlab chiqariladi. Agar diammofos ishlab chiqarish uchun apatit konsentratidan olingan ekstraksion fosfat kislota ishlatilsa, bunda mahsulot tarkibida: 48±1% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ozl}}$, 18% dan kam bo'lmagan N va 1,5% dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. N: P_2O_5 nisbati katta bo'lgan o'g'it ishlab chiqarish uchun ammofos va diammofosga azotli o'g'itlar – ammoniy nitrat yoki karbamid qo'shiladi.

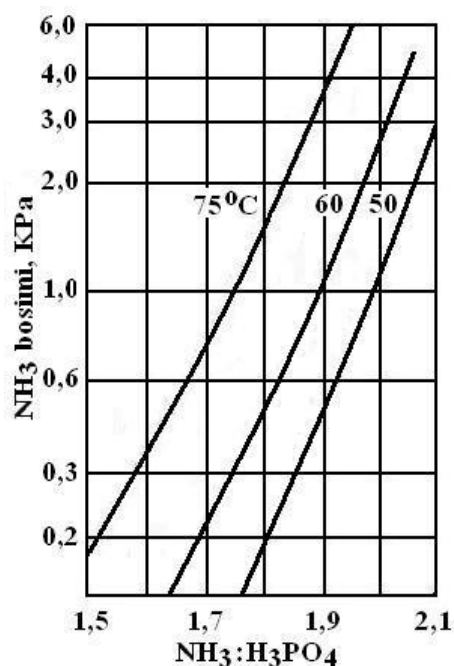
Termik yoki tozalangan ekstraksion fosfat kislotadan olinadigan diammoniyfosfat hayvonlar ozuqasi uchun ishlatiladi. Ammoniy fosfatlari, shuningdek, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida ham

ishlatiladi; ular antipirenlar sifatida va qurilish materiallarining yongʻinga bardoshlilikini oshirish uchun ishlatiladi.

Ammoniy fosfatlari ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari. Ammoniy fosfatlari ishlab chiqarish uchun ammiak va ortofosfat kislotasi (ekstraksiyali ham, termik ham) xomashyo hisoblanadi. Fosfat kislotani ammiak bilan neytrallanish koʻp miqdordagi issiqlik ajralishi bilan sodir boʻladi:



Ammofos ishlab chiqarishda qoʻshimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatilganligi uchun, uning ammiak bilan $\text{pH} \geq 3$ gacha neytrallanish jarayonida $\text{RPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ turidagi temir va aluminiyning oʻrta fosfatlari va temiraluminiyammoniyfosfatlari – $\text{NH}_4(\text{Fe,Al})(\text{HPO}_4)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, dikalsiyfosfat $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, gips, ftoridli va ftorsilikatli tuzlar, magniyammoniyfosfat $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ajralib chiqadi, suyuq fazada esa ammoniy sulfat paydo boʻladi.

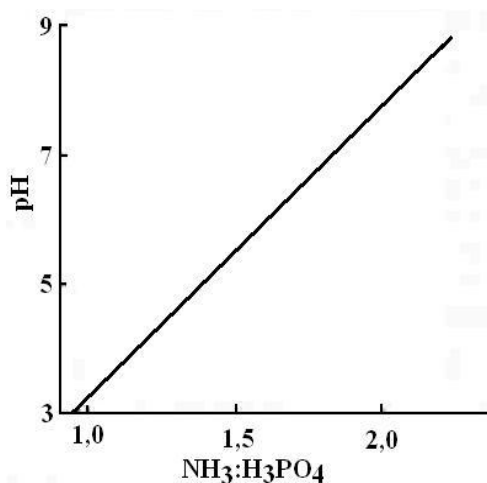


3.28-rasm. Ammoniy fosfatlar toʻyingan suvli eritmalar ustidagi ammiak bosimining $\text{NH}_3:\text{N}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bogʻliqligi.

Fosfat kislotani ammoniyashtirishda, tarkibida ammoniy fosfatlari, erkin fosfat kislotasi, suv va choʻkadigan qoʻshimchalar boʻlgan kislotali suspenziya hosil boʻladi. Ammiakning yutilish meʼyori boʻyicha suspenziya miqdori va komponentlarining tarkibi hamda haroratining

ortishi xuddi uning xossasi – pH qiymati, qattiq fazalar eruvchanligi, qovushqoqligi (oquvchanligi) va boshqalar kabi muntazam o'zgarib turadi.

To'yingan suvli eritma ustidagi ammiakning muvozanatli bosimi $\text{NH}_3:\text{N}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bog'liqdir (3.28-rasm). Unga esa vodorod ko'rsatkich – pH qiymati bog'liq (3.29-rasm), pH qiymati orqali jarayonni boshqarib turiladi. 25°C da $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbati 1,45 ga yaqin bo'lgan to'yingan eritma maksimal zichlik va qovushqoqlikka ega bo'ladi. Suspenziya tarkibining o'zgarishi ularning suyuq fazalarining qaynash haroratiga katta ta'sir ko'rsatadi, buni konsentrlash va suvsizlantirishning optimal tartib (rejim) larini tanlashda e'tiborga olish lozimdir.



3.29-rasm. $65-75^\circ\text{C}$ haroratdagi Ammoniy fosfatlar to'yingan eritmaları pH qiymatining $\text{NH}_3:\text{N}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bog'liqligi.

Monoammoniyfosfat va diammoniyfosfat ishlab chiqarish. Termik fosfat kislotadan olinadigan ammoniy fosfatlari yuqori tozalikka ega va asosan, oziq-ovqat, farmatsevtika sanoatlarida va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Termik kislotada 77% dan ortiq H_3PO_4 bo'lmaydi. Boshlang'ich kislotaga kristallantirish bosqichida qoladigan eritma aralashtiriladi va uni $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbati ~ 1 ga teng bo'lguncha neytrallanadi, hosil bo'lgan monoammoniyfosfat suspenziyasi qo'shimcha kristallanishi uchun sovutiladi; so'ngra kristallar filtrlanadi, quritiladi, eritma esa reaktorga qaytariladi.

Kristalli diammoniyfosfat olish ikki bosqichda o'tkaziladi, chunki barcha ammiakni birdaniga berilishi hisobiga massa kuchli darajada qiziydi va juda quyuq suspenziya hosil bo'ladi, bu esa ammiakning yo'qotilishiga olib keladi. Termik kislota ($47-48\% \text{P}_2\text{O}_5$) $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx$

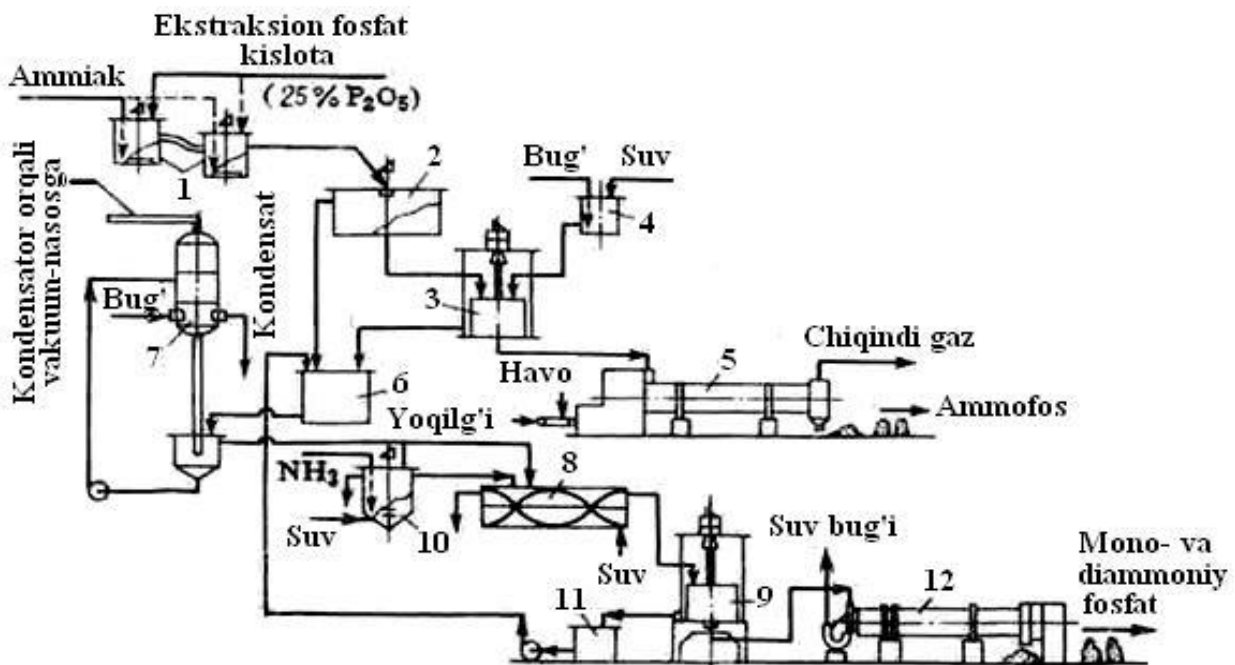
0,7 nisbatgacha neytrallanadi, suspenziya kristallanish siklidan qaytgan eritma bilan aralashiriladi va vakuum kristallizatorga yuboriladi, u yerda yetarli darajagacha ammoniylanadi. Sovutilgan suspenziya quyultiriladi, sentrifugada diammoniyfosfat kristallari ajratiladi va to'g'ri oqimli barabanli quritgichda quritiladi.

Jarayonni bitta bosqichda ham amalga oshirilishi mumkin. Bunda 75-85% li termik fosfat kislota va ammiak gazi ichida kristallanish siklidan qaytarilgan eritma bo'lgan saturatorga muntazam berib turiladi. Reaktsion massa orqali havo purkalishi natijasida suvning bug'lanishi hisobiga haroratni 60-70°C da ushlab turiladi. Caturatorda hosil bo'ladigan diammoniy kristallari sentrifugaga suspenziya tarzida chiqariladi, unda ajratiladigan eritma saturatorga qaytariladi.

Ekstraksion fosfat kislotani neytrallashda cho'kmaga ajraladigan qo'shimchalar tayyor mahsulot tarkibida qoladi, uni ifloslantiradi va asosiy komponentlar miqdorini kamaytiradi. Ekstraksion fosfat kislotadan nisbatan toza mahsulot olish uchun neytrallanish jarayonini ikki bosqichda o'tkazish mumkin. Birinchi bosqichda bug'latilmagan kislota pH = 4÷4,5 gacha neytrallanadi, bunda qo'shimchalarning ko'p qismi cho'kmaga ajraladi, so'ngra ularni asosiy eritmadan ajratiladi. Filtrlangan cho'kma 5-6% namlikkacha quritiladi va u antipiren sifatida ishlatilishi mumkin. Cho'kma tarkibida 5% NH₃ va 30-35% o'zlashadigan shakldagi P₂O₅ bo'ladi. Agar ekstraksion fosfat kislotada magniy ionlari (masalan, uni Qoratog' yoki Qizilqum fosforitidan olingan) bo'lsa, unda birinchi bosqich neytrallanishdan magniyammoniyfosfat NH₄MgPO₄ cho'kmaga tushadi, uni ajratib olish va quritish natijasida azotning sitratli eruvchan shakldagi azotli-magniyli o'g'iti sifatida iste'molga chiqarilishi mumkin.

Tarkibida, asosan, monoammoniyfosfat bo'lgan eritma vakuum ostida 34-36% P₂O₅ bo'lguncha bug'latiladi. Tozalangan va qisman neytrallangan eritmani bug'latish, oldindan fosfat kislotani bug'latilishiga nisbatan anchagina sodda va korroziyalanish kam bo'ladi. Chunki fosfat kislota bug'latilganda bug'latish jihozlarining qizdirish elementlariga quyqa o'tirib qoladi, kuchli kislotali muhitda va yuqori haroratda korroziyalanish tezlashadi. Bug'latilgan tozalangan eritma 18-20°C gacha sovutilib, monoammoniyfosfat olinadi. Cho'kmaga tushgan kristallar sentrifugada ajratiladi va quritiladi. Eritma esa bug'latish sikliga qaytariladi.

Diammoniyfosfat olish uchun bug'latilgan monoammoniyfosfat eritmasi ikkinchi bosqichda $\text{pH} \approx 8$ gacha qo'shimcha ammiak bilan to'yintiriladi. Ammiak yo'qotilishining oldini olish uchun to'yintirish 80°C dan past haroratda o'tkaziladi. So'ngra diammoniyfosfat eritmasi kristallantirishga yuboriladi, sentrifugalanadi va ajratilgan diammoniyfosfat quritiladi. Diammoniyfosfatdan ammiakni yo'qotilishini va monoammoniyfosfatga aylanishini oldini olish uchun uni 60°C da quritiladi. Monoammoniyfosfatning quritilishi esa $100\text{--}110^{\circ}\text{C}$ gacha o'tkazilishi mumkin. Sxemasi 3.30-rasmda tasvirlangan qurilmada termik fosfat kislotadan ham, ekstraksion fosfat kislotadan ham mono- yoki diammoniyfosfat ishlab chiqarilishi mumkin.



3.30-rasm. Ammoniy ortofosfatlari ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi:

- 1-birinchi bosqich saturatori; 2-quyultirgich; 3,9-sentrifuga; 4-issiq suv uchun bak; 5-birinchi bosqich cho'kmasi uchun barabanli quritgich; 6-ammoniy fosfat eritmasining yig'gichi; 7-ikkinchi bosqich bug'latish tizimi; 8-mono- yoki diammoniyfosfat uchun kristallizator; 10-ikkinchi bosqich saturatori; 11-kristallanish siklidan qolgan eritma yig'gichi; 12-mono- yoki diammoniyfosfat uchun quritgich.

Ammofos ishlab chiqarish. O'g'it sifatida ishlatiladigan ammfos ishlab chiqarishda quyidagi turli ko'rinishdagi texnologik sxemalar:

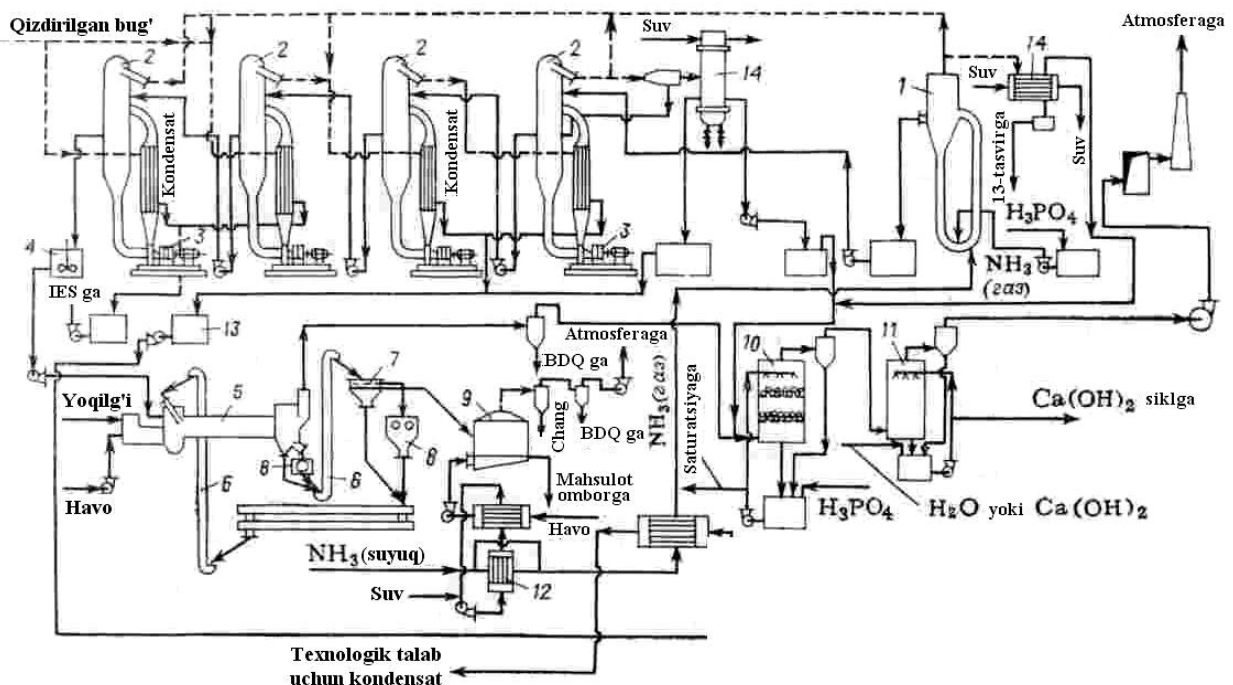
Qurutilgan (1% namlikkacha) kukunsimon ammosfos uzluksiz ravishda ikki valli shnekli aralashtirgich 13 ga kelib tushadi, u yerga shu bilan bir vaqtda tayyor mahsulotning mayda fraksiyasi va suspenziyaning qolgan (20-30%) qismi beriladi. Nam (10-12% H₂O) ammosfos donachalari aralashtirgichdan donachalarni dumaloqlovchi baraban 14 ga va soʻngra quritish barabani 15 ga yuboriladi. Quritilish moʻrili gazlar bilan (350⁰C da) amalga oshiriladi.

Qurutilgan donachalar ajratiladi. 3,2 mm dan yirik donachalar fraksiyasi maydalanadi va yana ajratishga beriladi yoki fosfat kislotada eritiladi va jarayonga (ammoniyashtirishga) qaytariladi. 1 mm dan mayda fraksiyalar donadorlashga yuboriladi; 1-3,2 mm li donachali fraksiya esa tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Apatit va fosforitlar asosidagi mahsulot tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va 47% P₂O₅umum., 51 va 46% P₂O₅oʻzl., 50 va 41% P₂O₅s.e., 12 va 11% N, 1% H₂O, 0 va 4% MgO, 3,5 va 3% F boʻladi.

Ammofos suspenziyasini quritishning ancha takomillashgan usuli – uni quritishlashini BDQ yoki BDQS – barabanli donadorlash quritgichli sovutgich jihozlarida amalga oshirish hisoblanadi (3.21-rasm). Ammosfos suspenziyasini oraliq bugʻlatish sxemasi keng tarqalgandir (3.32-rasm). Boshlangʻich fosfat kislotani oldindan natriy yoki kaliy sulfat, yoki soda bilan qayta ishlash undan anchagina miqdordagi ftorning ftorsilikatlar tarzida yoʻqotilishi taʼminlaydi va shu bilan bir vaqtda undagi kalsiydan tozalanadi va boshqa qoʻshimchalar (Fe, Al) miqdori kamaytiriladi. Bu ammosfosdagi oʻzlashuvchan va suvda eruvchan P₂O₅ ning konsentratsiyasini oshiradi, chiqindi gazlaridan ftorning ajratib olinishini osonlashtiradi, buning uchun ftorsizlangan fosfat kislota ishlatilishi mumkin.

Fosfat kislota (22-29% P₂O₅) gaz holatdagi ammiak bilan pH = 5÷5,5 gacha TAB – tezkor ammoniyashtiruvchi bugʻlatgich jihozida neytrallanadi (3.33-rasm). Bu vertikal reaksiyon quvur (Ø 0,6 m, H = 6 m) ostidagi Venturi soplosi (ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan oʻzgaruvchan kesimli kanal yoki qisqa quvur) dan ammiak va kislota kiritiladi. Reaksiya issiqligi hisobiga massa qaynaydi va yuqoriga harakatlanadi, 1-2 minut ichida separatorga yetib boradi, suspenziya u yerdan aylantiruvchi quvur orqali reaksiyon quvurga qaytariladi. Uning bir qismi separatoridan konsentrlashga yuboriladi. Separatoridan chiqadigan bugʻ issiqlik almashtirgichda boshlangʻich kislotani isitish orqali kondensatlanadi. Ammosfos suspenziyasi (NH₃:H₃PO₄ = 1,1) koʻp

qobiqli bug‘latish qurilmasida konsentrlanadi, u yerda undagi suv miqdori 55-56% dan 18-25% gacha kamaytiriladi; 1-qobiq vakuum ostida, 2-qobiq - atmosfera bosimida, 3-qobiq - yuqori bosimda ishlaydi; yangi hosil qilingan bug‘ (0,3 mPa) 3- va 4- qobiqqa beriladi, 1- va 2-qobiqlarda esa jarayonda hosil bo‘ladigan bug‘ ishlatiladi. So‘ngra 112-115^oC haroratli suspenziya BDQ jihozida quritiladi va shu bilan bir vaqtda donadorlanadi. Sovutilgan va elakda ajratilgan mahsulotning zarracha o‘lchami 1 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyasi BDQ jihoziga tashqi retur sifatida qaytariladi. Yirik fraksiya maydalashga yuboriladi, mahsulot fraksiyasi esa 45^oC gacha (konteynerlarga yuklashda yoki qog‘oz qoplarga joylashtirishda) yoki 55^oC gacha (polietilen qoplariga joylashtirishda) sovutiladi.

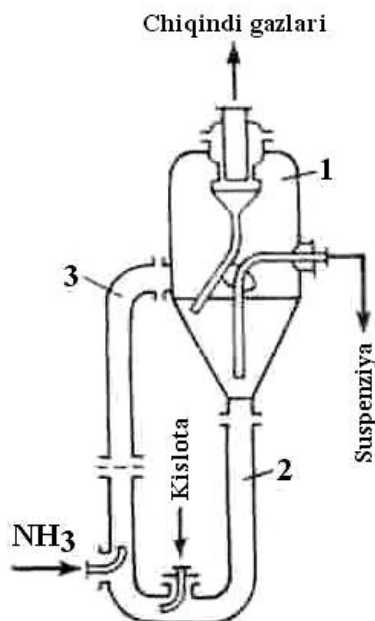


3.32-rasm. Ammofos suspenziyasini bug‘latish va BDQ jihozida donadorlash orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasi:

1-TAB jihozi; 2-bug‘latuvchi jihozlar; 3-aylantiruvchi nasoslar; 4-bug‘latilgan suspenziya yig‘gichi; 5-BDQ jihozi; 6-elevator; 7-elak; 8-valkali maydalagich; 9 sovutgich; 10-suzuvchi nasadkali absorber; 11-yuvish minorasi; 12-suyuq ammiakni bug‘latgich; 13-oraliq idish; 14-issiqlik almashtirgich.

Apatitdan (51% P₂O₅‘zl., 12% N) va fosforitdan (47% P₂O₅‘zl., 11% N) 1 t ammofos mahsuloti ishlab chiqarish uchun sarf koeffitsientlari muvofiq ravishda, taxminan quyidagicha bo‘ladi: ekstraksion fosfat kislota (100% P₂O₅) – 0,54 va 0,5 t; NH₃ – 0,15 va 0,14 t; tabiiy gaz

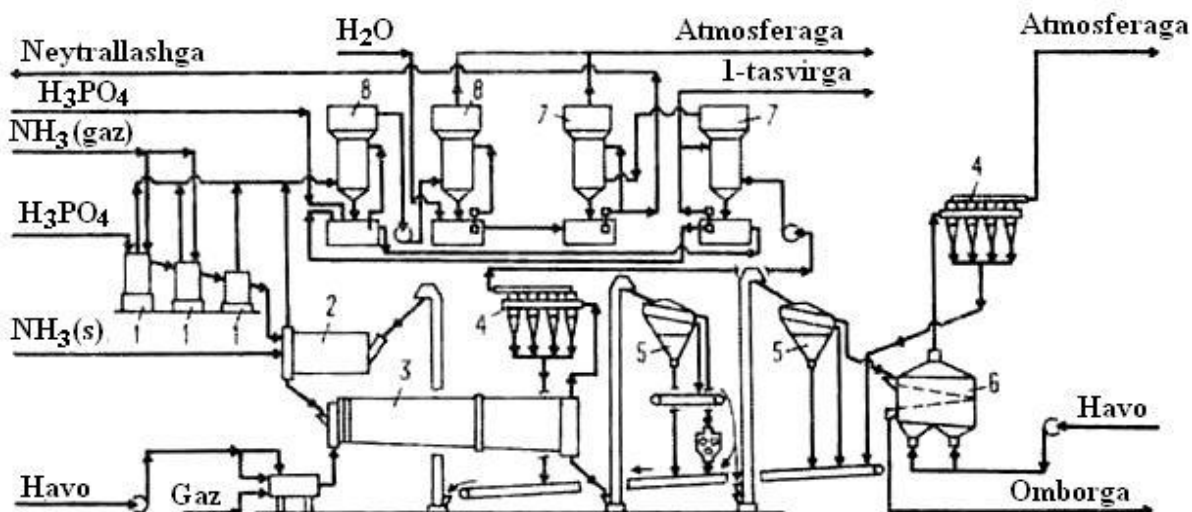
($34,8 \text{ Mj/m}^3$) – 28 m^3 ; elektroenergiya $111 \text{ kVt}\cdot\text{s}$; suv – 22 m^3 ; qisilgan havo – 60 m^3 . P_2O_5 dan foydalanish darajasi 96% ni, NH_3 dan esa – 97% ni tashkil etadi.



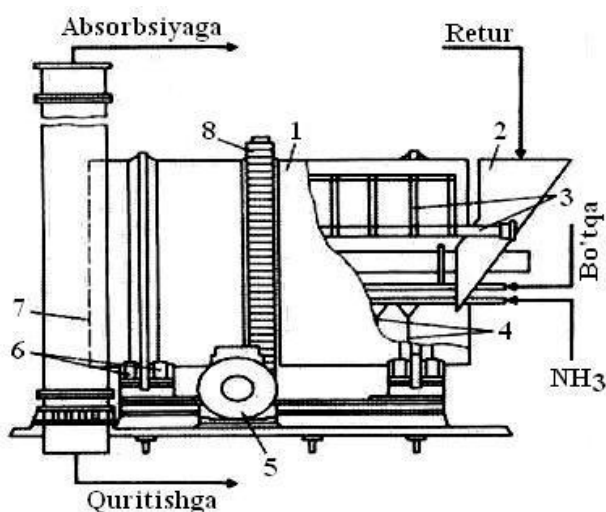
3.33-rasm. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug‘latgich (TAB).

Ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD) ishlatilgan holdagi sxema bo‘yicha ammofos olishda (3.34 – rasm) 50-54% P_2O_5 gacha bug‘latilgan ekstraksion fosfat kislotaga chiqindi gazlarini absorbsiyalashdan olinadigan oqavalar qo‘shilib (undagi P_2O_5 miqdori 47-48% gacha kamayadi), aralashtirgichli reaktorlarda ammiak gazi bilan $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 0,6\div 0,7$ molyar nisbatigacha neytrallanadi. $120-125^\circ\text{C}$ harorat va 17-18% namlikdagi (ammoniyashtirish issiqligi hisobiga reaktorlarda 20-25% bug‘langan) kislotali ($\text{pH} \approx 3$) suspenziya AD jihoziga beriladi (3.35-rasm). AD jihozida $85-95^\circ\text{C}$ haroratda massa $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1\div 1,05$ molyar nisbatigacha qo‘shimcha neytrallanadi va mahsulot donadorlanadi; unda jarayonga berilgan 50% suv bug‘lanadi. AD jihozidan chiqadigan nam (2,5-3,5% H_2O) donachalar to‘g‘ri oqimli barabanli quritgichda ($250-350^\circ\text{C}$ haroratdagi) o‘txona gazlari bilan donachalar harorati $75-90^\circ\text{C}$ bo‘lgan holda quritiladi. So‘ngra u elanadi va mahsulot fraksiyasi sovutgichda $75-90^\circ\text{C}$ dan $45-55^\circ\text{C}$ haroratgacha sovutiladi.

Quritish barabanidan ($105-115^\circ\text{C}$ da) chiqadigan hamda neytrallagich va ammoniyashtiruvchi donadorlagichdan so‘rib olinadigan gazlar chang, ammiak va ftordan tozalanadi; hosil bo‘ladigan oqavalar reaktor-neytrallagichlarga yuboriladi.



3.34-rasm. AD jihozi bilan donadorlangan ammofos olish sxemasi:
 1-neyrallagich; 2-ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD); 3-quritish barabani; 4-siklonlar;
 5-elaklar; 6-sovutgich; 7,8-absorberlar.



3.35-rasm. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD):
 1-qobiq; 2-sochiluvchi komponentlarni uzatish tuynugi; 3-ichki devorini tozalash uchun pichoq;
 4-ammiak taqsimlagich; 5-o'ram; 6-tayanch va qisqich g'ildiraklar; 7-tayanch halqa; 8-bandaj.

Mahsulot tarkibida fluor miqdorining kam (1% dan oshmasligi) keltirib o'tilgan jarayonning afzalliklaridan biri hisoblanadi; kuchsiz kislota ishlatilganda esa u 3,5-4% ni tashkil qiladi.

Bu sxema bo'yicha 1 t ammofos (53% P_2O_5 , 12% N) ga: bug'latilgan kislota shaklida 0,588 t P_2O_5 ; 0,151 t NH_3 ; 9 m³ tabiiy gaz (34,8 MJ/m³); 67 kVt·s elektroenergiya talab etiladi.

Apatit konsentratidan olinadigan mahsulot tarkibida taxminan: 55-56,5% $P_2O_{5\text{umum.}}$, 54-55% $P_2O_{5\text{o'zl.}}$, 53-54% $P_2O_{5\text{s.e.}}$, 12-12,5% N; 0,5-1% H_2O bo'ladi.

Keltirilgan sxemalarni mukammallashtirish bo'yicha turli takliflar berilgan. Masalan, kislotani neytrallashtirish bosim ostida amalga oshirishni ko'rsatib o'tiladi. Buda reaksiya issiqligidan amalda deyarli to'la foydalanilishiga erishilishi mumkin. Konsentrlangan (50-54% P_2O_5) ekstraksion fosfat kislotasi pH = 4÷4,5 gacha neytrallanishi 0,3-0,35 mPa bosimda quvvurli reaktordan juda qisqa vaqtda o'tishi (~0,1 s) hisobiga amalga oshiriladi. Neytralizatsiya issiqligi hisobiga 180-200°C gacha qizigan suspenziya minoradagi forsunkada changlanadi, u yerda atmosfera bosimi ushlab turiladi; shu bilan bir vaqtda massaning sovutilishi natijasida o'z-o'zidan bug'lanish hisobiga qizigan eritmadan suv tezda yo'qotiladi; kukunsimon ammos fosfor hosil bo'ladi. Uni donadorlanishi mumkin yoki nitroammos fosfor va boshqa murakkab o'g'itlar olish uchun ishlatilishi mumkin.

Aralash o'g'itlar. Kompleks o'g'itlar nafaqat boshlang'ich materiallarni kimyoviy qayta ishlash orqali, balki tayyor o'g'itlarni aralashtirilishi orqali ham olinadi. Bunday o'g'itlar aralash o'g'itlar, uning tayyorlanishi esa aralashmali jarayon deyiladi.

Agrokimyoviy sifati jihatidan aralash o'g'itlar amalda murakkab o'g'itlardan farqlanmaydi. Ularning yutug'i shundaki, qishloq xujaligi turli xil talablarini qanoatlantiruvchi har qanday ozuqa elementli tarkibdagi o'g'itlar assortimentini ishlab chiqarish mumkin bo'ladi. Masalan, G'arbiy yevropada o'g'itlar assortimenti 100 dan ortiq, AQSH da esa – 2500 ga yaqin, lekin eng ko'p tarqalgan o'nta marka (nav) da ishlab chiqariladi. Ozuqa moddalarining har xil nisbatidagi aralashmalar tayyorlanadi, bunda har bir ozuqa elementi turli xil komponent tarzida aralashma tarkibiga kirishi mumkin. Masalan, azot – ammoniy nitrat, karbamid, ammoniy fosfatlari va x.o tarzda; fosfor – superfosfatlar, ammos fosfor va boshqalar tarzida bo'lishi mumkin. Aralashtiriladigan o'g'itlar turiga bog'liq holda aralashmadagi ozuqa moddalarning umumiy miqdori katta chegarada – oddiy superfosfat, ammoniy sulfat yoki ammiakli selitra ishlatilganda 25-30% dan qo'shaloq superfosfat, ammos fosfor, karbamid va boshqa konsentrlangan o'g'itlar asosidagi aralashmalarda 40% gacha o'zgarishi mumkin.

Aralash o'g'itlarning ishlatilishi juda keng yoyilgan. Barcha ishlab chiqariladigan o'g'itlarning taxminan uchdan bir qismi aralash o'g'itlar

hissasiga to'g'ri keladi. Ayrim mamlakatlar (Angliya, AQSH) da umumiy o'g'it ishlab chiqarishning 60-70% qismini aralash o'g'itlar tashkil qiladi.

Amalda ularni ishlatish ko'rsatadiki, ozuqa moddalar nisbatining variantlari nisbatan ko'p sonda emas. Masalan, paxtaga $N:P_2O_5:K_2O$ nisbati: 1:2:0; 1:0,5:0 yoki 1:1:0; donli ekinlarga – 1:2:2; 1:2:1 yoki 1:1:1; shakar lavlagiga esa – 1:2:1; 1:1,5:1,5 va xokazo bo'lgan aralashmalar taklif etiladi.

Aralash o'g'itlarda asosiy ozuqa elementlari (N + P + K) dan tashqari, mikroelementlar, gerbitsidlar, o'stiruvchi moddalar va boshqalar bo'ladi. Aralashmalardagi ortiqcha kislotalilikni neytrallash va fizik xossalarini yaxshilash uchun ularga qisman qo'shimchalar – suyak yoki fosforit uni, bo'r, ohaktosh, dolomit va boshqalar kabi to'ldiruvchilar kiritiladi.

Aralash o'g'itlar kukunsimon holatda ham, donador shaklda ham ishlab chiqariladi. Qattiq o'g'itlarni aralashtirishda boshlang'ich komponentlar quruq va sochiluvchan bo'lishi kerak; bundan tashqari, iloji boricha, zarrachalarning yirikligi va zichligi bo'yicha bir-biriga yaqin bo'lishi lozimdir. Bu talablarga javob bermaydigan materiallarni bir jinsli o'g'itlarga aylantirish qiyindir. Turli xil o'lcham va zichlikdagi donachalardan iborat aralashma *segregatsiyaga* uchraydi, ya'ni ajralib qoladi va saqlash, tashish, tuproqqa mashinali solishda bir tekisda tushmaydi. Tashqi kuch ta'sirida (masalan, tashishda) – mayda o'lchamdagi yoki katta zichlikdagi zarrachalar yirik zarrachalar orasidagi bo'shliqlar orqali kuch yo'nalishi ta'sirida suzilib qoladi. Demak, har xil o'lcham va zichlikdagi zarrachalarni aralashtirilishidan deyarli bir jinsli bo'lgan aralashma hosil qilib bo'lmaydi.

Segregatsiya darajasi turli fraksiyalaar zarrachalar o'lchamining nisbatiga, ularning zichliklari nisbatiga va tashqi kuch kattaligiga bog'liqdir. O'lchamlari farqlanadigan donachalarda segregatsiyani yo'qotishining iloji yo'q. Shuning uchun nafaqat kukunsimon yoki donadorlangan mahsulotlarning aralashmasidan, balki komponentlarni aralashtirilgandan so'ng donadorlashni amalga oshirilib ham aralash o'g'itlar olinadi.

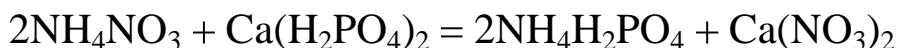
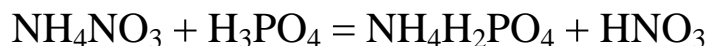
Hozirgi paytda ayrim korxonalarda o'g'itlarni aralashtirish qo'shimcha kimyoviy qayta ishlash – kislotalar (fosfat, nitrat, sulfat) va materiallarni neytrallovchi (gaz holatdagi ammiak, suyuq ammiakatlar va boshqa reagentlar) kiritish bilan birgalikda olib borish, shuningdek

suv o‘rniga eritmalar va suyuqlanmalar ishlatish orqali amalga oshirilmoqda. Buning natijasida komponentlarni aralashtirishda va donadorlashda kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘ladi, mahsulotning donachalari esa mustahkam va bir jinsli bo‘ladi. Kimyoviy reaksiyalar issiqligi hisobiga donachalarning qurishi sodir bo‘ladi. Bunday aralash o‘g‘itlar murakkab o‘g‘itlardan deyarli farqlanmaydi; ba’zan ularni murakkab-aralash o‘g‘itlar deyiladi.

O‘g‘itlar antagonizmi va sinergizmi. Aralash kompleks o‘g‘itlar olishda nomaqbul kimyoviy jarayonlarning sodir bo‘lishi (uchuvchan mahsulotlarning hosil bo‘lishi yoki o‘zlashmaydigan shaklga retrogradatsiyalanishi) natijasida ozuqa moddalarning yo‘qotilishini va o‘g‘itlarning fizik xossalarning yomonlashishini e‘tiborga olish kerak. Bu o‘g‘itlar antagonizmi deb ataladigan hodisaga sabab bo‘ladi.

O‘g‘itlar alohida-alohida bo‘lgan holatdagiga nisbatan ular birgalikda solinganda ularning agrokimyoviy ta’siri yuqori samarali bo‘lishi sinergizm tushunchasi orqali tushuntiriladi. Sinergizm – yunoncha «sinergos» – birgalikda ta’sir etuvchi, ya’ni birgalikda va funksional bir jinsli ta’sir etuvchi ma’nosiga egadir; o‘g‘itlar sinergizmini shartli ravishda ularning zararli qo‘shimcha jarayonlar kuzatilmaydigan yaxshi agrokimyoviy va fizik xossali aralashmalar hosil qilish xususiyati deb ham ataladi.

Masalan, superfosfatni ammiakli selitra bilan aralashtirilganda:



reaksiyalari natijasida azotning bir qismi (HNO_3 yoki azot oksidlari tarzida) yo‘qotiladi va nisbatan gigroskopik birikma – kalsiy nitratning paydo bo‘lishi natijasida aralashmaning fizik xossalari boshlang‘ich komponentlarga nisbatan yomonlashadi. Aralashmaga neytrallovchi qo‘shimchalar kiritish (masalan, uni qo‘shimcha ammoniyashtirish) natijasida nitrat kislota hosil bo‘lishining va shu bilan birgalikda azot yo‘qotilishining oldi olinadi. Shu bilan bir vaqtda monokalsiyfosfatning bir qism gigroskopik suvni kristallizatsiya suviga aylantiruvchi dikalsiyfosfatga aylanishi natijasida o‘g‘itning fizik xossalari yaxshilanadi. Lekin bunda, sirtatli eruvchan P_2O_5 hosil bo‘lishi hisobiga suvda eruvchan shaklining miqdori bir oz kamayadi.

Ko‘pincha o‘g‘itlarni aralashtirilishidan boshlang‘ich componentlarga nisbatan yaxshi fizik xossalarni namoyon etuvchi aralash o‘g‘itlar

hosil bo‘ladi. Masalan, superfosfatning ammoniy sulfat bilan aralastirilishidan sodir bo‘ladigan:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 reaksiyasi natijasida aralashma quriydi va gips hosil bo‘lganligi sababli qotadi. U kam gigroskopiklikka ega, ammo uzoq vaqt saqlangandan so‘ng keltirilgan reaksiya tugagach, yopishqoqligini yo‘qotish uchun uni maydalashga to‘g‘ri keladi.

Mineral o‘g‘itlar	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	NaNO_3 va KNO_3	NH_4NO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va NH_4Cl	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Fosforit va suyak uni	Superfosfat (oddiy va qo‘shaloq)	CaHPO_4	Tomasshlak, termofosfatlar	KCl, kaliyli tuzlar	K_2SO_4 , kalimagneziya	Kainit	Ammoniy fosfatlari	Ammoniy lashtirilgan superfosfat	Ohak, ohaktosh
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Green	Light Blue	Red	Red	Red	Green	Red	Light Blue	Red	Red	Light Blue	Red	Light Blue	Red	Light Blue
NaNO_3 va KNO_3	Light Blue	Green	Green	Green	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
NH_4NO_3	Red	Green	Light Blue	Green	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va NH_4Cl	Red	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Red	Green	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Fosforit va suyak uni	Green	Green	Green	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Superfosfat (oddiy va qo‘shaloq)	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
CaHPO_4	Light Blue	Green	Green	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Tomasshlak, termofosfatlar	Red	Green	Red	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
KCl, kaliyli tuzlar	Red	Green	Red	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
K_2SO_4 , kalimagneziya	Light Blue	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Kainit	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Ammoniy fosfatlari	Light Blue	Green	Green	Green	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Ammoniy lashtirilgan superfosfat	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
Ohak, ohaktosh	Light Blue	Green	Red	Red	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue

3.36-rasm. O‘g‘itlarni aralastirish diagrammasi:

Katakchalar:

- aralastirish mumkin;
- o‘g‘itni solishdan oldin aralastirish mumkin;
- aralastirib bo‘lmaydi.

Ammoniy fosfat va kaliy xloridning superfosfat va ammoniy sulfat bilan aralastirilishidan gigroskopikligi kam va saqlanganda yopishib

qolmaydigan yaxshi fizik xossali o'g'itli aralashma olinadi; ularni ammoniy nitrat yoki karbamid bilan aralashtirilishidan – nam havoda saqlanganda sochiluvchanligi yomonlashadigan o'g'it olinadi.

U yoki bu o'g'itli tuzlarni aralashtirish imkoniyatlari haqidagi masalani yechish uchun nazariy tushunchalar va tajriba ma'lumotlari asosida tuzilgan turli diagrammalarga qo'llaniladi. Lekin o'g'itlar antagonizmi yetarlicha o'rganilman va shuning uchun ba'zida turli aralashtirish diagrammalari bir-biriga zid bo'lgan ma'lumotlar beradi. 3.36-rasmda shunday diagrammalardan biri keltirilgan. Bu diagrammadagi gorizontal va vertikal qatorlarda muvofiq ravishdagi har xil turdagi tuzlar belgilangan. O'g'itlarning aralashtirish mumkinligi gorizontal va vertikal yo'nalishdagi qatorlarning kesishishidan aniqlanadi: yashil rangli katakchalar aralashtirish mumkinligini, havorang ko'k rangdagi katakchalar o'g'itlarni solishdan oldin aralashtirish lozimligini, qizil rangdagi katakchalar esa aralashtirish mumkin emasligini ko'rsatadi. O'g'itlarni aralashtirish doirasini ularga mikroelementlar qo'shish orqali yanada kengayishi mumkin, lekin ushbu diagrammada buni hisobga olinmagan.

Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish. Aralash o'g'itlar kimyoviy korxonalarda va iste'molchiga yaqin hududlardagi maxsus aralashmali stansiyalarda tayyorlanadi. Aralash o'g'itlarni iste'molchilarning o'zlari tomonidan ham sodda usullarda tayyorlanadi.

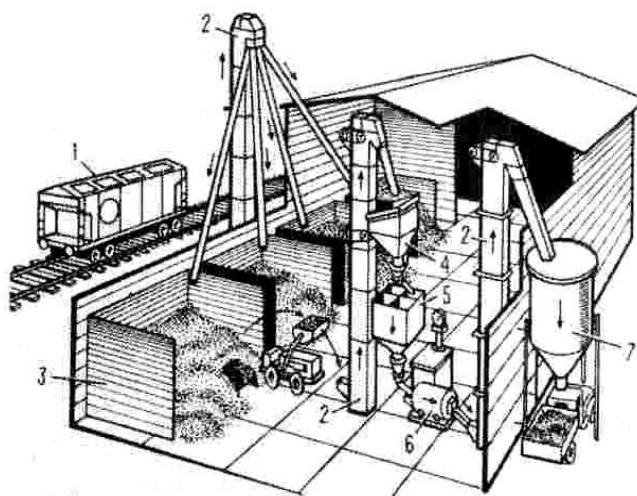
Aralashmalar aralashtirgich tuzilmasi va jihozlarning joylanishi bilan farqlanadigan turli xil qurilmalarda ishlab chiqariladi. Qurilmalar davriy yoki uzluksiz sxemalar bo'yicha ishlaydi. Davriy ishlaydigan qurilmalarga teng quvvatli bo'lgan uzluksiz aralashtirish prinsipi bo'yicha ishlaydigan qurilmalar ancha ixcham bo'lib, ishlatilishi sodda, tayyorlash uchun kam metall sarflanadi. Bundan tashqari, jarayonning uzluksizligi tufayli yetarli darajadagi bir jinsli aralashma hosil bo'ladi.

Aralashmalar uchun soddalashgan konstruksiyali (stasionar) qo'zg'olmas va harakatli qurilmalar ishlatiladi (3.37-3.40-rasmlar).

Aralashmalar tayyorlash jarayonlarida: o'g'itlarni aralashtirishga tayyorlash; komponentlarni aralashtirish qurilmalariga uzatish; komponentlarni me'yorlashtirish va aralashtirish; aralashmalarni tashuvchi vositalarga yuklash yoki omborga uzatish kabi ishlar bajariladi.

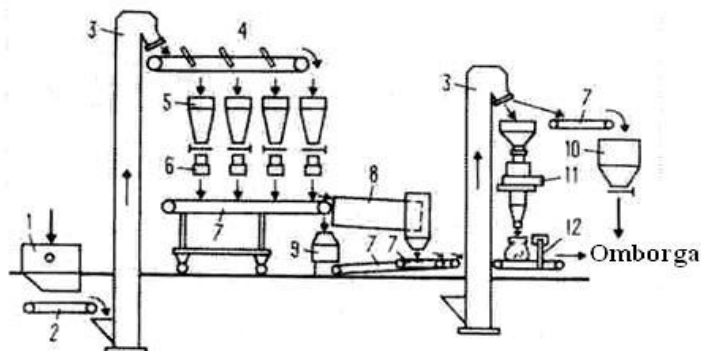
Kurakli aralashtirgichlardan foydalanish – aralashma bo'yicha kattagina solishtirma yuklamada ham yuqori sifatli aralashtirilishga

erishish imkoniyatini yaratadi. Bunda ikki o‘qli aralashtirgichdan chiqadigan ozuqa moddalari 1:1:1 va 0:1:2 nisbatli aralashmaning bir jinsli bo‘lmagan qismi 8% dan oshmaydi.



3.37-rasm. Aralashtirish qurilmasining umumiy ko‘rinishi (AQSH).

1-temir yo‘l vagoni; 2-elevatorlar; 3-omborlar bo‘lmasi; 4-alohida o‘g‘itlar taqsimlagich bunker; 5-aralashtiriladigan o‘g‘itlar me‘yorlashtirgich bunker; 6-barabanli aralashtirgich; 7-tayyor aralashma uchun bunker.



3.38-rasm. NIUIF Ramen agrokimyo tajriba stansiyasining uzluksiz ishlaydigan qurilmasi (Rossiya).

1-komponentlar uchun bunkerlar; 2-transportyor; 3-elevatorlar; 4-taqsimlagichli transportyor; 5-bunkerlar; 6-me‘yorlashtirgich; 7-transportyorlar; 8-barabanli aralashtirgich; 9-ikki valli kurakli aralashtirgich; 10-yig‘uvchi bunker; 11-bo‘laklovchi tarozi; 12-qop tikuvchi mashina.

O‘g‘itlar ostki qismi suv o‘tkazmaydigan mahsus omborlarda saqlanadi. Har bir turdagi o‘g‘it omborlarning yog‘och to‘siqlar bilan ajratilgan alohida bo‘lmalarida turadi. Quruq kunlarda ombor xonalari shamollatib turiladi, ob-havo namgarchilik sharoitida eshik va derazalar berkitib qo‘yiladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Makroelement va mikroelementlar deganda nimani tushunasiz?
2. Mineral o'g'itlar qanday turlarga bo'linadi?
3. Organik va bakterial o'g'it deganda nimani tushunasiz?
4. Azotli, fosforli, kaliyli, mikroo'g'itlar o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
5. Kompleks o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
6. To'g'ridan-to'g'ri ishlatiladigan va bilvosita foydalaniladigan o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
7. Gigroskopiklik, o'g'itlarning yopishqoqligi, donachalarning mustahkamligi, namlik sig'imi, to'kma zichlik deganda nimani tushunasiz?
8. Ammiakli selitra ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Termik fosfat kislota olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
10. Oq (sariq) fosfor olish jarayonini tushuntiring.
11. Termik fosfat kislota ishlab chiqarish texnologiyasini tushuntiring.
12. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
13. Fosforitlar asosidagi superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
14. Superfosfat ishlab chiqarish jarayonlarini tushuntiring.
15. Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli, yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarini tushuntiring.
16. Fosfat kislotani konsentrlash umullarini ayting.
17. Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
18. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
19. Barabanli donadorlash-quritgichi jihozining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
20. Fosforitlardan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
21. Presipitat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
22. Kaliy nitrat, orto- va metafosfatlar ishlab chiqarishning konversiyali usulini tushuntiring.
23. Diammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
24. Monoammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
25. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug'latgichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
26. Segregatsiya, o'g'itlar antagonizmi va sinergizmi deganda nimani tushunasiz?
27. Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonlarini tushuntiring.

IV BOB. ALUMINIY SULFAT ISHLAB CHIQRISH

1-§. Angren kaolinlariga termik ishlov berish va undan koagulyant – aluminiy sulfat olish

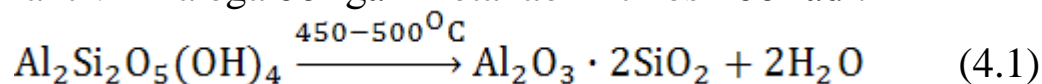
Aluminiy sulfat – ichimlik va sanoat suvlarini tozalash uchun ishlatiladigan keng ko‘lamda tarqalgan koagulyant hisoblanadi. U ko‘p miqdorda sellyuloza-qog‘oz sanoatida, matolarni bo‘yashda, teri oshlashda, yog‘ochni konservatsiya qilishda, sun‘iy tola sanoatida va boshqa sohalarda ishlatiladi.

Aluminiy oksid miqdori bo‘yicha nisbatan boy bo‘lgan (38-43% Al_2O_3) kaolinlar Yevroosiyoning yevropa qismida uchraydi va ulardan tozalangan glinozyom hamda tarkibida 13-14% Al_2O_3 bo‘lgan aluminiy sulfat tuzi olinadi.

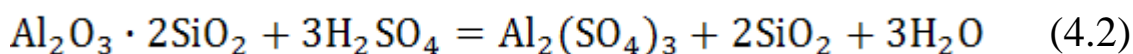
Asosiy komponenti bo‘yicha boy bo‘lgan (38-43% Al_2O_3) boksitlarni aluminiy gidroksid olish bosqichi orqali aluminiy sulfatga qayta ishlash usullari yaratilgan. Texnologiya bir necha bosqichdan iborat bo‘lib, ularning har biri alohida-alohida ishlab chiqarishni tashkil etadi. Jarayonning ko‘p bosqichliligi asosiy mahsulotning ko‘p miqdorda yo‘qotilishiga, bu esa mahsulot unumi pasayishiga va tannarxining ortishiga olib keladi.

Katta miqdorda asosiy komponent tutgan aluminiyli xomashyolarni (kaolinlar, nefelinlar va alunitlar) kislotali parchalash yo‘li bilan glinozyomga qayta ishlash usullari ham ma’lumdir. Bunda kaolin xomashyosi $500-800^\circ\text{C}$ haroratda kuydiriladi, unga 31, 50-55 va 63-65% li sulfat yoki nitrat kislota eritmalari bilan $90-105^\circ\text{C}$ haroratda 6-8 soat ishlov beriladi. Mahsulotda ortiqcha sulfat kislota bo‘lishini kamaytirish uchun sulfat kislota stexiometrik me‘yorini 100% dan kam (90-95% atrofida) olinadi. Bu esa mahsulot unumi pasayishiga olib keladi.

Xomashyo kuydirilganda sulfat kislota oson parchalanadigan yuqori aktivlikka ega bo‘lgan metakaolinit hosil bo‘ladi.



Kuydirilgan kaolin sulfat kislotasi eritmasi bilan parchalanadi va suvda eritiladi:



Suspenziya suyuq va qattiq fazalari ajratiladi. Suvli eritmani bugʻlatgandan va quritgandan soʻng aluminiy sulfat kristallogidрати $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ hosil boʻladi ($n=12 \div 24$, oʻrtacha 18).

Xomashyoni kuydirish harorati 850°C va undan yuqori darajaga koʻtarilganda metakaolinitning sulfat kislotada qiyin eriydigan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ va $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (mullit) ga aylanishi sodir boʻladi.

Kuydirilgan kaolinni sulfat kislota eritmalari (20-78% H_2SO_4) bilan $60\text{-}110^\circ\text{C}$ haroratda (shuningdek, 20% li bilan $300\text{-}700^\circ\text{C}$ haroratda, S:Q = 2-2,5) parchalash jarayoni taklif etilgan, jarayonning salbiy xususiyati unda gaz fazasiga sulfit anhidrid gazining ajralishi hisoblanadi.

Kislotali usullarning kamchiligi ularning barchasida choʻkmani (shlamni) ajratish va yuvish qiyinligi, asosiy modda unumining kamligi va energiya sarfining kamligidir.

Angren shahri atrofida zaxirasi 0,45 mlrd tonnadan koʻp boʻlgan birlamchi va ikkilamchi kaolinlar mavjud boʻlib, ularning tarkibida 19÷25% Al_2O_3 , 1,5÷4,5% Fe_2O_3 , 67% gacha SiO_2 va boshqalar boʻladi. Kaolinlar tarkibida karbonatlar, pirit, glaukonit, alunit, levegit, gips va boshqa qoʻshimchalar ham uchrab turadi.

Kaolin gilidan koagulyant – aluminiy sulfat tuzi olishning optimal parametrlari oʻrganilgan. Mazkur taqiqot ishida Angren kaolinlaridan koagulyant – aluminiy sulfat tuzi olish texnologiyasini sanoat ishlab chiqarish sharoitida oʻzlashtirish maqsadida kaolin gillariga sanoat elektropetchida termik ishlov berish jarayonini, shuningdek kuydirilgan kaolin gilidan optimal (maqbul) texnologik parametrlar sharoitida aluminiy sulfat tuzi olish oʻrganilgan. Bunda tarkibida, ogʻir.% hisobida: $\text{Al}_2\text{O}_3=22,41$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=2,24$, $\text{SiO}_2=63,83$, $\text{TiO}_2=0,34$, $\text{H}_2\text{O}=8,20$ va boshqalar = 2,98 boʻlgan Angren kaolini ishlatilgan.

Texnologik jarayonning mohiyati kaolin gillarini dastlabki termik qayta ishlash, uni sulfat kislotasi eritmasida parchalash, hosil qilingan suspenziyaning suyuq va qattiq fazalarini ajratish, ayniqsa, halaqit beradigan qoʻshimchalardan tozalash, eritmani bugʻlatish va aluminiy sulfatni kristallantirishdan iboratdir.

1 tonna kaolin gili $300\text{-}750^\circ\text{C}$ haroratda 1÷3 soat kuydirildi, undan oʻrtacha namuna olinadi. Kuydirilgan kaolin gili sulfat kislotaning 60%

li eritmasi bilan xomashyodagi Al_2O_3 ga nisbatan 100% stexiometrik me'yorda 1 soat davomida $80\div 100^\circ\text{C}$ haroratda parchalanadi, boshlang'ich kaolin:suv = $1,5\div 1,7$ nisbatdagi suv bilan suyultiriladi, suspenziyaning suyuq va qattiq fazalari vakuum ($-0,85 \text{ Kgf/cm}^2$) sharoitida filtrlanadi. Qattiq faza boshlang'ich kaolin:suv = $0,8\div 0,9$ miqdoridagi suv bilan yuviladi. Eritma – filtrat qaynash haroratida bug'latiladi. Hosil qilingan aluminiy sulfat kristallogidratining suyuqlanmasi kristallantiriladi. Olingan natijalar 4.1-jadvalda keltirilgan.

Kaolinni $300\div 500^\circ\text{C}$ harorat intervalida kuydirilganda uning massasi 8,2% ga kamayadi va kaolin tarkibidagi namlik yo'qoladi. Kuydirish harorati 500°C dan boshlab kaolinning degidroksilatsiya jarayoni boshlanadi, 1 soatda 0,3% massa yo'qotiladi va undan olingan aluminiy sulfat unumi 15,5% ni tashkil etadi.

Kuydirishning $400\div 550^\circ\text{C}$ harorat intervalida boshlang'ich xomashyo massasi $8,2\div 10,2\%$ kamayadi, hosil qilingan kaolinga sulfat kislotali ishlov berish orqali undagi Al_2O_3 ning unumi 15,5 dan 52,1% ortadi, lekin mahsulot tarkibida erkin sulfat kislota ko'pligi sababli eritmani bug'latish yo'li bilan kristall mahsulot olishga erishib bo'lmaydi. Bunday jarayonni boshlang'ich xomashyo 850°C va undan yuqori haroratda kuydirilganda ham kuzatish mumkin, chunki bunda metakaolinitning kislotada qiyin eriydigan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ va mullitga aylanishi sodir bo'ladi.

Boshlang'ich xomashyo $600\div 800^\circ\text{C}$ harorat intervalida kuydirilganda uning massasi 11,3-15,4% kamayadi, ya'ni degidroksilatsiya jarayonida mos holda 3,1-7,7% suv bug'i hosil bo'ladi. Kuydirilgan kaolinlardan Al_2O_3 bo'yicha 78,9-95,2% unum bilan kristall holatdagi mahsulot olinadi. Kristall mahsulot tarkibida, og'irlik % hisobida: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13,32\div 16,93$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,63\div 0,89$, $\text{SO}_3 = 38,01\div 41,17$, $\text{H}_2\text{O} = 40,62\div 45,10$ va boshqalar bo'ladi.

Shunday qilib, Angren birlamchi kaolinlariga termik ishlov berish jarayonini o'rganish natijasida kuydirishning optimal harorati $650\text{-}700^\circ\text{C}$ bo'lishi va bunda maksimal miqdorda mahsulot (92-95%) olish mumkinligi aniqlangan.

4.1-jadval

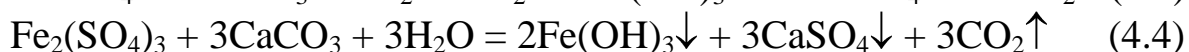
Kaolin kuydirish haroratining mahsulot unumiga ta'siri

№	Kaolinni kuydirish harorati, °C	Kaolinni kuydirish vaqti, minut	Massa yo'qotilishi, %	Olingan mahsulot kimyoviy tarkibi, %				Al ₂ O ₃ b'oyicha mahsulot unumi, %	Mahsulot agregat holati
				Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	H ₂ O		
1	300	60	8,2	—	—	—	—	—	—
2	400	60	8,2	0,73	2,75	63,98		2,6	suyuq
3	500	60	8,5	4,03	1,81	59,74		15,5	suyuq
4	550	60	9,4	9,61	1,26	47,71		46,2	suyuq
5	550	120	9,9	10,15	1,19	46,30		50,4	suyuq
6	550	180	10,2	10,38	1,16	45,85		52,1	suyuq
7	600	60	11,3	13,32	0,89	39,35	44,92	78,9	kristall
8	650	60	14,4	15,61	0,80	38,01	45,10	91,7	kristall
9	650	120	14,8	16,93	0,85	41,17	40,62	92,2	kristall
10	650	180	14,9	16,06	0,79	39,03	43,67	92,6	kristall
11	700	60	15,3	16,75	0,77	40,60	41,51	94,8	kristall
12	750	60	15,4	16,64	0,70	40,23	42,04	95,1	kristall
13	800	60	15,4	15,92	0,63	38,42	44,70	95,2	kristall
14	850	60	15,4	10,54	0,74	46,14		51,8	suyuq

2-§. Angren kaolinlaridan koagulyant – aluminiy sulfat ishlab chiqarish texnologiyasi

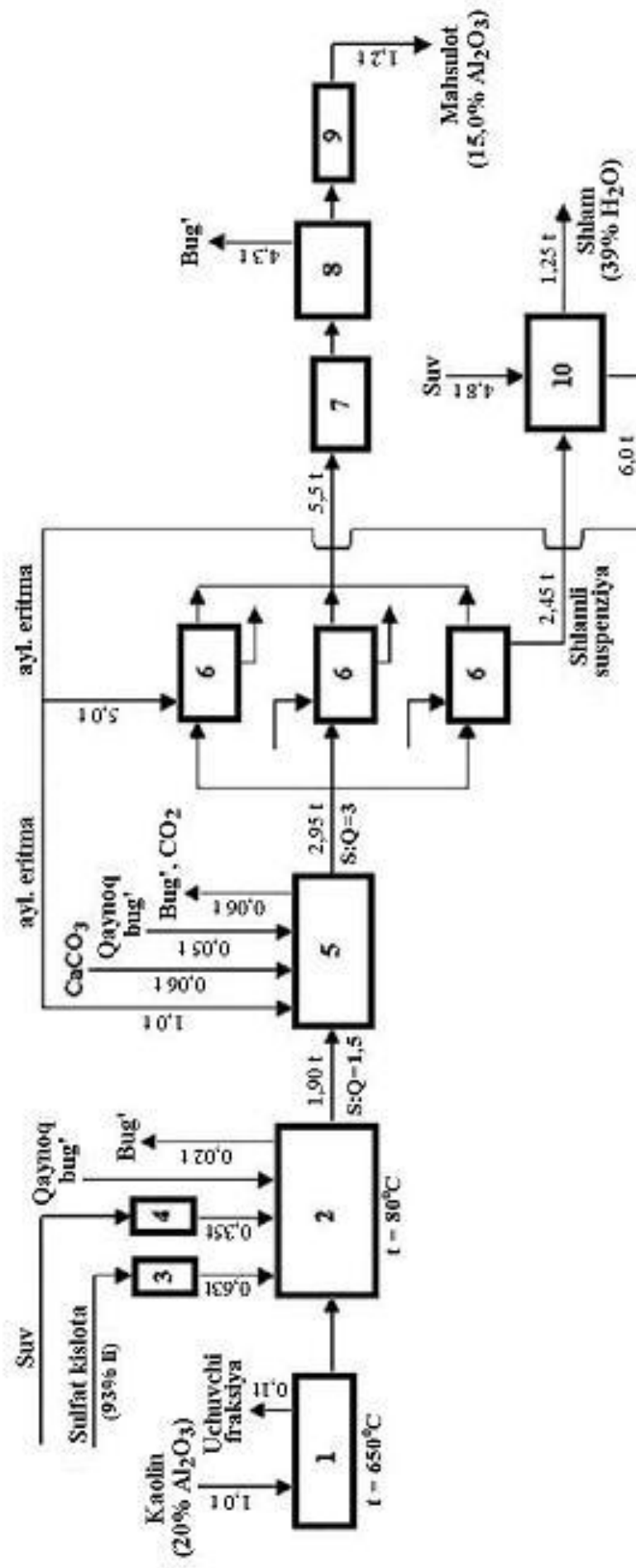
Angren kaolin gilini sulfat kislotali qayta ishlash orqali koagulyant – aluminiy sulfat ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi va jarayonning moddiy balansi 4.1 – rasmda tasvirlangan.

Kuydirish pechiga tarkibida ~20% Al_2O_3 va boshqalar bo‘lgan 1 t miqdordagi maydalangan Angren kaolini kelib tushadi. Uni 1 soat davomida 650°C haroratda kuydiriladi. 0,1 t uchuvchi fraksiya gaz fazasiga chiqadi, kuydirilgan 0,9 t massa reaktorga uzatiladi, u yerga (kuydirilgan kaolin kelib tushguncha) 0,35 t suv va 0,63 t 93% li sulfat kislota kelib tushadi. Reaktordagi massa haroratini 80°C da ushlab turish uchun uni aralashtirib turgan holda 110°C haroratdagi 0,3 t miqdorida qaynoq bug‘ beriladi. Parchalanish jarayoni davomiyligi 1 soatni tashkil etadi. So‘ngra reaksiya aralashmasi (S:Q = 1,5) ikkinchi reaktor – aralashtirgichga kelib tushadi, u yerda 1 t suv bilan S:Q = 3 gacha suyultiriladi hamda 110°C harorat va 0,05 t miqdordagi qaynoq bug‘ bilan qizdiriladi. Jarayon harorati 80°C da ushlab turiladi. Ortiqcha sulfat kislota neytrallashtirish va temirni (gidroksid tarzida) cho‘ktirish uchun 0,06 t (jarayonga beriladigan H_2SO_4 umumiy miqdorining 10% ni bog‘lash uchun) CaCO_3 kiritiladi va havo bilan barbotajlanadi. Bunda gaz fazasiga mazkur jarayonda quyidagi reaksiya tenglamalari bo‘yicha hosil bo‘ladigan 0,06 t bug‘ va karbonat angidrid ajraladi:



Bunda ikki valentli temir uch valentli birikmaga o‘tadi va temir(III)-gidroksid cho‘kmaga tushadi hamda hosil bo‘ladigan karbonat angidrid gaz fazasiga ajraladi va eritma pH ko‘rsatkichi 1,0 dan 2,5 gacha ko‘tariladi.

Shundan so‘ng suspenziya tindirgichlarga kelib tushadi va u yerga shuningdek 1-bosqichda 3,0 t aylanuvchi eritma (Al_2O_3 miqdori 0,4% atrofida) qo‘shiladi, 1 soat davomida tindiriladi (1-bosqich) hamda yig‘gichga $\frac{1}{2}$ qism, ya‘ni 3,0 t dekantatsiyalanadi. Tindirgichga 2,0 t aylanuvchi eritma kiritiladi va yana 1 soat tindiriladi (2-bosqich) hamda uni yarmi dekantatsiyalanadi, ya‘ni 2,0 t tindirilgan faza yig‘gichga o‘tkaziladi. Yig‘gichdan 5,5 t suvli eritma bug‘latgichga o‘tkaziladi, u yerda 4,3 t suv bug‘latiladi va 1,2 t suyuqlanma hosil qilinadi, uni lentali kristallantirgichda kristallantiriladi hamda omborga yuboriladi.



4.1-rasm. Angren kaolinini koagulyant - aluminiy sulfatga qayta ishlashning prinsipial texnologik sxemasi:

- 1-pech; 2-reaktor; 3-sulfat kislotani ta'minlagichi; 4-suv ta'minlagichi; 5-neytrallagichi; 6-tindirgich; 7-tindirilgan eritma yig'gichlari; 8-bug'latgich jihozi; 9-kristallantirgich; 10-filtrlash qurilmasi.

Tindirgichlar birin-ketin ishlaydi hamda jarayonning uzluksizligi ta'minlanadi.

Mahsulot tarkibida, og'irlik % hisobida: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15,0$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,3$; H_2SO_4 – sezilarsiz miqdorda, erimaydigan qoldiq = 1,0 bo'ladi. Mahsulot unumi (Al_2O_3 bo'yicha) 90% ni tashkil etadi.

2,45 t miqdordagi shlamli suspenziya (S:Q=1) filtrlashga (vakuum-filtr, sentrifuga yoki boshqa jihozga) yuboriladi, shlam 4,8 t suv bilan yuviladi. Bunda 6,0 t filtrat (aylanuvchi eritma) va 1,25 t nam shlam (39,0% namlikda) hosil bo'ladi. Quruq shlam (0,765 t) tarkibida 2,6% Al_2O_3 bo'ladi.

Shlamdan qurilish materiallari (sement, g'isht, devorbop va tomyopma materiallari) ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Filtrat esa aylanuvchi eritma sifatida ishlatiladi, ya'ni uning 1,0 t miqdori parchalash jarayonining 2-bosqichiga, 3,0 t miqdori dekantatsiya bosqichining 1-bosqichiga, 2,0 t miqdori esa 2-bosqichiga beriladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Aluminiy sulfat tuzi qanday maqsadlarda ishlatiladi?
2. Aluminiy va uning birikmalarini ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyolarni ayting.
3. Kaolinga termik ishlov berilganda qanday fizik-kimyoviy o'zgarishlar kuzatiladi?
4. Kaolindan aluminiy sulfat olish jarayonini tushuntiring.
5. Kaolindan aluminiy sulfat ishlab chiqarish texnologiyasini tushuntiring.

V BOB. SODA MAHSULOTLARI VA XLORID KISLOTA ISHLAB CHIQRISH

§1. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish

Sanoatda «soda» nomi bilan turli xildagi kimyoviy moddalar: kalsinirlangan soda yoki natriy karbonat Na_2CO_3 (toʻkma zichligi $0,5 \text{ t/m}^3$); shuningdek ogʻir soda deb ataladigan Na_2CO_3 (toʻkma zichligi $0,9-1,2 \text{ t/m}^3$); natriy gidrokarbonat NaHCO_3 ; kristall soda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; kaustik soda yoki oʻyuvchi natriy NaOH ishlab chiqariladi.

Kalsinirlangan sodadan oʻyuvchi natriy, natriy bikarbonat kabilar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalaniladi. Kalsinirlangan soda A va B markalarda ishlab chiqariladi: oily navda 99,4%, birinchi navda 99,0%, ikkinchi navda esa 98,5-99% Na_2CO_3 boʻladi.

Barcha turdagi shisha ishlab chiqarishda, shu jumladan billur, optik va tibbiyot oynasi, shisha bloklari, eriydigan natriy silikat, sopol plitka, qora va rangli metallurgiyada: qoʻrgʻoshin, rux, volfram, stronsiy, xrom ishlab chiqarishda, choʻyanni oltingugurtsizlantirish va fosforsizlantirishda, chiqindi gazlarini tozalashda, chiqindi eritmalarni neytrallashtirishda ishlatiladi.

Elektrovakuum shisha ishlab chiqarishda donadorlik tarkibiga qatʼiy amal qilingan oliy A navli kalsinirlangan soda ishlatiladi.

B markali kalsinirlangan soda kimyo sanoatida sintetik yuvuvchi vositalar va moy kislotalari ishlab chiqarishda, eritmalarni tozalashda, fosforli, xromli, bariyli natriyli tuzlar ishlab chiqarishda karbonatli xomashyo sifatida, gliserin, allil spirt, sellyuloza-qogʻoz ishlab chiqarishda, lak-boʻyoq va neft sanoatlarida ishlatiladi.

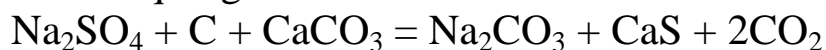
Natriy bikarbonat oziq-ovqat, qandolatchilik va kimyo-farmatsevtika sanoatlarida, tibbiyotda, oʻt oʻchirish moslamalarida, sunʼiy mineral suvlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Kristall soda turmushda keng qoʻllanilsa, ogʻir sodadan metallurgiya, shisha va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qoʻllaniladi.

Kalsinirlangan soda – oq kukun kristall modda bo‘lib, zichligi 2,53 g/sm³, 854⁰C da suyuqlanadi. Soda havodagi karbonat anhidrid va suv bug‘ini biriktirib olib qisman natriy gidrokarbonatga aylanadi. Natriy karbonat suv bilan bir qator birikmalar: Na₂CO₃·10H₂O, Na₂CO₃·7H₂O, Na₂CO₃·H₂O hosil qiladi. Soda suvda yaxshi eriydi, uning eruvchanligi harorat oshishi bilan ortadi (0 va 100⁰C haroratda 100 g suvda tegishlicha 6,8 va 44 g eriydi). Soda suvdagi eritmasida kuchli ishqoriy xossani namoyon etadi.

Natriy karbonat ayrim tabiiy suvlar tarkibida bo‘ladi, masalan tronlar deb ataluvchi Na₂CO₃·NaHCO₃·2H₂O tarkibiga kiradi, shuningdek qattiq cho‘kindi Na₂CO₃·10H₂O (natron) tarzida uchraydi.

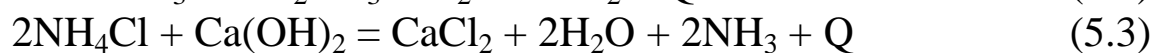
Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullari. Sanoat miqyosida soda olish usuli fransuz vrachi va kimyogari Leblan tomonidan 1791 yilda taklif etilgan. Bu usul bo‘yicha qattiq osh tuzi va sulfat kislotadan olingan natriy sulfat, ohaktosh va ko‘mirni aylanuvchi pechlarda 950-1000⁰C haroratda suyuqlantirish orqali sodali suyuqlanma hosil qilish bilan soda ishlab chiqarilgan:



Sodali suyuqlanma sovutilgandan so‘ng maydalanadi va suvda eritiladi. Soda eritmasi erimaydigan cho‘kma (kalsiy sulfid) dan ajratiladi, tarkibidagi o‘yuvchi natriyni sodaga o‘tkazish uchun karbonat anhidrid bilan ishlanadi va bug‘latiladi. Qattiq qizdirish va maydalashdan so‘ng tayyor mahsulotga aylanadi. Leblan usuli bo‘yicha olingan kalsinirlangan soda qimmat bo‘lishi bilan bir qatorda sifati past va jarayonlarda ishlatiladigan jihozlar hajmdor bo‘ladi.

Sodaga bo‘lgan talab o‘sib borganligi sababli uni tejamkor usullarda ishlab chiqarishni taqazo etadi. 1830-yil Angliyada ammiakli usul taklif etiladi. Ammiakli usul bilan soda olish jarayonining jihozlanishini 1861-yilda belgiyalik kimyogar-muhandis Ernest Solve taklif etdi. Shu usuldagi birinchi zavod 1863-yilda Belgiyada, so‘ngra boshqa mamlakatlarda quriladi. Solve usulida zavodlarning qurilishi soda ishlab chiqarish sanoatining tez suratda rivojlanishiga olib keladi.

Ammiakli usulda soda olish jarayonini quyidagi umumiy tenglamalar orqali ifodalanishi mumkin:





(5.1) – (5.2) reaksiyalardan ko‘rinadiki, soda ishlab chiqarishning alohida bosqichlari bir-biriga uzviy bog‘liqdir.

Karbonat angidrid (5.4) reaksiya bo‘yicha hosil bo‘ladi, shuningdek natriy bikarbonatning (5.2) reaksiya bo‘yicha parchalanishida (kalsinatsiya jarayonida) ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan olganda ammiak (5.1) reaksiyada sarflanmaydi, chunki uni (5.3) reaksiya bo‘yicha regeneratsiyalanadi. Buning uchun sarflanadigan ohakli suv (5.5) reaksiya bo‘yicha ohakdan, ohak esa (5.4) reaksiya bo‘yicha ohaktoshdan olinadi.

Soda ishlab chiqarishning yagona chiqindisi kalsiy xlorid hisoblanadi.

Kalsinirlangan soda olish uchun osh tuzi, ohaktosh (yoki bo‘r) va ammiak xomashyo sifatida ishlatiladi. Ammiak ishlab chiqarish siklida uning yo‘qotilishi hisobigagina ishlatiladi.

Osh tuzi 305-310 g/l konsentratsiyali eritma (namakob) tarzida ishlatiladi. Soda ishlab chiqarishda sun‘iy va tabiiy namakoblar ishlatiladi.

Ohaktosh. Soda ishlab chiqarishda ishlatiladigan ohaktosh tarkibida: CaCO_3 92-94%; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,2-0,6%; SiO_2 3%dan ko‘p emas; MgO 1,5-2,5%; CaSO_4 1%; H_2O 0,5% bo‘lishi kerak.

Ammiak. (5.1) va (5.3) reaksiyalardan ko‘rinadiki, ishlab chiqarishdagi aylanma harakatda ammiak nazariy jihatdan sarf bo‘lmaydi. Ammo amalda u oz miqdorda yo‘qotiladi. Ammiak yo‘qotilishini to‘ldirib turish uchun tizimga ammiakli suv kiritiladi.

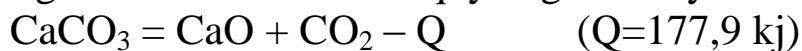
Yoqilg‘i (5.4) reaksiya bo‘yicha ohaktoshni kuydirish, (5.2) reaksiya bo‘yicha natriy gidrokarbonatni kalsinatsiyalash uchun ishlatiladi. Birinchi holatda kam kulli koks va antrasit, ikkinchi holatda esa turli xil yoqilg‘ilar: toshko‘mir, mazut, tabiiy gaz va boshqalar ishlatiladi.

Qo‘ng‘irot soda zavodida toshko‘mirni kuydirish jarayonida ham tabiiy gaz yoqilg‘isidan foydalaniladi. Hosil bo‘lgan karbonat angidridli pech gazi changdan tozalanadi.

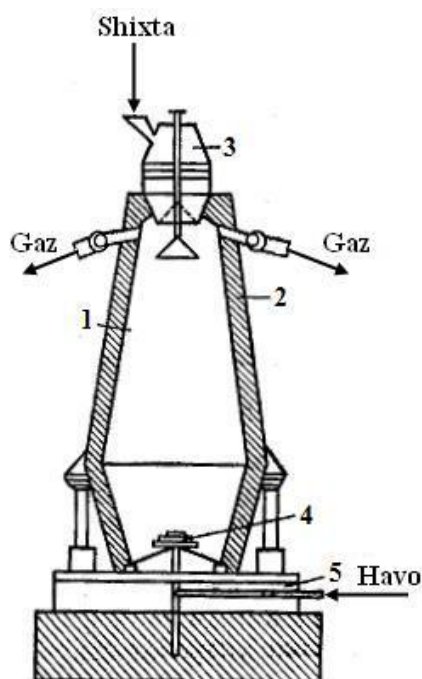
Nefelin $n(\text{Na},\text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2$ – soda olish uchun manbaa hisoblanadi. Nefelindan aluminiy oksid (ginozyom) olishda tarkibida 10% Na_2CO_3 va 3-4% K_2CO_3 bo‘lgan chiqindi hosil bo‘ladi. Chiqindili suyuqlikni turli xil haroratda bug‘latish orqali soda va potash alohida-alohida ajratib olinadi.

Nefelinni kompleks qayta ishlash (Al_2O_3 , sement, Na_2CO_3 , K_2CO_3 larni bir vaqtda olish) soda olish xarajatlarini ammiakli usulga nisbatan kam bo'lishiga olib keladi.

Ammiakli usulda kalsinirlangan soda olish. *Kalsiy oksid (ohak) va karbonat angidrid olish.* Ohaktoshni kuydirish $1100-1250^\circ\text{C}$ haroratda amalga oshiriladi va bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



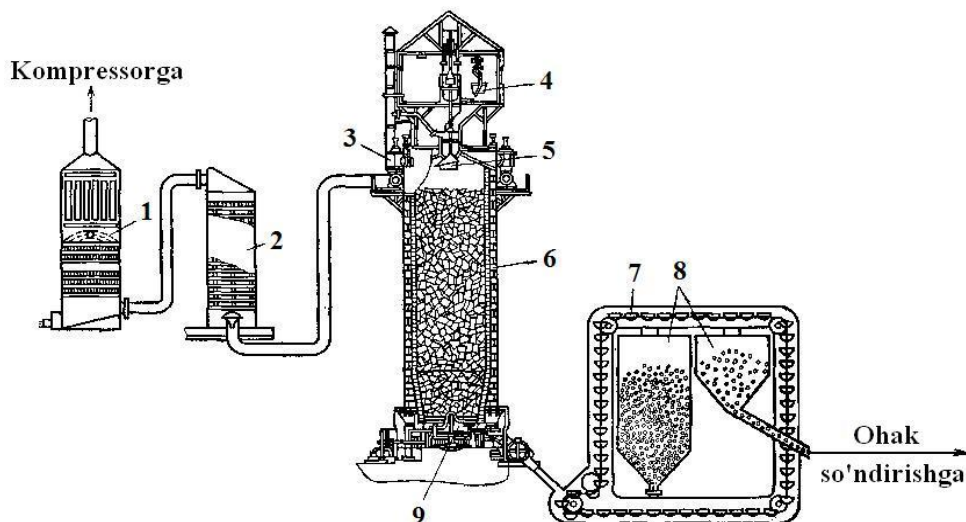
Bu reaksiya endotermik bo'lib, uni amalga oshirish uchun issiqlik kiritish kerak bo'ladi. Bu issiqlikni yoqilg'ining yonishi natijasida hosil qilinadi. Ohaktoshni kuydirish pechlarda amalga oshiriladi (5.1-rasm). Kuydirish pechi aylana ko'ndalang kesimli shaxta 1 dan (balandligi 8-20 m, diametri 4 m) iborat bo'lib, ichki qismi issiqlikka bardoshli material bilan niqoblangan bo'ladi.



5.1-rasm. Ohaktoshni kuydirish shaxtali pechi

50-1200 mm o'lchamli ohaktosh bo'lakchalari va koks (30-80 mm o'lchamli bo'lakcha) dan iborat shixta (aralashma) pechga yuklash qurilmasi 3 orqali tushadi; pechning pastki qismidagi maxsus tirqish 4 havo kiritiladi. Koksning yonishi natijasida hosil bo'ladigan issiqlik hisobiga pechda ohaktoshning parchalanishi uchun kerak bo'ladigan harorat ta'minlanadi. Ohak pechdan uning quyi qismidagi 2-3 ayl/soat tezlikda aylanuvchi taglik 5 dan chiqariladi va ohak suti $\text{Ca}(\text{OH})_2$ olish uchun yuboriladi.

Shaxtali pech unumdorligi 140-160 kg/t koks sarflanganda sutkasiga 25-125 t CaO ni tashkil etadi.



5.2-rasm. Ohaktoshni kuydirish jarayonining texnologik sxemasi:

1-elektrofiltr; 2-gaz yuvgich; 3-umumiy kollektor; 4-vagoncha; 5-yuklovchi mexanizm; 6-pech; 7-qovishli transporter; 8-bunker; 9-to'kuvchi mexanizm.

Soda ishlab chiqarishda karbonat xomashyosi kuydiriladigan pechdan CO₂ ning konsentratsiyasi iloji boricha yuqori bo'lgan gaz chiqishini ta'minlash lozim. Shu sababli pechdan chiqayotgan gaz va CaO bilan issiqlik minimal ravishda yo'qolishi kerak. Bu talabga shaxtali pech yuqori darajada javob beradi. Vertikal shaxtaning yuqori qismidan karbonat xomashyosi va yoqilg'i (koks), pastki qismidan esa havo beriladi. Issiq gazlar pechning yuqori qismiga chiqib sovuq shaxtani qizdiradi, pastga tushgan yuqori haroratdagi kalsiy oksid kirib kelayotgan havoni qizdiradi. Ohaktoshni kuydirish texnologik sxemasi 5.2-rasmda keltirilgan. Karbonat xomashyosi pechlarga havoli kanat yo'l bilan vagonchalarda (4) beriladi. Pechga berishdan oldin har bir vagonchaga dozator orqali yoqilg'i beriladi. Tayyorlangan shixta maxsus yuklash mexanizmi (5) yordamida pechga (6) oshiriladi. Hosil bo'lgan kalsiy oksid mexanizm (9) orqali pechdan chiqariladi va transporterlar (7) yordamida bunkerlarga (8) beriladi. Pechda hosil bo'lgan gaz umumiy kollektorga (3) keladi. Sovutish va tozalanishi uchun gaz kollektordan yuvitgichga (2) va undan keyin elektrofiltrning skrubberli qismiga beriladi. Elektrofiltrning skrubber qismi yog'ochli namuna bilan to'ldirilgan bo'ladi. Yuvitgichda gaz sovutiladi va yirik zarrachalardan tozalanadi. Bundan tashqari bu yerda

suv bug‘lari ham kondensatsiyalanadi. Elektrofiltarning skrubber qismida gaz mayda zarrachalar (tuman) dan tozalanadi. Sovutilgan va tozalangan gaz kompressorlar orqali karbonizatsiya bo‘limiga yuboriladi.

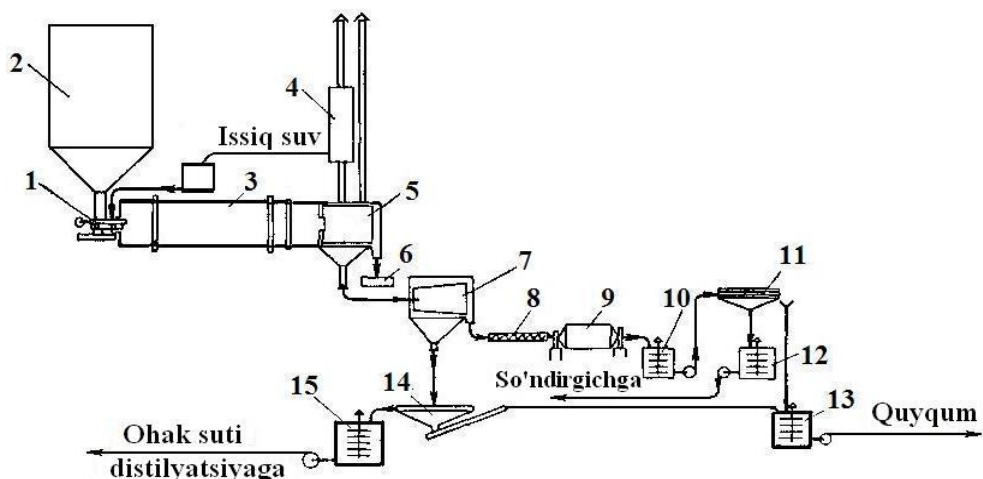
Ohak suti tayyorlash texnologiyasi. Ohakni so‘ndirish gorizontol holatda joylashgan (3-4 ayl/min tezlikda aylanuvchi) silindr shaklidagi po‘lat barabanlarda (diametri 2,5 m, uzunligi 15 m) amalga oshiriladi. Jihozning bir tomonidan va bir vaqtda beriluvchi ohakning suv bilan ta’sirlashishidan suvda kam eriydigan kalsiy gidroksid (ohak suti) hosil qilinadi. Shundan kelib chiqqan holda tarkibida 280-290 g/l mayda dispers $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bo‘lgan ohak suti olish uchun so‘ndirish $95-96^\circ\text{C}$ haroratda issiq suv ($50-60^\circ\text{C}$) bilan amalga oshiriladi.

Kalsiy gidroksid olish texnologik sxemasi 2 ta asosiy jarayon: kalsiy oksid bilan issiq suv orasidagi reaksiya va kalsiy gidroksidning kuymagan karbonat xomashyosi hamda erimaydigan qo‘shimchalardan tozalashdan iboratdir.

Kalsiy gidroksid tayyorlash texnologik sxemasi 5.3-rasmda tasvirlangan. Ishchi bunker (2) dan kalsiy oksid ta‘minlovchi (1) yordamida aylanuvchi baraban-reaktor (3) ga beriladi. Bu yerga bir vaqtning o‘zida issiq suv va chiqindi kalsiy oksidini yuvishdan hosil bo‘lgan eritma beriladi. Reaksiya natijasida baraban-reaktorda kalsiy gidroksid hosil bo‘ladi. Uning tarkibida har xil o‘lchamdagi qattiq aralashmalarning zarrachalari ham bo‘ladi. Undan keyin kalsiy gidroksid navlaydigan baraban (5) ga kelib tushadi. Bu barabanda 40 mm teshikli elak joylashtirilgan. Barabanda kuymagan karbonat xomashyosining 40 mm dan katta bo‘lgan bo‘laklari ajratiladi. Barabanning oxirida bo‘laklar issiq suv bilan yuviladi va transportyor orqali qayta kuydirish uchun o‘choqqa yuboriladi. Navlash barabani 2 ta quvurli maxsus kojuxning ichiga o‘rnatiladi. Bitta quvur kondensator (4) ga boradi. Bu yerda bug‘ reaksiyaga berilayotgan suvni isitadi. Ta‘mirlash yoki kondensatorni tozalash vaqtida bug‘ni chiqarish uchun ikkinchi quvur atmosferaga chiqarilgan.

O‘lchami 40 mm dan kichik bo‘lgan zarrachalar bilan kalsiy gidroksid 2-navlash barabani (7) ga keladi. Bu baraban aylanayotgan 2×10 mm o‘lchamli elak o‘rnatilgan bo‘ladi. Bu yerda o‘lchami 2 mm dan kam bo‘lgan zarrachalar kalsiy gidroksiddan ajratiladi va kojuxning konusli qabul qilgichiga kelib tushadi. Undan keyin kalsiy gidroksid saralagich (14) da oxirigacha aralashmalardan tozalanadi. Saralagichda cho‘kkan quyqum issiq suv bilan yuviladi va quyqum

aralastirgich (15) ga beriladi. Shundan so‘ng quyqum distillyatsiya bo‘limiga yuboriladi. Navlovchi baraban (7) dagi o‘lchami 2 mmdan katta bo‘lgan qattiq zarrachalar shnek (8) orqali sharli tegirmonga (9) beriladi. Tegirmonda maydalash bilan birgalikda gidroksid kalsiy hosil bo‘lish jarayoni ham sodir bo‘ladi. Tegirmonda hosil bo‘lgan kam konsentratsiyali kalsiy gidroksid aralashmalar bilan birgalikda aralastirgich (10) ga beriladi va nasos orkali silkinuvchi elakka (11) yuboriladi. Silvinuvchi elakdan quyqumli chiqindi quyqum aralastirgichi (13) ga beriladi, tozalangan kam konsentratsiyali $\text{Ca}(\text{OH})_2$ aralastirgich (12) ga yuboriladi va reaktorga yo‘llanadi. Saralagich va silkinuvchi elakdan chiqqan quyqum aralastirgich (13) ga beriladi, unga suv qo‘shiladi va u nasos bilan chiqindi sifatida maxsus yig‘gichga chiqarib tashlanadi.



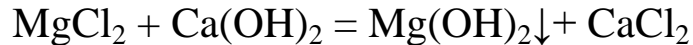
5.3-rasm. Ohak suti tayyorlashning texnologik sxemasi:

1-latokli tamirlovchi; 2-ishchi bunker; 3-kalsiy gidroksid hosil qilish barabani; 4-kondensator; 5-yirik zarrachalar uchun navlash barabani; 6-transporter; 7-mayda zarrachalar uchun navlash barabani; 8-shnek; 9-ho‘l maydalash uchun sharli tegirmon; 10-tozalanmagan kuchsiz ohak suti aralastirgichi; 11-silkinuvchi elak; 12-tozalangan kuchsiz oxat suti aralastirgichi; 13-chiqindi quyqum aralastirgichi; 14-saralagich; 15-konsentrlangan ohak suti aralastirgichi.

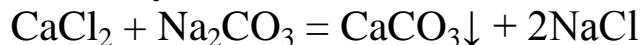
Tebranuvchi elakda ohakli suvni ta‘sirlessizlangan ohak bo‘lakchalari va qumdan ajratiladi hamda distillyatsiyaga yuboriladi.

Namakobni tozalash. Namakobni tozalashga unda qo‘shimchalarni yo‘qotish kiradi. Qayta ishlashga keladigan tuzli namakobda oz miqdordagi mexanik aralashmalar (qum), kalsiy va magniy tuzlari bo‘ladi. Namakob tarkibidagi kalsiy va magniy tuzlari ammiak va karbonat angdrid ta‘sirida erimaydigan birikmalar: kalsiy karbonat va

magniy gidroksidga aylantirilishi mumkin. Sodaning bunday qo‘shimchalar bilan ifloslanishining oldini olish va soda ishlab chiqarish jihozlanishini murakkablashtirmaslik maqsadida namakob oldindan qo‘shimchalardan tozalanishi lozim. Namakob mexanik qo‘shimchalar hamda kalsiy va magniy tuzlaridan yaxshilab tozalanadi. Mexanik qo‘shimchalar tindirish yo‘li bilan ajratiladi. Magniy ionlaridan tozalashni $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yoki NaOH bilan qayta ishlash orqali amalga oshiriladi:



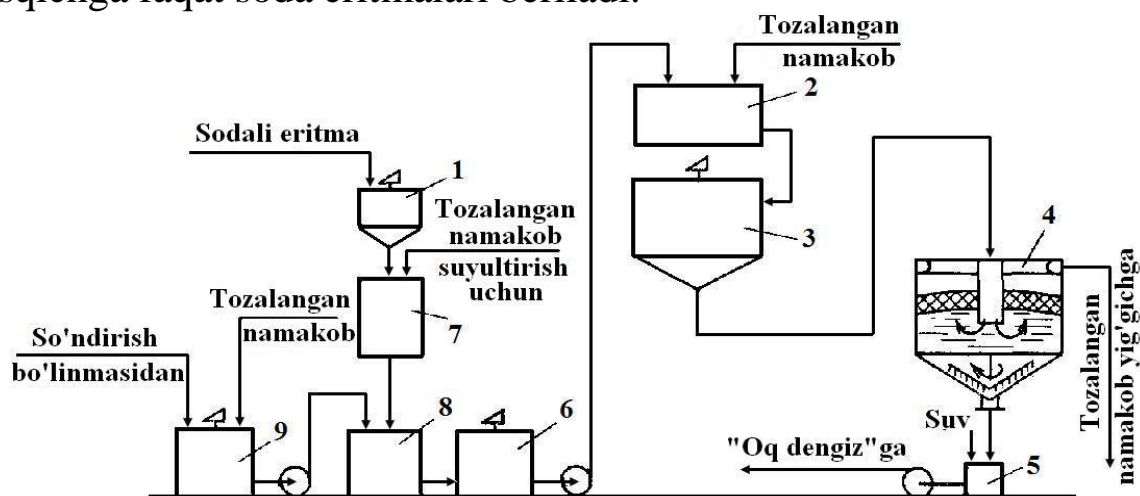
kalsiy ionlaridan esa soda yordamida tozalanadi:



Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari nisbatiga muvofiq soda zavodlarida ikki xil texnologik sxema qo‘llaniladi. Kalsiy ionlarining miqdori ko‘p bo‘lsa bir pog‘onalik texnologik sxema qo‘llaniladi. Bu sxema bo‘yicha namakob bir vaqtda ham kalsiy ham magniy ionlaridan tozalanadi. Magniy ionlarning miqdori ko‘p bo‘lganida tozalash jarayoni ikki bosqichli usulda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yordamida $\text{Mg}(\text{OH})_2$ cho‘ktiriladi. Ikkinchi bosqichda Na_2CO_3 yordamida kalsiy ionlari CaSO_3 tarzida cho‘ktiriladi. 5.4-rasmda soda eritmasini dastlabki ishqorlash o‘tkazish bilan bir pog‘onali namakobni tozalash texnologik sxemasi ko‘rsatilgan. Soda eritmasi aralashtirgich (1) ga kelib tushadi. Kalsiy gidroksid ham unga ajratilgan aralashtirgich (9) ga beriladi. Soda eritmasi va tozalangan namakob bak (7) da aralashtiriladi. Soda eritmasi va kalsiy gidroksid aralashtirgichlari orasidagi ishqorlagich (8) da reaksiya o‘tkaziladi.

Ishqorlangan soda eritmasi bak (6) orqali aralashtirgich (2) ga beriladi. Bu yerga tozalangan namakob ham beriladi. Aralashma aralashtirgichdan reaktor (3) ga o‘tkaziladi. Reaktorda CaSO_3 va $\text{Mg}(\text{OH})_2$ larning kristallanishi amalga oshiriladi. Kristallanish jarayoni tugallanishi, bir xil o‘lchamli kristallarni hosil qilish, quyqumni zichlanishi va ajratilishi uchun suspenziya tindirgichga (4) beriladi. Quyqum eshkakli aralashtirgich (soatiga 5 ta aylanma) yordamida markaziy chiqaruvchi quvur tomonga suriladi va undan keyin quyqum yig‘gich (5) ga kelib tushadi. Yig‘gichga suv berilgandan keyin quyqum suspenziya holda «oq dengiz» ga tashlanadi. Agarda namakobning tozalanishi dastlabki ishqorlashsiz o‘tkazilsa, ko‘rsatilgan sxemadan ishqorlagich (8) olib tashlanadi. Reagentlar va tozalanmagan namakob bir vaqtda aralashtiruvchi (2) ga beriladi. Ikki bosqichli tozalash

o'tkazilgan holda birinchi bosqichga faqat kalsiy gidrooksid va ikkinchi bosqichga faqat soda eritmalari beriladi.



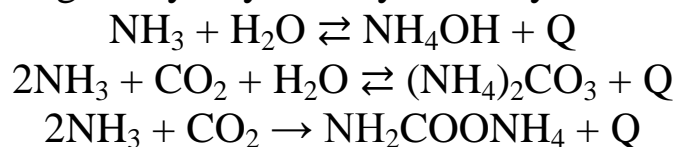
5.4-rasm. Ohakli-sodali usulda bir bosqichli namakob xomashyosini tozalash texnologik sxemasi:

- 1-soda eritma eritmasi; 2-aralashma; 3-reaktor; 4-tindirgich; 5-quyqum yig'ig'ichi; 6-ishqorlangan qilingan soda eritmasi saqlash sig'imi; 7-suyultirilgan soda eritmasini saqlash uchun sig'im; 8-ishqorlagich; 9-suyultirilgan ohakli sut aralashtirgichi.

Tozalangan namakob ammiak bilan (85 g/l NH_3 gacha) va qisman karbonat angdrid bilan (40 g/l CO_2) to'yintiriladi.

Ammiakli usulda soda olishning texnologik sxemasiga: absorbsiya, karbonizatsiya, filtrlash, kalsinatsiya, distillyatsiya bo'limlari kiradi.

Absorbsiya. Karbonat angidrid va ammiakning osh tuzi eritmasiga absorbsiyasi quyidagi kimyoviy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:

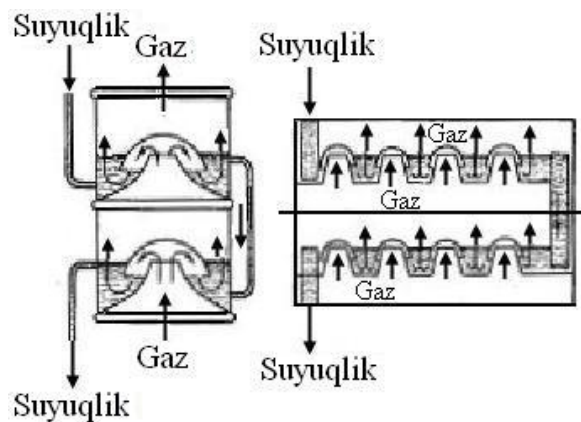


Bu reaksiyalarning barchasida issiqlik ajralib chiqadi. Shu sababli absorbsiya minoralarida absorbsiya darajasini oshirish uchun namakobni sovutish nazarda tutiladi.

Karbonat angidrid absorbsiyasi birin-ketin joylashgan ikkita katta va kichik absorbsiya minoralarida amalga oshiriladi. Katta minora havoni yuvish filtrlari, absorbsiya gazlarini yuvuvchi, gaz sovutgichi, birinchi absorber va tindirgichdan iboratdir. Kichik minora esa absorbsiya gazlarini yuvuvchi, ikkinchi absorber va tindirgichdan iborat bo'ladi. Bu jihozlarda gazlarning suyuqlik bilan ta'sirlashuv jarayoni amalga oshiriladi, uning tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

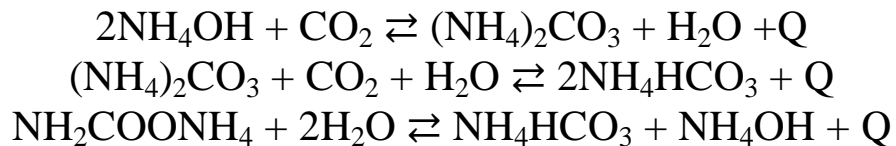
$$\omega_r = K \cdot F \cdot \Delta c$$

Absorbsiya jarayoni yuqori tezlikda o'tishini ta'minlash uchun fazalar orasidagi kontakt yuza F ni oshirish kerak. Shuning uchun absorbsiya bo'limida barbotaj minoralari o'rnatiladi. Ular tarelkadagi bir necha yirik qabariqlardan iborat bo'lib, qabariqlarga bitta katta qalpoqcha yoki 7-14 ta kichik barbotaj qalpoqchalari joylashtirilgan bo'ladi (5.5-rasm). Minora balandligi bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi Δc bir tekisda bo'lishini ta'minlash maqsadida gazlar va suyuqlik orasida qarama-qarshi oqim yuzaga keltiriladi. Tizim qarshiligini kamaytirish uchun absorbsiya bo'limi jihozlari vakuum ostida ishlaydi. Tarkibida 80-85 g/l NH_3 tutgan absorbsiyalashdan olingan ammiak-tuzli namakob sovutilgandan so'ng karbonizatsiyaga yuboriladi.

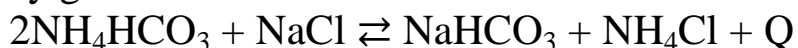


5.5-rasm. Bir- va ko'p qalpoqchali tarelkalarining tuzilishi va ishlash prinsipi

Karbonizatsiya. Karbonizatsiya – quyidagi reaksiyalar bo'yicha ammoniyalashgan namakobga karbonat anhidrid gazini yuttirish jarayonidir:



Ammoniy gidrokarbonat ishqoriy muhitda NaCl bilan almashinish reaksiyasiga kirishadi, bunda ammoniy gidrokarbonatga nisbatan kam eriydigan natriy gidrokarbonat hosil bo'ladi:



Karbonizatsiya reaksiyasi qaytar va endotermikdir. Natriy xloridning natriy gidrokarbonatga konversiyalanishning muvozanat darajasi harorat va ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyasiga

bog‘liqdir. Ta’sirlashuvchi moddalar harorati qanchalik past bo‘lsa, konversiyalanish shunchalik katta bo‘ladi.

Soda sanoatida konversiyalanish darajasi natriy yoki ammoniydan foydalanish koeffitsienti deb yuritiladi va quyidagi tenglamalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$u_{Na^+} = 100 \cdot \frac{[Cl^-] - [Na^+]}{[Cl^-]}$$

$$u_{NH_4^+} = 100 \cdot \frac{[NH_4^+] - [HCO_3^-]}{[NH_4^+]}$$

bu yerda: $[Cl^-]$, $[Na^+]$, $[NH_4^+]$, $[HCO_3^-]$ – natriy gidrokarbonat cho‘kmasi ustidagi eritma tarkibidagi ionlar konsentratsiyasi, g-ekv/l.

Natriy va ammoniydan foydalanish koeffitsienti eritmadagi quyidagi boshlang‘ich komponentlar nisbatiga bog‘liqdir:

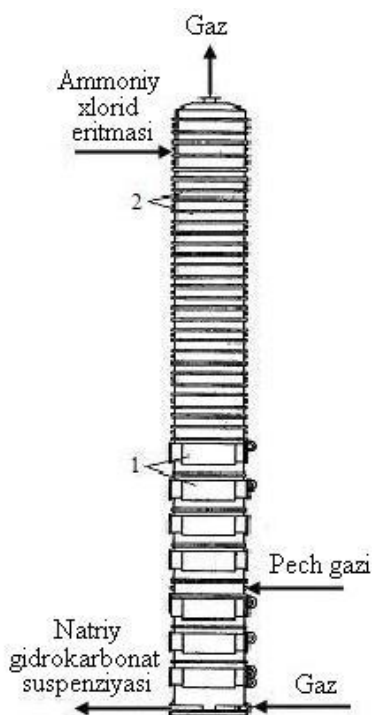
$$\frac{[Cl^-]}{[NH_4^+]}, \frac{[Cl^-]}{[H_2O]}, \frac{[NH_4^+]}{[H_2O]}, \frac{[CO_2]}{[NH_3]}$$

Natriy xloridni bikarbonatga, shuningdek uni sodaga konversiyalanish darajasining maksimal qiymatga yetkazishda yuqoridagi nisbatni to‘g‘ri tanlash uchun $NaCl-NH_4HCO_3-NaHCO_3-H_2O$ sistemasidagi tuzlar eruvchanligini bilish lozim. Bu murakkab sistema P.P.Fedotov, E.I.Orlov, A.P.Belopolskiy, I.N.Shokin va boshqalar tomonidan o‘rganilgan.

Karbonat angidrid bilan to‘yingan eritmada $\frac{[Cl^-]}{[NH_4^+]}$ nisbat o‘zgarmas haroratda natriy xloridni bikarbonatga konversiyalanish darajasiga ta’sir ko‘rsatadi. Bu nisbat kamayganda ajralib chiqadigan natriy gidrokarbonat miqdori massalar ta’siri qonuniga ko‘ra ortadi. Eritmani suv bilan suyultirish darajasining ortishi, ya’ni $\frac{[Cl^-]}{[H_2O]}$ va $\frac{[NH_4^+]}{[H_2O]}$ nisbatlarining kamayishi natijasida $NaHCO_3$ ning cho‘kish darajasi kamayadi, chunki uning suvda eruvchanligi ortadi. Eritmadagi $\frac{[CO_2]}{[NH_3]}$ nisbat bilan NH_4HCO_3 molekulasidagi $CO_2:NH_3$ stexiometrik nisbat qanchalik yaqin bo‘lsa, eritmada shunchalik ko‘p miqdordagi $NaHCO_3$ cho‘kadi. P.P.Fedotov mazkur sistemani o‘rganish natijasida $15^\circ C$ haroratda natriydan maksimal foydalanish koeffitsienti (u_{Na^+}) 78,8% ga, ammoniydan maksimal foydalanish koeffitsienti ($u_{NH_4^+}$) esa 85,1%, $30-32^\circ C$ haroratda esa u_{Na^+} va $u_{NH_4^+}$ bir-biriga tengligi, ya’ni 84% ni tashkil etishini aniqladi.

Soda zavodlarida karbonizatsiya haororati 24-28⁰C bo'lganda NaCl ning NaHCO₃ ga konversiyasi 75-76% ni tashkil etadi. Shunday qilib, soda ishlab chiqarishiga kiritilgan boshlang'ich osh tuzining 25% miqdori kalsiy xlorid eritmasi bilan yo'qotiladi.

Ammoniylangan tuzli namakobni karbonizatsiyalash cho'ktiruvchi karbonizatsiya minorasida amalga oshiriladi (5.6-rasm). Karbonizatsiya minorasining balandligi 23,1 dan 26,1 m gacha, ichki diametri 2,3 dan 2,68 m gacha bo'lib, silindr shaklidagi minoradir. Minora sovitgichlar joylashtirilgan yettita sovituvchi yirik qabariqlar 1 va 29 ta mayda qabariqlar 2 dan iborat. Ammoniylangan namakob minora yuqori qismidan, tarkibida CO₂ tutgan gaz esa quyi qismidan beriladi va u quyidan yuqoriga qarab qarama-qarshi oqim bo'yicha harakatlanadi. Fazalar to'qnashish yuzasini oshirish maqsadida karbonizatsiya, shuningdek absorbsiya minoralariga barbotaj qalpoqchalar o'rnatiladi.



5.6-rasm. Karbonizatsiya minorasi

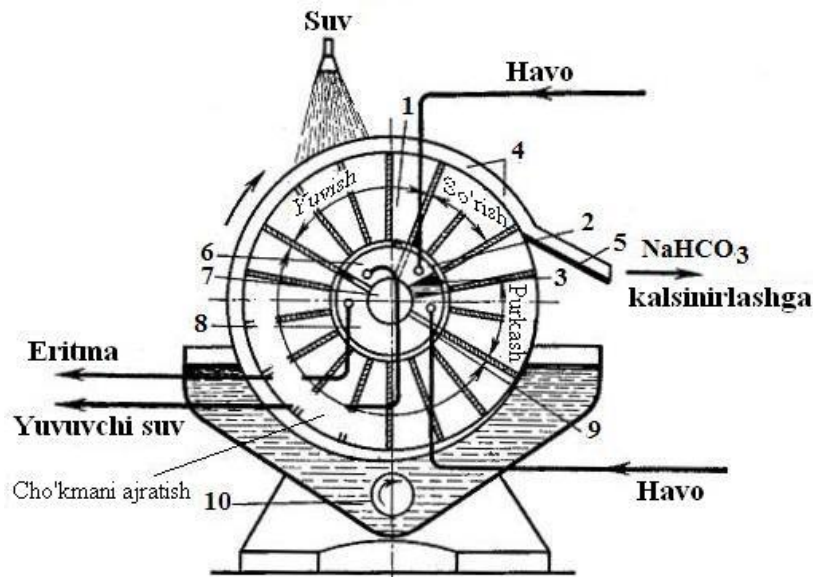
Ammoniy gidrokarbonatning hosil bo'lishi minoraning yuqori qismidayoq boshlanadi. Jarayon kechishiga muvofiq holda ammoniy gidrokarbonat natriy gidrokarbonatga konversiyalanadi. Natriy gidrokarbonat eritmani to'yintiradi va kristallanadi. Natriy gidrokarbonatning hosil bo'lish reaksiyasi va uning kristallanishiga vaqt

sarflanadi, shuning uchun reagentlar ta'sirlashish vaqtini shunday ta'minlanishi lozimki, bunda ular deyarli to'la ta'sirlashishlari kerak. Buning uchun karbonizatsiya minoralari odatdagi absorpsiya jihozlaridan farqli ravishda namakob bilan to'la to'dirilgan bo'ladi, namakobning reaktorda bo'lish vaqti 2-2,5 soatni tashkil etadi. Tizim qarshiligini yengish uchun minoraga gaz 2-2,5 atm bosim ostida beriladi.

Natriy gidrokarbonatning yirik kristallarini hosil qilish uchun minora harorati 25-30°Cda ushlab turiladi.

Diametri 2,3-2,68 m bo'lgan minora unumdorligi sutkasiga 85-150 t Na_2CO_3 ni, diametri 3 m bo'lgan minora unumdorligi esa sutkasiga 250 t Na_2CO_3 ni tashkil etadi.

Filtrlash. Tarkibida NH_4Cl , NH_4HCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NaCl tuzlari bo'lgan eritmadan NaHCO_3 kristallarini filtrlash uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi (5.7-rasm). Vakuum-filtr ochiq baraban ko'rinishida bo'lib, uning yon sirt yuzasi metalla to'rdan yasalgan va filtrlovchi material, tortilgan bo'ladi. Baraban tegana idish shaklida aylanadi, u eritmadagi natriy gidrokarbonat susperziyasini aralashtirgich 10 ga yetkazib beradi.



5.7-rasm. Uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtr sxemasi

Vakuum-filtr vakuum yacheykasi 1, surib chiqarish yacheykasi 2, oraliq yacheykalar 3 dan iborat. Filtr barabani 1,1-3,4 ayl/min tezlikda gorizontaal val 7 da aylanadi, u orqali havo, gazlar va suyuqlik so'rib chiqariladi. Uning yuzasi bo'yicha aylanishda taqsimlovchi golovka 8

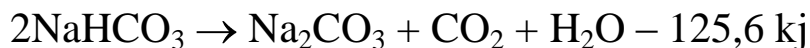
ning soʻrish seksiyasida natriy gidrokarbonat qatlami 4 choʻktiriladi, baraban aylanganda choʻkma qatlami yuvish seksiyasi 6 da eriydigan tuzlardan ajratish uchun suv bilan yuviladi. Filtrlovchi material toʻqimalari orasiga choʻkma tiqilib qolishini oldini olish uchun purkagich 9 yacheykasidan beriladigan qisilgan havo bilan filtr tozalanadi.

Tarkibida taxminan 14% suv boʻlgan natriy gidrokarbonat pichoq 5 bilan ajratib olinadi, transportyorga kelib tushadi va uni kalsinatsiya uchun pechga yuboriladi.

Shunday filtrning unusdorligi sutkasiga 160-200 t sodani tashkil etadi.

Filtrdan soʻrib olingan havo tarkibida karbonat angidrid va ammiak boʻladi, uni absorberga (filtr havosini yuvadigan) yuboriladi va u yerda gazdan NH₃ va CO₂ tutib qolinadi. Filtrat suyuqligi disstilyatsiyaga uzatiladi.

Kalsinatsiya. Kalsinatsiya boʻlimida filtrlangan va yuvilgan nam holatdagi natriy gidrokarbonatning parchalanishi natijasida kalsinatsiyalangan soda, karbonat angidrid va suv hosil boʻladi. Qizdirilish natijasida quruq natriy gidrokarbonat (NaHCO₃) quyidagi reaksiya boʻyicha parchalanadi:



CO₂ va H₂O ning 100kPa (1 atm) bosimida parchalanishi 120°C haroratda sodir boʻladi. Fazalar qoidasiga koʻra, bu tizim bir erkinlik darajasiga ega va shuning uchun bugʻ fazasining muvozanat bosimi faqat haroratga bogʻliqdir. Harorat oshirishi bilan muvozanot oʻng tomonga siljiydi va natijada reaksiya tezligi oshadi.

Natriy gidrokarbonat tarkibida nam va qoʻshimchalar borligi uchun amaldagi sharoitlarda uning termik parchalanishi murakkablashadi.

Odatda, nam natriy gidrokarbonat quyidagi (%) tarkibga ega boʻladi:

NaHCO ₃	76-80
Na ₂ CO ₃	2-3
NH ₄ HCO ₃	1-2
(NH ₄) ₂ CO ₃	1
NaCl	0,2-0,4
H ₂ O	14-20

Kalsinatsiya yoki natriy gidrokarbonatning parchalanishi tashqi yuzasi qizdirilgan gazlarda isitiladigan silindrik poʻlat barabanlarda

(uzunligi 18-25 m, diametri 2-2,5 m) 140-170°C haroratda o'tkaziladi. Shunday qilib, yoqilg'i gazlari barabanda olinadigan sodani ifloslantirmaydi.

Natriy gidrokarbonat tarkibidagi namlik jihozli tuzilishni murakkablashtiradi, chunki yopishqoq bo'lganligi sababli u jihozlar devorlariga yopishib qoladi.

Natriy gidrokarbonatning to'yingan eritmasi issiq yuza bilan to'qnashishi natijasida bug'lanishining intensiv jarayoni kuzatiladi. Kristallanayotgan qattiq faza zich yuzaga yopishadigan qatlam hosil qiladi.

Issiqlik uzatuvchanligi past bo'lgan sodaning qattiq katlami issiqlik uzatishni yomonlashtiradi hamda tashqaridan qizdiriladigan soda o'choqlarining devorlarini kuydirishi mumkin. Bu xodisaning oldini olish uchun nam natriy gidrokarbonat kalsinatsiyalashdan oldin odatda uning baraban devorlariga yopishib qolishini oldini olish maqsadida yangi kuydirilgan soda (soda returi) bilan aralashtiriladi. Buning natijasida yangi qattiq faza tron ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hosil qiladi. Erkin namlik kristallizatsiya suviga bog'lanadi va sochiluvchan mahsulot hosil qiladi:



Termografik tadqiqotlar natijasiga ko'ra, 111°C haroratda qizdirilishi natijasida trondan kristallizatsiya suvi chiqib ketadi:



127°C haroratda esa ikkilamchi tuzning parchalanishi kuzatiladi:



Ushbu reaksiya eng sekin o'tadigan va umuman kalsinatsiya jarayoni borishini belgilaydigan reaksiya hisoblanadi.

Texnik natriy gidrokarbonat tarkibida ammoniy karbonat va xloridlari hamda natriy gidrokarbonat bilan birgalikda kristallanadigan natriy karbonat tuzlari ham mavjuddir.

Qizdirilganda natriy karbonat bilan birgalikda cho'kmaga aralashgan ammoniy karbonatlari parchalanadi:



Ushbu reaksiya natijasida ammiakning yarimi, qolgan qismi esa natriy gidrokarbonatning tronga o'tish jarayonida ajralib chiqadi.

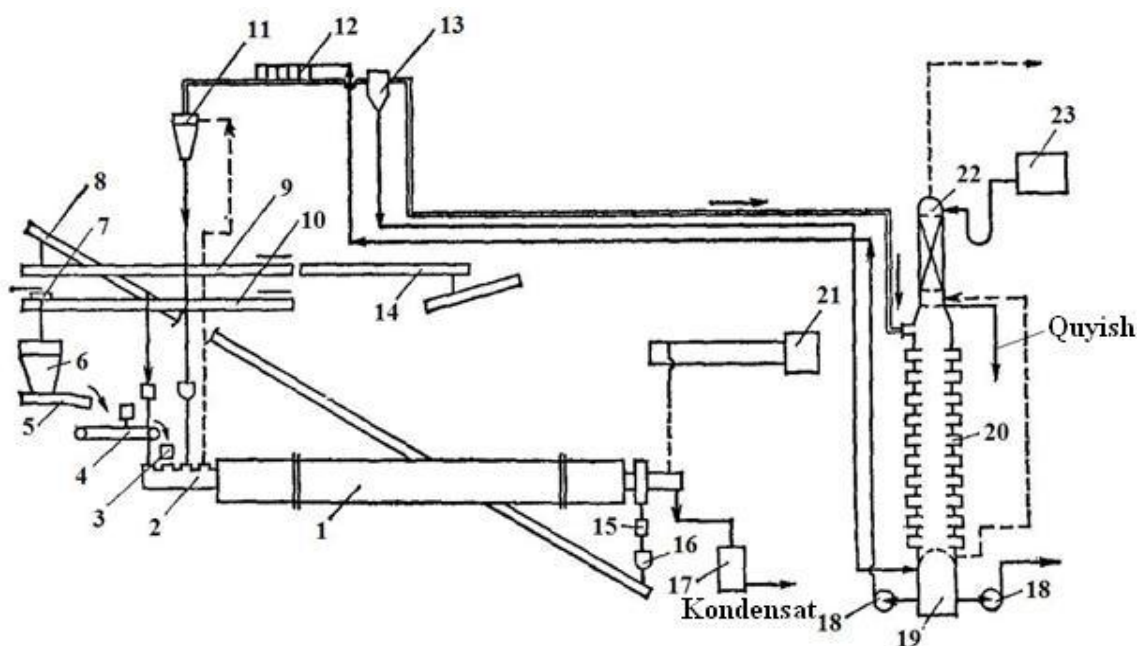
Ammoniy xlorid natriy gidrokarbonat bilan reaksiyaga kirishadi qattiq osh tuzi qo'shimchasi holatida qoladi:



Shunday qilib, kalsinatsiya jarayoni sodaning asosan tron va natriy gidrokarbonatlardan hosil bo'lish jarayonlaridan iboratdir. Kalsinatsiya jarayoniga kelib tushayotgan tron va natriy gidrokarbonatlarning nisbati aralashtirish sifati hamda natriy gidrokarbonat namligi bilan belgilanadi.

Nam natriy gidrokarbonat tarkibidagi kristallizatsion shakldagi bo'lgan fizikaviy namlikni bog'lash uchun stexiometriyaga muvofiq 1 kg namlik uchun 2,94 kg soda berilishi zarur. Sodaning umumiy miqdorini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$R = \frac{G_{\text{soda}}}{G_{\text{namlik}}} = 2,94 \cdot \frac{W_2}{d_{\text{soda}}}$$



5.8-rasm. Kalsinatsiya bo'limining prinsipial sxemasi.

1-bug' kalsinatori; 2-aralashtirgich; 3,15-yacheykali ta'mirlagich; 4,10-lentali transportyor; 5-tebranuvchi ta'mirlagich; 6 –bunker; 7-kovshli tashlagich; 8,9,14,16-transportyor; 11-siklon; 12-kalsinatsiya gazi kollektori; 13-separator; 17-kondensat yig'gich; 18-markazdan qochma nasos; 19-kuchsiz eritma yig'gichi; 20-kalsinatsiya gazi sovutgichi; 21-reduksiyali sovutgich qurilmasi (RSQ); 22-kalsinatsiya gazini yuvgich; 23-yuvilgan eritma sig'imi.

Amalda ushbu nisbat kattaroq buladi. Odatda soda pechi yoki bug' kalsinatori normal ishlashi uchun natriy gidrokarbonat yoki kalsinatsiyaga kelib tushayotgan aralashmaning keltirilgan namligi 6-8% dan oshmagan bo'lishi zarur. Shundan kelib chiqqan holda soda returi miqdorini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$R = \frac{G_{\text{soda}}}{G_{\text{namlik}}} = \frac{W_2}{W_1 - 1}$$

bu yerda: R – soda returi sarfi, kg/kg nam natriy gidrokarbonatga nisbatan; G_{soda} – sodadagi Na_2CO_3 miqdori, %; W_1 – kalsinatsiya jarayoniga kelib tushayotgan aralashmadagi namlik, amalda 7% deb qabul qilingan; W_2 – xom natriy gidrokarbonatning namligi, %.

Ko‘p hollarda soda returi ishlatilmaydi. Barabanning ichida uning butun uzunligi bo‘yicha temir zanjir joylashtirilgan bo‘ladi, u baraban 5 ayl/min tezlikda aylanganda sodani aralashtiradi va yirik bo‘lakchalarni maydalaydi.

Kalsinatsiya jarayonlarini amalga oshirish uchun returli yoki retursiz soda o‘choqlari va bug‘ kalsinatorlari ishlatiladi. 5.8-rasmda natriy gidrokarbonatning kalsinatsiya jarayonida aylanma bug‘ kalsinatorlari qo‘llanilgan texnologik sxemasi keltirilgan.

Filtrda yuvilgan natriy gidrokarbonat umumiy lentali transportyordan (10) kovshli tashlagich (7) yordamida tebranma ta‘minlagich (5) bunker (6) ga uzatiladi. Undan tebranma ta‘minlagich va lentali transportyorlar (4) bilan yacheykali ta‘minlagich (3) orqali aralashtirgich (2) ga beriladi. Aralashtirgichga soda returi va siklon (11) da kalsinatsiya gazlaridan ajratilgan soda ham kelib tushadi.

Aralashtirgichda tayyorlangan soda-gidrokarbonat aralashmasi (tron) kalsinator (1) barabanining quvurlararo maydoniga yuboriladi. Baraban egilishi va aylanishi hisobiga kalsinatsiya qilinayotgan massa issiqlik uzatuvchi yuza bilan (qobirg‘ali quvurlar) kontakt hosil qiladi va qobirg‘ali quvurlar bo‘ylab mahsulot chiqishi tomoniga suriladi. Issiqlik asosan natriy gidrokarbonat namligini bug‘latish, parchalanish kimyoviy reaksiyalari va mahsulotning qizdirilishiga sarflanadi. Tronning qizdirilishi hisobiga kalsinatsiyalangan soda va kalsinatsiya gazlari ($\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$) hosil bo‘ladi. Yacheykali ta‘minlagich (15) orqali kalsinatsiyalangan soda kalsinatoridan chiqadi va transporterlar (8,9,16) tizimiga kelib tushadi. Ta‘minlagich orqali egilgan transportyor (8) dan aralashtirgichga soda beriladi. Sodaning qolgan qismi transportyorlar (9,14) orqali omborga yuboriladi. Aralashtirgich (2) orqali kalsinatoridan kalsinatsiya gazlari chiqarib yuboriladi. Aralashtirgichda kompressor yordamida vakuum hosil qilinadi. Kompresordan oldin gazlar siklonlar (11) da quruq hamda kalsinatsiya gazi kollektorlari (12) va yuvitgich (22) da ho‘l tozalanadi. Yuvitgichdan oldin kalsinatsiya gazlari sovutgich (20) da sovutiladi. Kalsinatsiya gazlari sovutgichida suv bug‘larining kondensatsiyasi natijasida hosil bo‘ladigan kuchsiz suyuqlik kalsinatsiya gazlari kollektoriga beriladi. Ushbu suyuqlik gaz bilan to‘qnashishi

natijasida qisman ammiak va soda changini oʻziga yutib qoladi. Shundan keyin suyuqlik chiqindi yigʻgich (19) ga kelib tushadi. Sovutgich (20) da quvurlar orasida gaz yuqoridan pastga tomon harakatlanadi, quvurlarning ichida esa sovituvchi suv qarama-qarshi oqimda yuradi. Sovutgich quvurlarida kristallanmasligi va gazning soda changidan yaxshi yuvilishi uchun quvurlar orasiga kuchsiz suyuqlik sepiladi.

Yuvitgichda gazga suv sepilishi hisobiga u qoʻshimcha sovutiladi hamda soda va ammiakdan toʻliq yuviladi.

Kalsinatorni qizdirish uchun yuqori bosimli suv bugʻi beriladi. Kalsinatorga berishdan oldin suv bugʻi reduksion sovitgich qurilmadan (RSQ) oʻtadi hamda bu yerda uning harorati 270°C va bosimi 3 MPa gacha pasaytiriladi. Kalsinatsiyalanayotgan materialga issiqlik uzatilib, kalsinator quvurlari ichida suv bugʻi kondensatsiyalanadi. Kalsinatordan kondensat keyinchalik past bosimli bugʻga aylanishi uchun yigʻgich (17) ga beriladi.

Soda returi ishlatiladigan pechlar sxemalar koʻrib chiqilgan texnologik sxemaga oʻxshash boʻladi. Retursiz soda pechlari qoʻllanilganda nam natriy gidrokarbonat oʻchoq barabaniga maxsus tashlagich orqali beriladi. Uning soda bilan aralashishi oʻchoqning ichida oʻtadi va shuning uchun texnologik sxemadan aralashtirgich chiqarib tashlanadi va sodaning tashilishi soddalashadi.

Yuqorida koʻrsatilganidek, vakkum-filtrdan keyin natriy gidrokarbonat tarkibidagi namlik miqdori 16-18% ni tashkil qiladi. Kalsinatsiyaga sarflanadigan 40% issiqlik ushbu namlikni bugʻlatishga sarflanadi va shuning uchun natriy gidrokarbonatning namligini kamaytirish kalsinatsiyadagi energiya sarflanishini kamaytirishning samarali yoʻli deb xisoblanadi.

Sentrifugada namlikni ajratgan holda natriy gidrokarbonatning namligini sezilarli miqdorda (4-8% gacha) kamaytirish mumkin. Sentrifugalar yordamida natriy gidrokarbonatning namligini kamaytirilishini bir necha variantlari maʼlumdir. Filtrda natriy gidrokarbonatni yuvish yoki yuvishsiz filtr-sentrifuga jihozlarning qoʻllanilishi eng rivojlangan usul hisoblanadi. Bu usullar Yaponiya va Germaniya soda zavodlarida qoʻllanilmoqda. Filtrli suyuqlik bilan mayda kristall natriy gidrokarbonatning yoʻqolishi yuqori boʻlgani uchun sentrifuga kam qoʻllaniladi.

Na_2CO_3 va qo‘shimchalarning sodadagi miqdori boshlang‘ich natriy gidrokarbonatning tarkibi va jarayon harorati bilan bog‘liq bo‘ladi. Jarayon harorati chiqayotgan soda harorati bilan bog‘liq bo‘ladi.

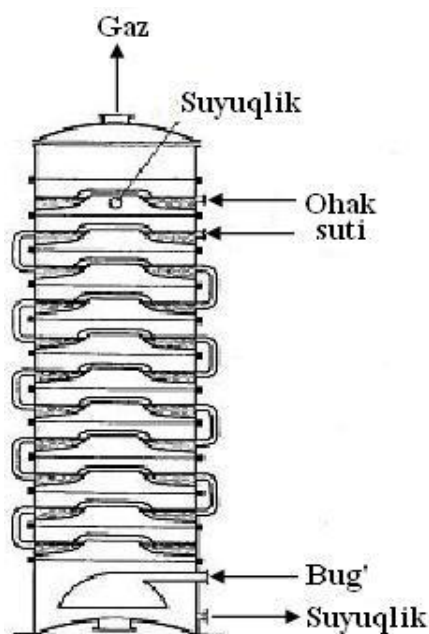
Jihozlarda materialni qizdirish vaqtini va jarayonni o‘tkazish sharoitlari soda pechlaridagi harorat rejimi belgilanadi.

Barabanning to‘ldirish koeffitsienti 0,3 bo‘lgan holda returli soda pechida material bir soatgacha va bug‘ kalsinatorida 20-25 min davomida bo‘ladi. Nam natriy gidrokarbonat soda bilan aralashishi natijasida aglomeratlar hosil bo‘lishiga olib keladi va retursiz soda o‘choqlarida kalsinatsiya harorat oshib ketadi. Bunday hollarda yirik donachalarning barcha massasi bo‘yicha kalsinatsiya jarayonini yakunlash uchun harorat oshirilishi zarurdir.

Natriy gidrokarbonat parchalanishida hosil bo‘lgan tarkibida 85-95% CO_2 tutgan gaz pechdan chiqadi va uni soda changidan tozalangandan so‘ng 2-2,5 atm bosim ostida karbonizatsiya kolonnasiga uzatiladi.

Soda pechining unumdorligi uning o‘lchamiga, qizdirilish usuliga va hokazolarga bog‘liq bo‘lib, sutkasiga 100-220 t ni tashkil etadi.

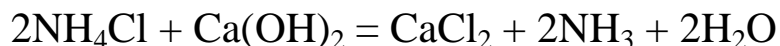
Distillyatsiya yoki regeneratsiya. Eritmadan ammiakni distillyatsiyasi yoki regeneratsiyasi distillyatsiya bo‘limidagi balandligi 45 m bo‘lgan distillyatsiya minoralarida (minora tarkibiga distiller, issiqlik almashtirgich va gaz sovutgichi kiradi) amalga oshiriladi (5.9-rasm).



5.9-rasm. Distillyatsiya minorasi (distiller) sxemasi

NaHCO₃ kristallaridan ajratilgan filtrat regeneratsiyaga keladi.

Ammoniy xloridni parchalash uchun uni oldindan ohak soʻndirish jihozida tayyorlangan ohak suti bilan qayta ishlanadi. Bunda quyidagi reaksiya sodir boʻladi:



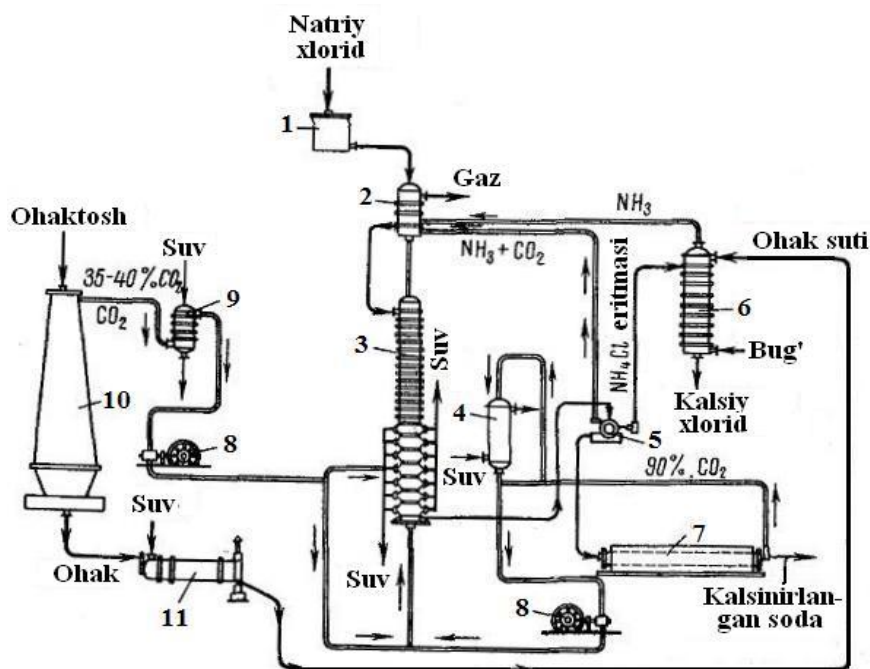
NH₄Cl ni parchalash asosan balandligi 15 m va diametri 2,8-3,0 m boʻlgan distillerda oʻtkaziladi. Tʻsirlashmagan osh tuzi, kalsiy xlorid va boshqa tuzlar boʻlgan qoldiq eritma suv bilan suyultiriladi, shundan soʻng quyqumli havzaga chiqindi sifatida tashlanadi, tarkibida NH₃ va CO₂ tutgan gaz esa absorbsiyaga yuboriladi.

Kalsinirlangan soda olishning prinsipial sxemasi.

Konsentratsiyasi 305-310 g/l boʻlgan osh tuzi eritmasi (namakob) yigʻgich 1 dan oʻz-oʻzicha absorber 2 ga oqib tushadi, absorberda ammiak bilan (85 g/l NH₃) hamda qisman karbonizatsiya 3 va distillyatsiya 6 minoralariga, shuningdek vakuum-filtrga keladigan chiqindi gazlaridan tutib qolgan karbonat angidrid bilan toʻyintiriladi (5.10-rasm). NH₃ va CO₂ absorbsiyasi birin-ketin joylashgan bir necha absorberlarda oʻtkaziladi, bunda absorbsiyaning har bir bosqichidan soʻng namakob sovutiladi. Sovutilgan va ammiak bilan toʻyintirilgan namakob karbonizatsiya minorasining yuqori qismiga beriladi. Minoraning oʻrta qismiga kompressor 8 bilan ohaktosh kuydirish pechi 10 da hosil qilingan va yuvgich 9 da tozalangan gaz (35-40% CO₂) , quyi qismiga esa ohaktosh kuydirish (35-40% CO₂) va soda (85-95% CO₂) pechlari 7 dan olingan gazlar aralashmasi (60-80% CO₂) kiritiladi.

Karbonizatsiya natijasida eritmadan natriy gidrokarbonat kristallari choʻkadi. Tarkibida 4-7% CO₂ va NH₃ boʻlgan gaz absorber 2 ga, suyuqlik esa unda erigan NH₄Cl, ammoniy karbonatlari, taʻsirlashmagan osh tuzi hamda NaHCO₃ kristallari bilan filtrlash uchun oʻz-oʻzicha vakuum-filtr 5 ga oqib oʻtadi, u yerda natriy gidrokarbonat eritmadan ajratiladi va kalsinatsiya uchun sodali pech 7 ga yuboriladi. Filtrdan soʻrib olingan havo absorber 2 ga beriladi, u yerda NH₃ va CO₂ gazlari tutib qolinadi, suyuqlik (filtrat) esa distillyatsiya uchun minora 6 ga beriladi.

Soda pechi 7 da natriy gidrokarbonat kalsinirlangan soda va karbonat angidridga parchalanadi. Shneklar va transportyorlar yordamida soda qoplashga kelib tushadi, tarkibida 85-95% CO₂ boʻlgan gaz esa sovutgich 4 orqali karbonizatsiya minorasi 3 ga yuboriladi.



5.10-rasm. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi

Distillyatsiya minorasi 6 da filtratdan ammiak va karbonat angidrid regeneratsiyasi sodir boʻladi. Ammoniy karbonat va bikarbonatlari qizdirilganda parchalanadi, ammoniy xloridni parchalash uchun esa minoraga ohakni soʻndirish jihozi 11 dan ohakli suv yuboriladi. Ajralib chiqqan gaz absorber 2 ga qaytariladi, u yerda namakobga NH_3 va CO_2 gazlari yuttiriladi. Kalsiy xlorid va taʼsirlashmagan natriy xlorid tutgan qoldiq eritma distillyatsiyadan chiqarilgandan soʻng quyqumli chiqindi havzasiga yuboriladi.

Ammiak regeneratsiyasidan soʻng olinadigan 1 t soda hisobiga tarkibida 100 g/l CaCl_2 , 50 g/l NaCl va boshqa qoʻshimchalar boʻlgan 9 m³ distiller suyuqligi hosil boʻladi. Uni qayta ishlash orqali kalsiy xlorid va osh tuzi mahsulotlari olinishi mumkin. Lekin kalsiy xloridga boʻlgan talab koʻp emas, shuning uchun chiqindi suyuqligi toʻla qayta ishlanmaydi.

Kalsinirlangan soda ishlab chiqarishni rivojlantirishning asosiy yoʻnalishlari. Soda ishlab chiqarishni rivojlantirish quyidagi yoʻnalishlar boʻyicha amalga oshirilishi mumkin:

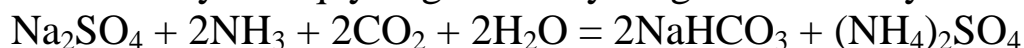
1. Soda zavodlarini azot birikmalari ishlab chiqarish korxonasi bilan uygʻunlashtirish. Bu esa azot birikmalari korxonasida gʻosil boʻladigan konsentrlangan karbonat angidrididan foydalanishni taʼminlaydi. Konsentrlangan karbonat angidrid ishlatish shu maqsadda

kerakki, natriy xloridning bikarbonatga konversiyasi $\frac{[CO_2]}{[NH_3]}$ nisbatga bog'liq bo'ladi. Demak, gazdagi CO₂ miqdori ortishi bilan natriy bikarbonat unumi ham oshadi.

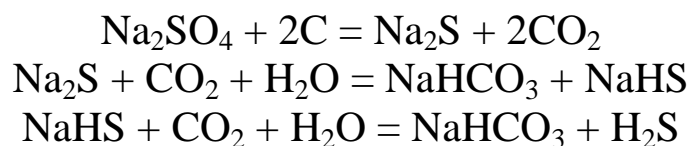
2. Soda olish uchun yanada iqtisodiy tejamkor bo'lgan yangi sxemalarini yaratish orqali xomashyo, energiya, yoqilg'i xarajatlarini kamaytirish hamda ishlab chiqarishni chiqindisiz ishlashiga erishish:

– tabiiy natriy sulfat – mirabalitdan soda olish, bunda natriy gidrokarbonat bilan bir qatorda o'g'it sifatida ishlatiladigan ammoniy sulfat ham ishlab chiqariladi.

Bu usul mohiyatini quyidagi umumiy tenglama ifodalaydi:



– mirabalit Na₂SO₄ ni ko'mir bilan qaytarish va so'ngra hosil bo'lgan natriy sulfidlarini qo'shaloq karbonizatsiyalash orqali soda olish:



Natijada soda va vodorod sulfid olinadi, vodorod sulfidni oksidlab elementar oltingugurtga aylantiriladi;

– distiller suyuqligidan ammiakni regeneratsiyalash amalga oshirilmaydi, soda va ammoniy xloril olinadi, ammoniy xloriddan esa azotli o'g'it sifatida foydalaniladi;

– natriy xlorid o'rniga silvinit KCl·NaCl ishlatish soda va azotkaliyli murakkab o'g'it (KCl + NH₄Cl) olishni ta'minlaydi;

– karbonat angidrid manbai sifatida dolomit CaCO₃·MgCO₃ ishlatish distiller suyuqligini qayta ishlashda undan ammiak, bishofit MgCl₂·6H₂O (magniy olish uchun xomashyo) va CaCO₃ (sement olish uchun xomashyo) olishni ta'minlaydi.

3. Ishlab chiqarishni avtomatik boshqarilishini tashkil etish, natijada soda olish jarayonini muqobil rejimini ta'minlash orqali natriy gidrokarbonat unumi oshiriladi va kalsinirlangan soda tannarxi pasaytiriladi.

Natriy gidrokarbonat. Natriy gidrokarbonat soda yoki natriy gidrokarbonat eritmalarini bug' bilan parchalash orqali olinadi:



Olingan soda eritmasi karbonizatsiyalanadi:



Natriy gidrokarbonat choʻkmasi filtrlanadi, quritiladi, maydalanadi, qoplanadi va quruq joyda saqlanadi. Unda 98,5% dan kam boʻlmagan NaHCO_3 , 1-1,2% dan koʻp boʻlmagan Na_2CO_3 , 0,05% dan koʻp boʻlmagan NaCl va 1,0% dan koʻp boʻlmagan H_2O boʻladi. Mahsulot tarkibida mishyak, ammoniy tuzlari va ogʻir metallar boʻlmasligi kerak.

2-§. Oʻyuvchi natriy, xlor va vodorod ishlab chiqarish.

Oʻyuvchi natriy. Oʻyuvchi natriy yoki kaustik soda – oq shaffof boʻlmagan modda boʻlib, suvda yaxshi eriydi. Qoʻshimchalar miqdori va turiga qarab qisman rangli boʻlishi mumkin. Suvsiz oʻyuvchi natriy atmosfera bosimida 328°C haroratda suyuqlanadi.

Oʻyuvchi natriy sovun pishirishda, sunʼiy tolalar va qogʻoz ishlab chiqarishda, organik, neft va boshqa sanoat tarmoqlarida keng miqyosda ishlatiladi.

Sanoatda qattiq holatdagi oʻyuvchi natriy va uning suvdagi eritmalari ishlab chiqariladi.

Texnik oʻyuvchi natriyning navlari bir-biridan NaOH konsentratsiyasi va qoʻshimchalar miqdori bilan farq qiladi. Masalan, qattiq oʻyuvchi natriy ikkita: A va B navlarda ishlab chiqariladi. NaOH miqdori A navdagi mahsulotda 95% dan kam boʻlmasligi, B navdagi mahsulotda esa 92% dan kam boʻlmasligi lozim. Suyuq holatdagi oʻyuvchi natriy ham ikkita: V «elektrokimyoviy» va T «kimyoviy» navlarda ishlab chiqariladi. Ikkala navdagi mahsulotlarda ham NaOH konsentratsiyasi 610 g/l ni tashkil etadi. Ular tarkibidagi natriy karbonatlari va xloridi miqdorlari bilan bir-biridan farqlanadi.

Qattiq holatdagi oʻyuvchi natriy germetik poʻlat barabanlarda saqlanadi, suyuq oʻyuvchi natriy sisternalarda yoki poʻlat bochkalarda tashiladi.

Oʻyuvchi natriy kimyoviy va elektrokimyoviy usullarda olinadi.

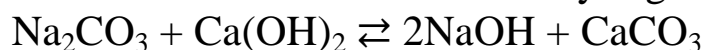
Kimyoviy usulda kalsinirlangan soda, elektrokimyoviy usulda esa osh tuzi eritmasi xomashyo sifatida qoʻllaniladi.

Xlor. Xlor atmosfera bosimi va odatdagi haroratda sargʻish-yashil rangdagi boʻgʻuvchi gaz. Normal sharoitda xlorning zichligi $3,21 \text{ kg/m}^3$, atmosfera bosimida qaynash harorati $-33,6^{\circ}\text{C}$, muzlash harorati $-101,5^{\circ}\text{C}$ ga teng. U osonlik bilan organik moddalar, xususan, uglevodorodlar bilan koʻp sondagi xlorli birkmalar hosil qilish orqali reaksiyaga kirishadi. Bunday xlorli birkmalar plastmassalar, sintetik

kauchuklar, kimyoviy tolalar, erituvchilar va boshqalar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida ishlatiladi. Hozirgi paytda butun dunyoda yiliga 9 mln tonna atrofida xlor ishlab chiqarilmoqda va uning taxminan 60% miqdori organik sintezda ishlatilmoqda. Bundan tashqari, xlor rudalarni qayta ishlash jarayonida, neft sanoatida, tibbiyotda, ichimlik va oqava suvlarni tozalashda va xalq xo'jaligining boshqa qator tarmoqlarida ishlatiladi.

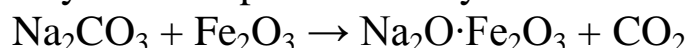
Xlor zaharli xossalari moddadir. Tarkibida 0,003-0,005 mg/l xlor bo'lgan havoda 30 minut nafas olish yuqori nafas olish organlarini kuchli kuydiradi; tarkibida 0,1-0,2 mg/l xlor tutgan havoda nafas olish o'limga olib kelishi mumkin.

O'yuvchi natriy olishning kimyoviy usullari. Ohakli usul. O'yuvchi natriy olishning ohakli usulining mohiyati 80°C haroratda sodali eritmani ohak suti bilan almashinish reaksiyasiga asoslangan:

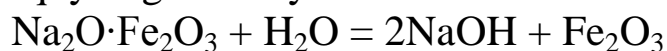


Sodaning kalsiy gidroksid bilan ta'sirlashish jarayoni kaustifikatsiyalash deb ataladi. U aralashtirish bilan reaktorlarda amalga oshiriladi. Vakuum-filtrlarda cho'kmani eritmadan ajratib olingandan so'ng, kaustik soda eritmasi vakuum-bug'latgich jihozlarida, so'ngra cho'yan qozonda mahsulotdagi o'yuvchi natriy miqdori 92% bo'lguncha bug'latiladi. Suyuqlantirilgan o'yuvchi natriy qozondan temir barabanlarga quyib olinadi, kristallantiriladi va iste'molchiga yuboriladi.

Ferritli usul. Ferritli usulda qattiq soda temir (III)-oksidi bilan 1100-1200°C haroratda aylanuvchi pechlarda kuydiriladi:



Tarkibida natriy ferrit bo'lgan hosil bo'lgan kuyundi suv bilan qizdiriladi, bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Natijada tarkibida 400 g/l NaOH bo'lgan o'yuvchi natriy eritmasi olinadi, undan temir (III)-oksidi cho'kmasi ajratilgandan so'ng vakuum-bug'latgich jihozi va cho'yan qozonida eritma bug'latiladi. Temir (III)-oksidi esa soda bilan kuydirishga qaytariladi.

Kimyoviy usulning quyidagi asosiy kamchiliklari bor: yoqilg'i ko'p sarflanadi; o'yuvchi natriy qo'shimchalar bilan ifloslangan bo'ladi; ishlab chiqarish jarayoni murakkab, ko'p ishchi kuchi talab etadi va xokazo. Hozirgi paytda kimyoviy usul o'rnini to'la elektrokimyoviy usul egallagan.

Elektrokimyoviy usulda o'yuvchi natriy, xlor va vodorod olish. 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: himoyalalanuvchi metall sirtiga rangli metallar, masalan nikel, xromning yupqa qatlami yotqiziladi. Bu qoplama galvanik qoplama deb yuritiladi.

Elektrokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish katta miqdordagi elektr energiyasi xarajatlari 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 keskin 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 miqdori G_a ni Faradey 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).

Misol. 15500 a tok kuchida osh tuzi eritmasini 24 soat elektroliz qilish uchun vannada tarkibida 125 g/l NaOH bo'lgan 4200 l elektrolitik eritma olindi.

Quyidagi miqdordagi natriy xlorid nazariy jihatdan olinishi mumkin:

$$G_n = \frac{15500 \cdot 24 \cdot 1,492}{1000} = 555 \text{ kg}$$

Amalda esa quyidagi miqdorda o'yuvchi natriy olinadi:

$$G_a = \frac{125 \cdot 4200}{1000} = 525 \text{ kg}$$

Demak, tok bo'yicha unum:

$$\eta = \frac{525}{555} \cdot 100 = 94,6 \%$$
 ni tashkil etadi.

Sanoat elektrolizida unum doimo 100% dan kam b'yladi, 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:

$$\omega_n = \frac{v_\tau I \tau}{G_\tau} \text{ kv}t \cdot \text{s}/t$$

bu yerda: v – parchalanishning nazariy kuchlanishi.

Olinadigan mahsulot birligiga energiyaning amaldagi sarfi elektrolizga berilgan kuchlanish v_a ga bog'liqdir:

$$\omega_a = \frac{v_a I \tau}{G_a} \text{ kvt} \cdot \text{s/t}$$

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:

$$\mu = \frac{2,14}{3,6} 94,6 = 56,2 \%$$
 ga teng bo'ladi.

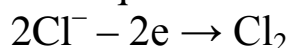
Osh tuzi suvli eritmasining elektrolizi boshqa elektrokimyoviy jarayonlar orasida keng o'rin egallagan. Unda bir vaqtning o'zida xlor, vodorod va o'yuvchi natriy olinadi.

Xomashyolar. Xlor ishlab chiqarish uchun osh tuzi xomashyo vazifasini bajaradi.

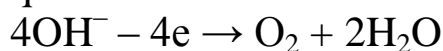
Xlor olish uchun osh tuzining to'yingan eritmasi elektroliz qilinadi. Osh tuzining to'yingan eritmasi tabiiy (toshtuz yoki cho'kindili) osh tuzini suvda namakob tarzida eritiladi, mexanik qo'shimchalardan ajratiladi, kalsiy va magniy ionlaridan tozalanadi va elektrolizga yuboriladi.

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:

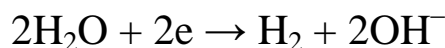


Natriy xlorid neytral to'yingan eritmasida OH^- ionining muvozanatdagi potensial razryadi +0,82 v ni, xlor ionlarining normal elektrod potentsiali esa +1,33 v ni tashkil etadi. Demak, anodda kichik qayta kuchlanish bilan birinchi navbatda kislorod zaryadsizlanadi.

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 eritmada foydalanish maqsadga muvofiqdir.

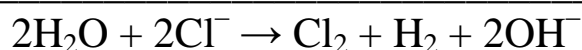
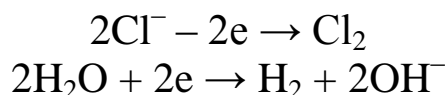
Katodda ishqoriy eritmada suv molekularining zaryadsizlanishi sodir bo'ladi:



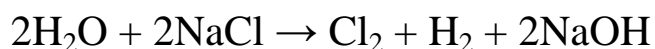
Qattiq katodda suvli eritmada natriy ionlarining zaryadsizlanishi mumkin emas, chunki natriy ionining zaryadsizlanish potentsiali vodorodga nisbatan anchagina kattadir. Eritmadagi gidroksid ionlari natriy ionlari bilan ishqor eritmasini hosil qiladi:



Eritmada NaCl ning umumiy parchalanish jarayonini quyidagi reaksiyalar orqali ifodalanishi mumkin:

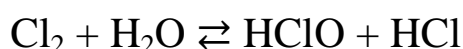


yoki

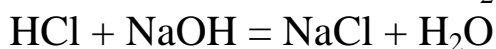
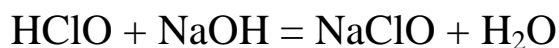


Shunday qilib, anodda xlor, katodda esa vodorod va o'yuvchi natriy hosil bo'ladi.

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.

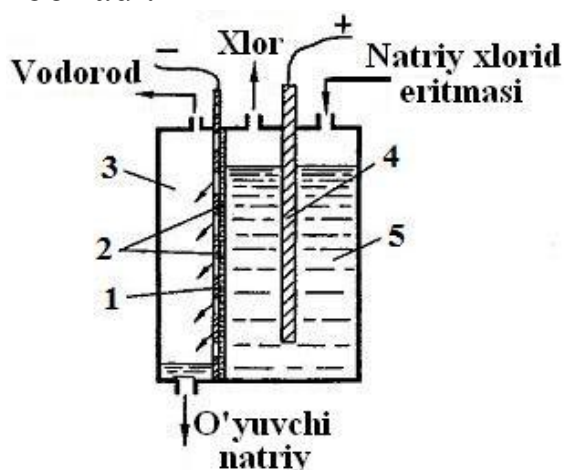
Sanoat elektrolizyorlari. Filtrlovchi diafragmali sanoat elektrolizyorlari ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Bunday vannalarning ishlash prinsipi 5.11-rasmda tasvirlangan. Vannada teshikli po‘lat katod 1 va grafit anod 4 bo‘ladi. Katodga asbest kartondan iborat filtrlovchi diafragma 2 zich yopishtirilgan bo‘ladi.

Natriy xlorid eritmasi anod maydoni 5 ga 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.



5.11-rasm. Filtrlovchi diafragmalı 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 holatda diafragma asbest tolaning tuz-ishqorli eritmadagi suspenziyasidan katod yuzasiga «cho‘ktirish» yoki vakuum yordamida so‘rib olish orqali tayyorlanadi.

Cho‘ktirilgan diafragmalı vanna. Cho‘ktirilgan diafragmalı vannaga Xuker vannasi misol bo‘lishi mumkin (5.12-rasm). U uch asosiy qismdan iborat: beton taglik 1, po‘lat katod 2 va beton qopqoq 3. Taglik to‘g‘ri burchakli tegana shaklida bo‘lib, unga quyi qismiga qo‘rg‘oshin quyish bilan grafit anodlar 6 hamda tok o‘tishi uchun xizmat qiladigan misli sterjen 9 mahkamlangan. Anodlar grafit plastinkalar ko‘rinishida bo‘ladi. Katod – po‘lat rama bo‘lib, uning ichiga tekis yuzali po‘lat to‘r mahkamlangan.

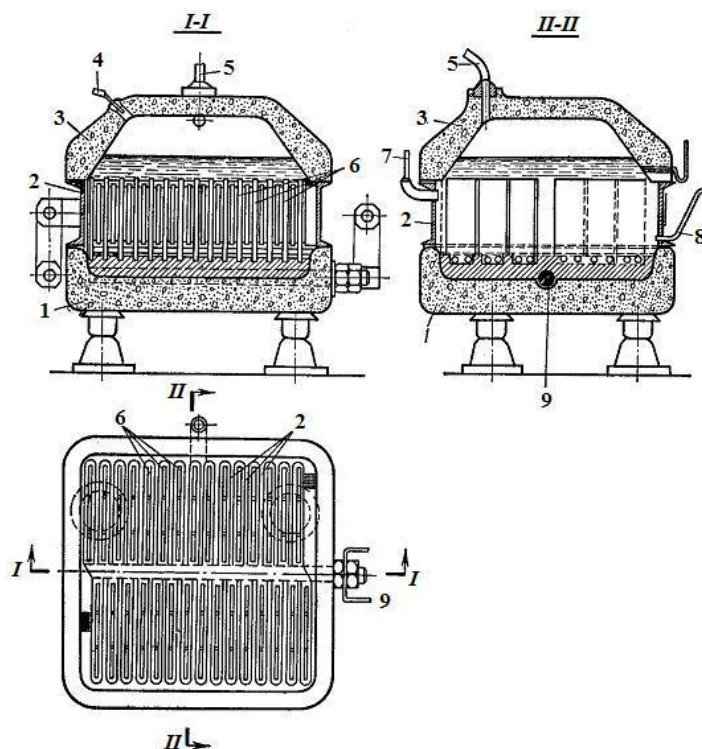
Vanna yuqori qismiga qopqoq o‘rnatilgan, unda namakoyu berish uchun tirqish 4 va xlor chiqarish uchun tirqish 5 mavjud. Vodorod katod maydonidagi shtutser 7 orqali chiqariladi. Elektrolitik eritmani quyib olish uchun quvur 8 xizmat qiladi.

Elektrolizyorda tevarak atrof-muhitga energiyaning issiqlik hisobida yo‘qotilishini kamaytirish uchun issiqlik izolyatsiyasiga ega.

Cho‘ktirilgan diafragmalı vanna 94-97°C haroratda ishlaydi. Vannaga 10000 a yuklama beriladi, kuchlanish 3,75 v ni, tok bo‘yicha

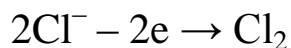
unum 96% ni, energiyadan foydalanish koeffitsienti esa 60% ni tashkil etadi.

Elektroliz jarayonida BGK-17-25 va BGK-17-50 turidagi vannalar ko‘p ishlatiladi. Tuzilishi va energiyadan foydalanish bo‘yicha bu vannalar boshqa turlaridan ustun turadi.

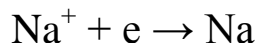


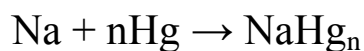
5.12-rasm. Cho‘ktirilgan diafragmalı elektrolitik vanna sxemasi

Simob katodli vanna. Simob katodli va grafit anodli vannalarda natriy xlorid eritmasining elektrolizi anodda xlor tnlarining zaryadsizlanishi hisobiga gaz holatdagi xlor ajralishi bilan amalga oshadi:



Simob katodda vodorodning ajralishi katta kuchlanish bilan sodir bo‘ladi. 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 bo‘ladi. Uning muvozanatli potentsiali $-2,71$ v bo‘lgani holda simob anodda $-1,2$ v ga teng. Shunday qilib, simob anodda quyidagi jarayonlar sodir bo‘ladi:





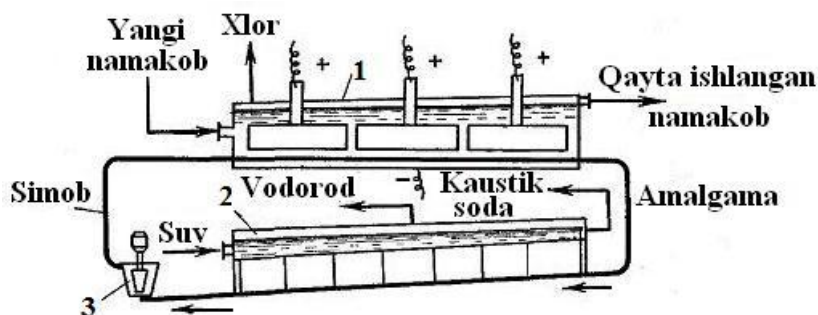
va vodorod ajralishi amalda kuzatilmaydi.

Natriy amalgamasi maxsus parchalash jihozida suv bilan quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



Simob katodli vannada elektroliz jarayoni o'rtacha 4,3-4,4 v kuchlanishda sodir bo'ladi.

Simob katodli vannaning prinsipial sxemasi 5.13-rasmda tasvirlangan. U ikki qismdan iborat: elektrolizyor va gorizontal parchalagich.



5.13-rasm. Simob katodli elektrolitik vanna sxemasi

Elektroliz va parchalagich tuzilish jihatdan ajratigan bo'lishi mumkin hamda ular bir-biri bilan o'tkazgich quvurlari bilan tutashtirilgan yoki bitta niqobga birlashtirilgan bo'ladi.

Elektrolizyor 1 – to'g'ri burchak kesimli uzun vanna bo'lib, ustki qismi qopqoq bilan berkitilgan, qopqoqqa grafit anod biriktirilgan bo'ladi. Vannaning qisman qiya tagligiga katod shina joylangan va u orqali muntazam yupqa qatlamli simob harakatlanadi. Shunday qilib, vanna tagligi katod hisoblanadi. Elektrolizyor natriy xloridning to'yingan eritmasi (310-315 g/l) bilan ta'minlanadi, unga elektroliz jarayonida osh tuzi 260-270 g/l konsentratsiyagacha bo'lgan eritmasi qo'shiladi. Elektrolit vannadan unda erigan xlor bilan chiqadi, xlorni vakuum ostida ajratiladi, qisilgan havo purkash orqali tuz bilan to'yintiriladi, qo'shimchalardan tozalanadi va qayta elektrolizga beriladi. Hosil bo'lgan xlor vanna qopqog'i orqali chiqariladi.

Elektroliz jarayonida elektrolizyor tagligi bo'yicha simobning harakatlanishi natijasida natriy amalgamasi olinadi, u simobda eriydi va elektrolizyordan parchalagich 2 ga o'tkaziladi. Gorizontal parchalagich – qopqoqli to'g'ri burchak tarnovdir. Parchalagichga suv beriladi va

unda vodorod va ishqor mahsulotlari hosil bo‘ladi. Parchalagich tagligi qisman qiya bo‘lib, shu tufayli simob taglik bo‘yicha harakatlanadi, parchalagichdan ko‘targich 3 orqali elektrolizyorga uzatiladi.

Turli turdagi vannalar ish ko‘rsatkichlari 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1-jadval

Elektrolizyorlarning 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 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 jihozlarda 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 eritmalarni 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. Xlori quritish ikki bochqichda amalga oshiriladi. Xlordan namlikni ajralishi uchun u sovutgichda 20-30⁰C haroratgacha sovutiladi, so'ngra to'la quritish uchun kuporos moyi bilan sug'oriladigan 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 xlori qisish orqali suyuqlantirish amalga oshiriladi. Xlor uchta usul bilan suyuqlantiriladi: 1) 10-12 atm bosim va xona haroratida; 2) atmosfera bosimi va qariyib -50⁰C bo'lgan quyi haroratda; 3) 3-6 atm bosim va -5 dan -25⁰C gacha haroratda. Suyuq xlor 50 t gacha sig'imli po'lat ballonlar, bochkalar yoki sisternalarga quyiladi va shunday tarzda iste'molchiga yuboriladi.

3§. Xlorid kislota ishlab chiqarish.

Vodorod xlorid va xlorid kislota 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 (eritmadagi 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 xlogidrin) kabilarni gidroxlorldashda 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 gidroxlorldashda, 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 yutdirish (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.

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:

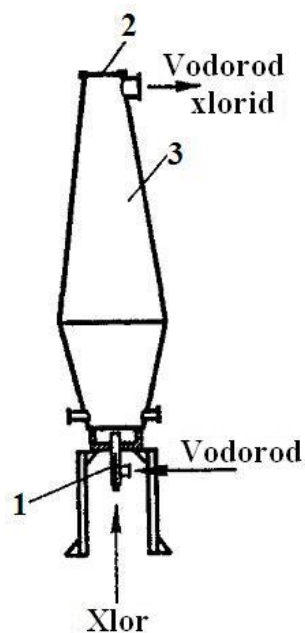


Odatdagi haroratda va qorong‘i sharoitida reaksiya sodir bo‘lmaydi. Yorug‘lik nuri ta‘sirida va qizdirilganda reaksiya katta tezlikda sodir bo‘ladi va portlash bilan o‘tishi mumkin.

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 (5.14-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 ochtki 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 t ni tashkil etadi.

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 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.



5.14-rasm. Vodorod xlorid sintez pechining sxemasi

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 intensiv chiqarib choralarni 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 minoralarda amalga oshiriladi. Vodorod xlorid minora quyi qismidan kiradi, suv esa yuqoridan pastga qarama-qarshi harakatlanadi. Diametri 0,45 m va balandligi 6,4 m bo‘lgan minorada sintetik vodorod xloriddan sutkasiga 30 t gacha 31% li xlorid kislota olinishi mumkin.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Kalsinirlangan soda olishning sintetik usullarini ayting.
2. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish xomashyolarini ayting.
3. Ohaktoshni kuydirish shaxtali pechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Ohaktoshni kuydirish jarayonini tushuntiring.
5. Ohak suti tayyorlash texnologiyasini tushuntiring.
6. Namakobni tozalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
7. Namakobni tozalash texnologiyasini tushuntiring.
8. Absorbsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Karbonizatsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
10. Karbonizatsiya minorasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Uzluksiz ishlaydigan vakuum-filtrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Kalsinatsiya jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
13. Kalsinatsiya jarayoni texnologiyasini tushuntiring.
14. Distillyatsiya minorasi tuzilishi va regeneratsiya jarayonini tushuntiring.
15. Kalsinirlangan soda olish texnologiyasini tushuntiring.
16. Natriy gidrokarbonat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
17. O'yuvchi natriyning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
18. Xlorning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
19. O'yuvchi natriy olishning kimyoviy usullarini ayting.
20. Elektrokimyoviy usulda o'yuvchi natriy, xlor va vodorod olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
21. Filtrlovchi diafragmalı elektrolitik vannaning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
22. Vodorod xlorid va xlorid kislotaning xossalarini ayting.
23. Xlorid kislota ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
24. Vodorod xlorid sintez pechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.

ADABIYOTLAR

1. Каримов И.А. Ўзбекистон ХХI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари, тараққиёт кафолатлари. – Т.: Ўзбекистон, 1997. – 326 б.
2. Основы химической технологии / Мухленов И.П., Горштейн А.Е., Тумаркина Е.С. Под ред. И.П.Мухленова. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.
3. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. – М.: Высшая школа, 1990.
4. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. – М.: Химия, 1985. – 472 с.
5. Амелин А.Г. Технология серной кислоты. – М.: Химия, 1983.
6. Кузнецов Д.А. и др. Общая химическая технология. – М.: Высшая школа, 1970. – 344 с.
7. Исроилов Ж. Саноатнинг энг муҳим тармоқлари технологияси асослари. – Т.: Ўқитувчи, 1978.
8. Кафаров В.В., Ветохин В.Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств. – М.: Наука, 1987.
9. Справочник азотчика. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты; Производство азотных удобрений... – М.: Химия, 1987. – 464 с.
10. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – Т.: Fan va texnologiya, 2007. – 352 б.
11. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – Т.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 б.
12. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari. – Т.: Fan va texnologiya, 2010. – 360 б.
13. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: Химия, 1989. – 352 с/
14. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: Химия, 1987. – 464 с.

15. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / Под ред. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1990. – 288 с.
16. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. проф. А.А.Соколовского. – М.: Химия, 1982. – 400 с.
17. Вишнякова А.А. Фосфорные удобрения из каратуских, гулиобских и других фосфоритов. – Ташкент: ФАН, 1973. – 235 с.
18. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. – Л.: Химия, 1981. – 224 с.
19. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейченко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. – М.: Химия, 1976. – 196 с.
20. Двойной суперфосфат: Технология и применение / М.А.Шапкин, Т.И.Завертяева, Р.Ю.Зинюк, Б.Д.Гуллер. – Л.: Химия, 1987. – 216 с.
21. Кононов А.А., Стрелин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. – М.: Химия, 1988. – 320 с.
22. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения. – М.: Химия, 1987. – 256 с.
23. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: Химия, 1977. – 376 с.
24. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент: ФАН, 1992. – 200 с.
25. Зайцев И.Д., Ткач Г.А., Стоев Н.Д. Производство соды. – М.: Химия, 1986. – 312 с.
26. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки вод. – М.: Химия, 1990. – С. 65.
27. А.с. 1491812. Способ переработки бокситов на глинозем / Фадеев Ф.Ф. и др. // Оpubл. БИ, 1989. - №25. – С.98
28. А.с. 1284945. Способ получения гидратированного сульфата алюминия / Соколь В.А. и др. // Оpubл. БИ, 1987. - №3. – С.103
29. Позин М.Е. Технология минеральных солей. – М.: Химия, 1974. Ч.1. – С. 632-660.
30. Дыбина П.В. Технология минеральных солей. – М.: Госхимиздат, 1949. – С.224.
31. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминийсодержащего сырья кислотными способами. – М.: Наука, 1982. – 210 с.

32. McKinstry H.A. Thermal expansion of clay minerals || Amer. Mineral. 1965. – Vol.50. – N 1|2. – P. 212-222.
33. Shamshidinov I.T., Mamadaliev A.T., Mamajanov Z.N. Optimization of the process of decomposition of aluminosilicate of clays with sulfuric acid (Оптимизация процесса разложения алюмосиликатных глин серной кислотой). // The First International Conference on Eurasian scientific development. – Vienna (Austria): «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 11th April, 2014. – P. 269-275.
34. Обзор рынка коагулянтов в СНГ (Демонстрационная версия). – М.: ИнфоМайн, 2008. – 124 с.

MUNDARIJA

	bet
SO‘ZBOSHI	3
KIRISH	5
I-BOB SULFAT KISLOTA ISHLAB CHIQRISH	7
1-§. Sulfat kislota va uni ishlab chiqarish xomashyolari tavsifi	7
2-§. Sulfit angidrid olish	27
3-§. Kontakt usulida sulfat kislota ishlab chiqarish	53
4-§. Nitroza usulida sulfat kislota ishlab chiqarish	84
5-§. Sulfat kislotalari konsentrlash	103
Nazorat uchun savollar	115
II-BOB BOG‘LANGAN AZOT TEXNOLOGIYASI	117
1-§. Ammiak sintezi uchun azot-vodorod aralashmasi ishlab chiqarish	119
2-§. Azot-vodorod aralashmasini tozalash	125
3-§. Sintetik ammiak ishlab chiqarish	130
4-§. Havodan azot va kislorod olish	136
5-§. Nitrat kislota ishlab chiqarish	140
Nazorat uchun savollar	157
III-BOB MINERAL O‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQRISH	159
1-§. Mineral o‘g‘itlarning ahamiyati va umumiy tavsifi	159
2-§. Azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish	167
3-§. Fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarish	175
4-§. Ekstraksiya fosfat kislotani kalsiy karbonatli xomashyolar bilan neytrallash asosida fosforli o‘g‘it olish	248
5-§. Kompleks o‘g‘itlar ishlab chiqarish	251
Nazorat uchun savollar	273
IV-BOB ALUMINIY SULFAT ISHLAB CHIQRISH	275
1-§. Angren kaolinlariga termik ishlov berish va undan koagulyant – aluminiy sulfat olish	275
2-§. Angren kaolinlaridan koagulyant – aluminiy sulfat ishlab chiqarish texnologiyasi	279
Nazorat uchun savollar	281
V-BOB SODA MAHSULOTLARI VA XLORID KISLOTA ISHLAB CHIQRISH	282
1-§. Kalsinirlangan soda ishlab chiqarish	282
2-§. O‘yuvchi natriy, xlor va vodorod ishlab chiqarish	303
3-§. Xlorid kislota ishlab chiqarish	315
Nazorat uchun savollar	317
ADABIYOTLAR	319

SHAMSHIDINOV ISRAILJON TURGUNOVICH

**NOORGANIK MODDALAR VA
MINERAL O‘G‘ITLAR
TEXNOLOGIYASI**

Muharrir: N. Artiqova

Badiiy muxarrir: M.Adilov

Kompyuterda sahifalovchi: U.Raxmatov

Nashr.lits. AI № 174. Bosishga ruxsat etildi: 17.12.2014.
Qog‘oz bichimi 60x84 ¹/₁₆. Hisob-bosma tabog‘i 20,25 b.t.
Adadi 150 dona. 65-biyurtma.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.
100084, Toshkent, Kichik halqa yo‘li ko‘chasi, 7-uy.

«HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO‘JIZASI»
bosmaxonasida chop etildi.
100003, Toshkent sh., Olmazor, 171-uy.