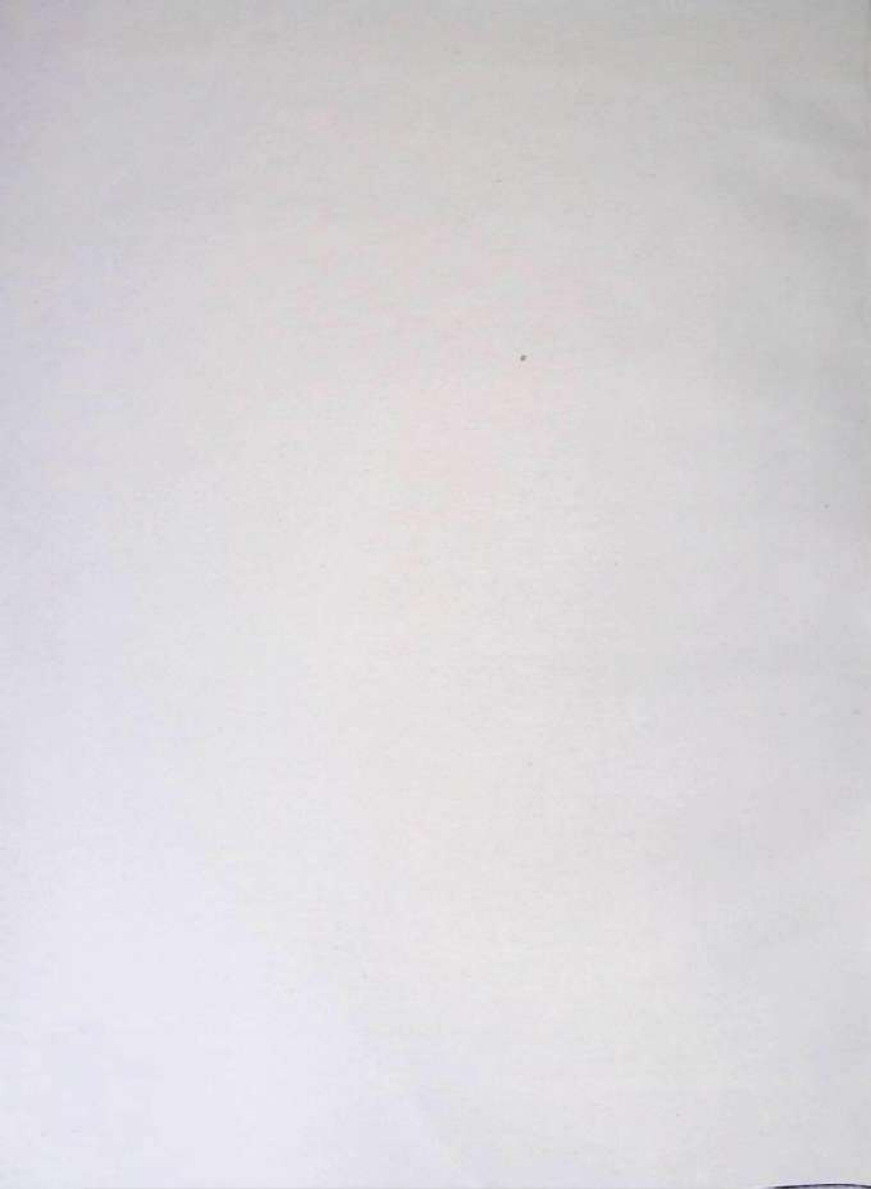


Q. G'AFUROV, I. SHAMSHIDINOV

MINERAL O'G'ITLAR VA TUZLAR TEXNOLOGIYASI





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

Q.G'AFUROV, I.SHAMSHIDINOV

MINERAL O'G'ITLAR VA TUZLAR TEXNOLOGIYASI

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan**

TOSHKENT – 2007

549
G-34.

Q. G'afurov, I. Shamshidinov. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. Darslik. T., «Fan va texnologiya», 2007, 352 b.

Ushbu darslik oliy o'quv yurtlarining 5522401 – «Kimyoviy texnologiya», 5140900 – «Kasb ta'limi» (kimyoviy texnologiya) bakalavriatura yo'nalishlari va 5A522401 – «Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi», 5A522404 – «Mineral o'g'itlar kimyoviy texnologiyasi», 5A522433 – «Kasb-hunar fanlarini o'qitish metodikasi» magistratura mutaxassisliklari talabalari uchun mo'ljallangan. Undan, shuningdek, yo'nalishi yuqorida ko'rsatilgan ixtisosliklarga muvofiq keladigan kasb-hunar kolleji o'qituvchilari hamda mineral o'g'itlar va noorganik moddalar ishlab chiqarish bilan shug'ullanuvchi muhandis-texnik xodimlar ham o'z ish faoliyatlarida foydalanishlari foydadan xoli emasdir.

Darslik 7 ta bobdan iborat bo'lib, undagi ma'lumotlar tegishli bakalavriatura yo'nalishlari va magistratura mutaxassisliklari o'quv dasturlari asosida yozilgan. Darslikda mineral o'g'itlar ishlab chiqarish usullarining Respublikamizda, MDH mamlakatlarida va chet ellarda qo'llanilayotgan texnologiyalari, shuningdek, mualliflar tomonidan yaratilgan va sanoat miqyosida sinovdan o'tkazilgan yangi texnologiyalar to'g'risida batafsil bayon etilgan. Mineral o'g'itlar texnologiyasining umumiy ilmiy asoslarini azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli va kompleks (murakkab va aralash) o'g'itlar ishlab chiqarish usullari bilan uyg'unlashgan holda ko'rsatib o'tilgan. Darslikning oxirgi bobi qishloq xo'jaligida ishlatiladigan ayrim noorganik zaharli vositalarga bag'ishlangan.

Taqrizchilar: SH. ABDULLAYEV – kimyo fanlari
doktori, professor;

N. BAKRIDDINOV – texnika fanlari
nauzodi, dotsent

SanOQI Axborot

resurs markazi

Inv No 3557 P4

ISBN 978-9943-10-034-3

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2007.

KIRISH

I bob. MINERAL O'G'ITLARNING XALQ XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI, KLASSIFIKATSIYASI, ASSORTIMENTI VA XOSSALARI

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 jo'n bo'lgan bo'lsa-da, 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 tuzlar 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 hattoki, o'n millionlab tonnani tashkil etadi.

1.1. 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 intensivlash ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyoti bilan obyektiv ravishda bog'liq bo'lgan iqtisodiy jara-yonlar qatoriga kiradi.

Qishloq xo'jaligini izchil va har tomonlama intensivlashda kimyolashtirish alohida ahamiyat kasb etadi. Kimyolashtirish o'g'it-

lar, 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 tuproqdan oladi.

O'simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi: organogenlar deb ataladigan — uglerod, kislorod, vodorod, azot; zolli elementlar deb ataladigan — fosfor, kaliy, kalsiy, magniy va oltingugurt; mikroelementlar deb ataladigan — bor, molibden, mis, rux, kobalt, marganes va temir o'simliklarning hayot faoliyati davomida muhim ahamiyatga egadir. Bir element o'rnini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har biri o'simliklarda o'ziga xos funksiyalarni bajaradi. O'simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar ham, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar kirishi mumkin. Ammo bu yoki boshqa elementlarning bo'lishi o'simliklar hayoti uchun muhim ahamiyat 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 u 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 nesha 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. Ular mikroelementlar deyiladi.

O'simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot, fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga egadir. Bunday elementlar bo'lgan 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. Tup-

roqning 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 anhidrid 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 nesha 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'itlar bilgan holda, me'yorida ishlatilishi kerak. Tuproqni o'g'itlashtirishning o'ziga 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 O'rta Osiyo respublikalarida har gektar yerdan 7–8 sentner paxta olingan bo'lsa, hozirgi 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 (1.1-jadval).

Mineral o'g'itlar ekinlarning hosildorligiga ta'siri

1.1-jadval

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

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

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

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

1.2. 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 hokazolarni maydalash) orqali tayyorlanadigan noorganik mahsulotlardan hosil qilinadi. Xomashyo sifatida xizmat qiladigan havo azotidan yoki tarkibida o'simliklar uchun ozuqa bo'ladigan moddalar bo'lgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat – koks-lash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor bo'lgan rudalardan metallarni suyuqlantirib 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 hamda 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 minerallashtirgan organik moddalar bilan oziqlanuvchi mikroorganizmlar bo'lgan preparatlar kiradi. Bunday o'g'itlar qatoriga azotobakterin, tuproq nitragini kiradi.

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

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

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

Azotli o'g'itlar suvda yaxshi eriydi, ular azot birikmalarining: ammiakli, ammoniyli, amidli va bu shaklning turli hosilalari (ammiak-nitratli, ammiak-amidli va h.k.) 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 — ammofos, 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 bo'lgan 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: pretsipitat (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: ftozsizlangan 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 (hattoki 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, kaliy-magneziya) 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 bo'lgan — borat kislota, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), sho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli chiqindilar suvda erimaydi. Ularni suvda eriydigan holatda 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 bo'lgan o'g'itlar hisoblanadi. Ikkilamchi uyg'un 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 aralashtirilishi 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 neytrallash 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 bisulfid 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 assimilatsiyalanadigan o'g'itlar kiradi, ulardagi kation esa tuproq muhitini ishqorlashtirgan holda to'planadi. Masalan, bunday o'g'itlarga natriy, kaliy va kalsiy nitratlari kiradi.

1.3. Mineral o'g'itlarning assortimenti va asosiy tarkibi

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

O'g'itlarning muhim sifat ko'rsatkichi ulardagi o'simliklar uchun zarur bo'lgan — ta'sir etuvchi moddalar miqdori hisoblanadi. Asosiy ta'sir etuvchi moddalar azot, fosfor va kaliy birikmalari hisoblanadi. Hozirgi paytda o'g'itdagi ularning miqdori elementar azot (N), fosfor(V)-oksid — fosfat ангидрид (R_2O_5) va kaliy oksid (K_2O) hisobida o'lchanadi.

Davlat standartlari (DAST) yoki texnik shartlar (TSH) asosida mineral o'g'itlardagi bir yoki bir nisha ta'sir etuvchi moddalarning minimal miqdori belgilab beriladi. Shu bilan bir qatorda ushbu standartlarda o'g'itdagi namlik va o'g'itlar tarkibidagi o'simliklarga zararli, shuningdek, fizik-kimyoviy va mexanik xossalari ko'rsatkichlarga salbiy ta'sir etuvchi qo'shimchalar miqdori chegaralanadi. Namlikning ortishi o'g'itning yopishqoqligini oshiradi va bir butun massa holatida qotib qoladi. Bundan tashqari, namlik o'g'it tarkibidagi ozuqa moddalar miqdorini kamaytiruvchi omil hisoblanadi.

Quyida mineral o'g'itlar asosiy turlarining assortimenti keltirilgan.

Azotli o'g'itlar qattiq va suyuq holatda ishlab chiqariladi. Qattiq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it — tarkibida 45–46% N bo'lgan karbamid, undan keyin tarkibida 33,6–34,6 % N bo'lgan ammiakli selitra hisoblanadi. Kam konsentratsiyali o'g'it — tarkibida 20–21% N bo'lgan ammoniy sulfat nisbatan ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

Suyuq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it — tarkibida 82% N bo'lgan suvsiz ammiak hisoblanadi. Kam konsen-

tratsiyali ammiaklar va azotli eritmalar tarkibida 30–36% N va ammiakli suv tarkibida 20–21% N bo'ladi.

Barcha azotli o'g'itlar, ular tarkibidagi azotning shakliga qarab, beshta: ammiakli, ammoniyli, nitratli, ammoniyli-nitratli, amidli guruhlarga bo'linadi.

Azotli o'g'itlar assortimenti 1.2-jadvalda keltirilgan.

Azotli o'g'itlar assortimenti

1.2-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %			DAST yoki TSH
	asosiy modda, kam emas	azot, kam emas	namlik kam emas	
1	2	3	4	5
Ammiakli				
suyuq ammiak	99,6 NH_3	82,0	0,4	DAST 6221-75
ammiakli suv, texn. B markali	25,0 NH_3	20,5	-	DAST 9-77
Ammoniyli				
Ammoniy sulfat	NH_3			DAST 9097-74
oliy nav	25,7	21,0	0,2	
I nav – krist,	25,4	21,0	0,2	
II nav – krist, yoki amorf	25,4	20,8	0,3	
Ammoniy sulfat texnik				
I nav	-	20,8	0,8	Tsh 6-03-395-75
II nav	-	20,8	0,8	
Ammoniy sulfat donadorlangan	25,4	20,8	0,6	Tsh 6-41-69
Ammoniy- natriy sulfat	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \leq 20\%$	17	2	Tsh 6-08-192-75
Nitratli				
Natriyli selitra, texnika	NaNO_3			DAST 828-68

1	2	3	4	5
Natriyli selitra, texnika	NaNO_3			DAST 828-68
I nav	99,5	16,4	1,0	
II nav	99,0	16,3	1,8	
Natriyli selitra texnika	94	15,5	2,0	Tsh 90-45-66
Kalsiyli selitra, texnika	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	17,5	14	Tsh 6-03-367-74
Ammoniyli-nitratli va sitratli				
Ammiakli selitra, donadorlangan	NH_4NO_3			
oliy sifatli	99	34,65	0,2	DAST 5,2176-74
A markali	98	34,2	0,3	DAST 2-75
B markali	97,7	34,0	0,3	
karbamid (mochevina)	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$			
oliy sifatli	-	46,3	0,3	DAST 5.2206-75
qishloq xo'jaligi uchun	-	46	0,3	DAST 2085-75
suyuq karboammiakatlar	N	29	-	TSH 6.03-374-74
	CO_2	8-11	-	
Azotli o'g'it (syuqlanma)	N	30	-	TSH 6.03-377-70
Ammoniyli o'g'it	N	20,5	-	TSH 6.03-320-72

Fosforli o'g'itlar suvda eriydigan va suvda erimaydigan shakllarda ishlab chiqariladi. Suvda eruvchan fosforli o'g'itlarga apatit va fosforitdan olinadigan oddiy superfosfatlar (muvofig ravishda 20–21% P_2O_5 o'zl. va 14–15% P_2O_5 o'zl.) va qo'shaloq superfosfatlar (ishlatiladigan xomashyo va fosfat kislotaga muvofig ravishda 40–50% P_2O_5 o'zl.) kiradi.

Suvda eruvchan fosforli o'g'itlar assortimenti 1.3-jadvalda keltirilgan.

Qiyin eriydigan o'g'it — fosforit unining anchagina miqdori to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Bunday fosforit uni yuqori darajada maydalangan bo'ladi va undagi P_2O_5 miqdori katta

chegarada o'zgarishi mumkin. Suvda erimaydigan o'g'it sifatida o'g'itli pretsipitat ham ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda suvda erimaydigan o'g'itlar qatorida ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, marten dashqollari ham ishlatilmoqda. Suvda erimaydigan fosforli o'g'itlar assortimenti 1.4-jadvalda keltirilgan.

Suvda eruvchan fosforli o'g'itlar assortimenti

1.3-jadval

O'g'itlar	Tarkibi %				DAST yoki TSH
1	2	3	4	5	6
Oddiy superfosfat, kukunsimon, apatit konsentratidan	≤19	-	5,0	12	TSH 113-08-529-83
Oddiy superfosfat, kukunsimon, apatit konsentratidan neytral	20+1	-	2,5	5,0	TSH 6-08-310-79
Oddiy superfosfat, donadorlangan apatit konsentratidan neytral:					
Mikroelement qo'shilmagan	20+1	-	2,3	3,5	
Mikroelementli:					
Borli [0,2+0,05% B]	20+1	-	2,3	3,5	
Marganesli [1,5+0,5%Mn]	19+1	-	2,3	3,5	
Molibdenli [0,13+0,03%Mo]	20+1	-	2,3	3,5	
Qo'shaloq superfosfat, donador					DAST 16306-80
A markali	4+1	-	2,5	3,0	
B markali:					
1 nav	46+1	-	4,5	4,0	
2 nav	43+1	-	5,0	4,0	
Qo'shaloq super fosfat, donador					
Mikroelementli [0,4+0,05% B, 0,2+0,03% MO]					
Oliy nav	≥43	≥37	5,0	4,0	
nav	≥42	≥36	5,0	4,0	

1	2	3	4	5	6
Qo'shaloq superfosfat +, Qoratog' fosforitidan olingan donador,					TSH 113-08-44-02-90
Oliy	47+1	-	5,0	4,0	
I nav	44+1	-	5,0	4,0	
Oddiy superfosfat ammoniylashtirilgan, Qoratog' fosforiti asosida ($\geq 1,5\%N$)					TSH 113-08-571-85
Donadorlangan	15+1	-	0,5	3,0	
quritilgan	15+1	-	0,5	3,0	
Sekin ta'sir etuvchi fosforli o'g'it:					TSH 6-08-469-80
Oliy nav	≥ 38	≥ 19	4,0	4,0	
I-nav	≥ 38	≥ 19	4,0	4,0	

Suvda erimaydigan fosforli o'g'itlar assortimenti

1.4-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %				DAST yoki TSH
	P ₂ O ₅ zl kam emas	P ₂ O ₅ s.c. kam emas	P ₂ O ₅ erk. ko'p emas	Hamlik, ko'p emas	
1	2	3	4	5	6
O'g'itli presipitat	38	-	-	8	TSH 6-17-765-84
EFK asosida o'g'itli presipitat	44+1	-	-	3	TSH 113-08-513-82
Fosforit uni					DAST 4716-74
I nav	29+1	-	-	1,5	
II nav	23+1	-	-	1,5	
III nav	20+1	-	-	1,5	
O'g'it uchun shisha suyuqlantirishli fosfatli dashqol (shlak)					TU 14-11-176-78
FD-10 markali	10	-	-	1	
FD-7 markali	7	-	-	1	

Kaliyli o'g'itlar. Asosan suvda eruvchan kaliyli o'g'itlar ishlab chiqariladi. Ularga kaliy xlorid, kaliy sulfat, aralash tuzlar va boshqalar kiradi. Kaliyli o'g'itlar assortimenti 1.5-jadvalda keltirilgan.

Kaliyli o'g'itlar assortimenti

1.5-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %			DAST yoki TSH
	KCl	K ₂ O	Namlik, ko'p emas	
I	2	3	4	5
Kaliy xlorid, donadorlangan yoki yirik kristalli				DAST 4568-74
I nav	95+1	60+0,6	1	
II nav	91+1	57,5+0,6	1	
Kaliy xlorid, yirik kristalli	85	57,7+0,6	1	TSH 6-12-84-75
Kaliyli aralash tuz (40%)	63,3	40,0	2	TSH 6-12-16-71
Kaliy xlorid – elektrolit, kristallanish orqali qayta ishlangan				TSH 48-10-40-76
A markali	72,0	45,5	4	
B markali	50,0	31,6	4	
Kaliy sulfat, q/x uchun	-	46±1	2	TSH 6-12-14-74
Kaliy sulfat texnik	-	48	2	TSH 48-5-30-72
Kaliy sulfat o'g'itli	-			TSH 6-12-45-73
I nav	-	50,0	0,3	
II nav	-	46,0	0,3	
Kalimagneziya, kukunsimon (9+1% MgO)	-	29±1	5	6-12-77-74
Kaliyli-magniyli-konsentrat, donadorlangan (9+1% MgO)	-	18,5±1	7	TSH 46-12-44-73
Tabiiy kainit	-	10+05	5	TSH 6-12-23-70

Kompleks o'g'itlar. Ularga tarkibida ikkita va uchta ozuqa elementi bo'lgan murakkab o'g'itlar (ammofos, diammofofos, superammofos-Q, nitroammofoska, nitrofoska va boshqalar), murakkab-aralash va aralash o'g'itlar, shuningdek, suyuq kompleks o'g'itlar kiradi. Kompleks o'g'itlar assortimenti 1.6-jadvalda keltirilgan.

Kompleks o'g'itlar assortimenti

1.6-jadval

O'g'itlar	Tarkibi, %					Namlik ko'p emas	DAST yoki TSH
	Umumiy ozuqa moddasi	N	P ₂ O ₅		K ₂ O		
			O'zl.	s.e.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Murakkab o'g'itlar							
Ammofos:							DAST 1891-85
A markali							
oliy nav	64+1	12+1	≥52	≥48 ⁴⁾	-	1,0	
1 nav	62+1	11+1	50+1	≥46 ⁴⁾	-	1,0	
B markaliy					-		
oliy nav	55+1	11+1	≥44	≥36	-	1,0	
1 nav	51+1	10+1	42+1	≥34	-	1,0	
Ammofos, o'g'itli	51	≥12	≥39	≥31	-	1,0	TSH 95.255-80
Ammofos kukunsimon, apatit konsentratidan	61+1	≥11	50+1	≥47	-	1,0	TSH113-08-548-83
Ammofosfat	42-44	4-5	38-39 ¹⁾	≥26	-	1,5	TSH 113-08-552-84
Diammoniyfosfat	64-65	≥18	46-47 ¹⁾	-	-	1,5	TSH 113-08-556-84
Superammofos -Q, donadorlangan, Qoratog' Fosforiti asosida							TSH 133-08-44-02-90
Oliy	50+1	31+1	47+1	≥42	-	1,5	
1 nav	47+1	3+1	44+1	≥34	-	1,5	
Sulfasuperammofos-Q	46+1	3+1	43+1	≥30	-	1,5	
Diammofoska:							TSH 113-08-569-85
9-25-25 markali	59-62	9-10	25-26 ¹⁾	-	25-26	1,0	

1	2	3	4	5	6	7	8
10-30-20 markali	60-63	10-11	30-31 ¹⁾	-	20-21	1,0	
Nitroam- mofoska							DAST 19691-84
A markali (1:1:1)	51-54	17-18	17-18	15	17-18	0,8	
B markali (1:1,5:1,5)	51-54	13-14	19-20	16	19-20	0,8	
Azofoska:							TSH 113- 08-466-85
1:1:0 markali	44	23	21 ¹⁾	14	-	1,0	
2:1:0 markali	39	26	12 ¹⁾	10	-	1,0	
1:1:1 markali	48	16	16 ¹⁾	12	16	1,0	
2:1:1 markali	44	21	11 ¹⁾	8	11	1,0	
Nitroammofos							TSH 6- 08-433-79
A markali (1:1:0)	≥46	≥23	≥23	≥22	-	1,5	
B markali (1:1,5:0)	≥40	≥16	≥24	≥23	-	1,5	
V markali (1:0,8:0)	≥45	≥25	≥20	≥19	-	1,5	
Nitroammofos- Q, Qoratog ⁺ fosforiti asosida	45-50	3+0,5	42-47	34-42	-	1,0	
Nitrofos							ST 95,11- 77
Tenglashtirilgan	44+1	22+1	22+1	18	-	1,5	
A markali	40+1	23+1	17+1	7	-	1,5	
B markali	38+1	24+1	14+1	6	-	1,5	
Nitrofoska							
xibin konsentratidan	≥32	≥11	≥10	5,5 ¹⁾	≥11		DAST 11365-75
kovdor konsentratidan	≥30	≥10	≥10	5,5 ¹⁾	≥10		TSH 113- 08-526-82
Murakkab-aralash o'g'itlar							
Murakkab- aralash dona- dorlangan o'g'it							TSH 113- 08-522-82
1:1:1 markali	30-33	10-11	10-11 ¹⁾	6	10-11	1,5	
1:1:1 markali bor bilan (0,1+0,0,04%)	30-33	10-11	10-11 ¹⁾	8,5	10-11	1,0	

State Axborot

resurs markazi

Inv M 355414

1	2	3	4	5	6	7	8
Fosfor-kaliyli ezilgan o'g'it (0:1:1 markali)	≥28	0	≥14 ¹⁾	-	≥14	3,0	TSH 113- 08-549-83
Issiqlonalar uchun o'g'it							TSH 113- 08-454-80
A markali (MgO≥2,0%)	≥41	≥10	≥5 ¹⁾	-	≥	1,5	
B markali	≥42	≥18	≥6 ¹⁾	-	≥	1,5	
V markali	≥46	≥20	≥16 ¹⁾	-	≥	1,5	
Kompleks o'g'it, mikro- element bilan:							TSH 6-15- 1133-78
K markali (MgO≥2,0%)	≥29	≥11		-	≥16	8,0	
U markali (MgO≥0,35%)	≥28,35	≥7,5	≥6,0	-	≥14,5	8,0	
Suyuq kompleks o'g'itlar (SKO')							
10-34-0 markali	≥44	≥10	≥34	-	-	-	TSH 6-08- 414-78
8-24-0 markali	≥32	≥8	≥24	-	-	-	

1) P_2O_5 umum.; 2) chiqindi sifatida hosil bo'ladigan fosfat kislota asosida;
3) P_2O_5 s.e.: P_2O_5 zl. — 55% dan kam emas; 4) P_2O_5 erkin — 2% dan kam emas;
5) 10-34-0 markali SKO' ga qo'shimcha talablar: P_2O_5 konversiya darajasi — 55%
dan kam emas, suvda erimaydigan qoldiq massa ulushi — 0,3% dan kam emas.

Mikroo'g'itlar, ohakli materiallar, gips va gipsli materiallar, hayvonlar uchun ozuqali kimyoviy vositalar assortimenti, shuningdek, barcha turdagi o'g'itlarning agrokimyoviy xossalari mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi va ularning qo'llanilishi to'g'risidagi ma'lumotnoma adabiyotlarida batafsil keltirilgan.

1.4. Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari

O'g'itlar xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlarga: gigroskopikligi, yopishuvchanligi, donadorlanish (fraksiyal) tarkibi, zarrachalarning o'rtacha o'lchami, donachalar mustahkamligi, tabiiy qiyalanish burchagi, nom tortuvchanligi, haqiqiy va to'kma zichligi,

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 bo'lgan o'g'itning gigroskopiklik nuqtasi havoning yillik o'rtacha nisbiy namligidan katta bo'lmaydi.

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

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

bu yerda, W_m – namunaning kritik (maksimal) namligi;

K_1 – tajriba yo'li bilan aniqlanadigan kinetik konstanta.

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

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

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 mustahkamligini oshirish, mahsulotni omborga joylashtirish yoki qoplashdan oldin sovitish, uni konditsionerlash, uni saqlashda saqlash sharoitini ta'minlaydigan germetiklikni ta'minlash natijasida uning yopishqoqligini kamaytirish mumkin.

Elanish. Elanish — bu o'g'itni solishda tuproqda bir tekis taqsimlanishi uchun mashinalarning ta'minlovchi va tashlovchi qurilmalaridan o'g'itning tushishini belgilaydigan xususiyatidir. Tashlovchi qurilmalarda o'g'itlarning bir tekisda taqsimlanishi sepi-luvchanligi (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 hamda zichligiga, boshqa yuzalarga ishqalanish tabiatiga va hokazolarga 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 oqish burchagi. Sepiluvchi materialning to'kilishi natijasida to'planning gorizontaal yuza bilan hosil qiladigan burchagi tabiiy oqish burchagi deyiladi.

Namlik sig'imi. Namlik sig'imining chegarasi o'g'itning ekish agregatlaridan bir tekisda tushishini ta'minlanishdagi maksimal namlik bilan tavsiflanadi. O'g'itlarning sorbsiyali namlik sig'imi o'g'itning belgilangan 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 g'aram 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'lumot-noma adabiyotlaridan foydalangan holda batafsil tanishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. — М.: Химия, 1987. 464-с.
2. В.Н.Кочетков Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. проф. А.А.Соколовского. — М.: Химия, 1982. 400-с.
3. А.А.Соколовский, Т.П. Унанянц Краткий справочник по минеральным удобрениям. — М.: Химия, 1977. - 376-с.
4. К. Гафуров. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. — Т.: «FAN», 1992. 200-с.

II bob. AZOTLI O'G'ITLAR

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 — KAKN_2 va boshqalar) o'g'itlar hisoblanadi.

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

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

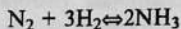
Ammoniyli va nitratli tuzlarning ko'pchiligi hamda karbamid suvda yaxshi eriydi. Ulardagi azot o'simliklarga yaxshi singiydi (ayniqsa, NO_3^- ning tuproqda harakatchanligi yuqori bo'ladi).

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

2.1. Ammiakli selitra

Ammoniy nitrat NH_4NO_3 ammiakli selitra deb ham yuritiladi. Uning ishlab chiqarish texnologiyasini o'rganish uchun avvalo, nitrat kislota hosil qilish kimyosi bilan biroz tanishmog'imiz lozim.

Ma'lumki, ammoniy nitrat — ammiak va nitrat kislotasining o'zaro ta'sirlashuv jarayonida hosil bo'ladi. Azotning vodorod bilan ta'siri natijasida ammiak sintez qilinadi:

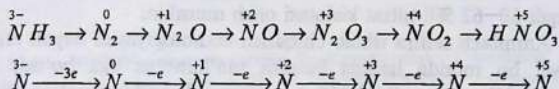


Ammiak sintezi issiqlik effekti harorat va bosimga bog'liq bo'ladi.

Odatda, past bosimli (10–15 MPa), o'rta bosimli (25–60 MPa) va yuqori bosimli (60–100 MPa) jarayonlar ma'lum. Harorat esa 400–500°C oralig'ida bo'ladi. Bu jarayon katalizatorsiz juda sust kechadi.

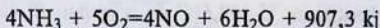
Amaliy ishlab chiqarishda o'rta bosimli jarayon temir katalizator (promotorlari: Al_2O_3 , K_2O va CaO lar hisoblanadi) ishtirokida olib boriladi. Kontakt jihozidan chiqayotgan gaz tarkibida 14–20% ammiak bo'ladi. U sovutilishi natijasida ammiak kondensatsiyalanadi, azot-vodorodli aralashma siklga qaytariladi. Hozirgi vaqtda quvvati 150 dan 1500 t/kunli sintez kolonnalari ishlatilmoqda.

Nitrat kislota esa ammiakning oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayon azotning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan sodir bo'ladi:

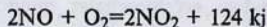


Sanoat korxonalarida suyultirilgan nitrat kislota olinadi. Bunda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:

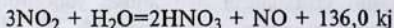
1. Ammiakning azot oksidigacha kontaktli oksidlanishi:



2. Azot oksidining dioksidigacha oksidlanishi:

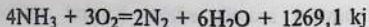


3. Azot dioksidning suv bilan absorbsiyasi:



Bu jarayonda platina va uning temir, marganes, kobalt va o'z guruhidagi metallar oksidlari bilan qotishmalari ishlatiladi.

Agar katalizator ishlatilmasa (harorat 900°C dan yuqorida), ammiak erkin holatdagi azotgacha oksidlanadi xolos:



Ammiakni katalitik oksidlash natijasida azot oksidining hosil bo'lish unumini 98% gacha yetkazish mumkin.

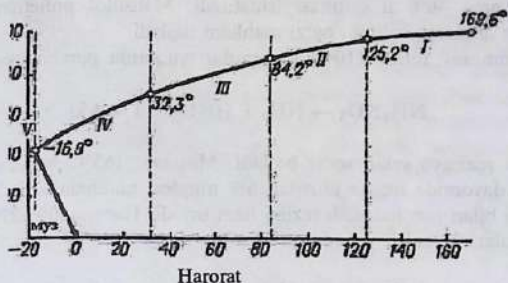
Jarayonni ishlab chiqarish korxonalarida atmosfera bosimida 700–800°C haroratda, yuqori bosim ($7,3 \cdot 10^5$ Pa)da esa 800–900°C haroratda olib boriladi. Havo – ammiak aralashmasida 1,25 mol O_2 ga 1 mol NH_3 berilishi kerak. Reaksiya tezligini va azot oksidining miqdorini oshirish uchun amalda $\text{O}_2:\text{NH}_3$ miqdoriy nisbati 1,7+2,0 oralig'ida olinadi.

Odatda, suyultirilgan nitrat kislotasini (47–50 %li) olish quyi-dagi tizimlarda olib borilishi mumkin: 1) atmosfera bosimida; 2) yuqori bosimda; 3) kombinatsiyalashgan, ya'ni ammiakni oksidlash jarayoni ($3\text{--}4 \cdot 10^5$ Pa bosimda, NO ni oksidlash va NO_2 ni suv bilan absorbilash jarayonlari esa ($8\text{--}12 \cdot 10^5$ Pa bosimda va odatdagi haroratda olib boriladi. Bosimni 1 MPa ga ko'tarish orqali 60–62 %li nitrat kislotasi olish mumkin.

Ammiakli selitra ishlab chiqarish texnologiyasini bayon etishdan avval bu modda haqida batafsil ma'lumotga ega bo'lish zarur. Ammiakli selitra (NH_4NO_3) asosan o'simliklar uchun mineral ozuqa sifatida ishlatiladi. U atmosfera bosimida va –50°C dan 169,6°C gacha harorat oralig'ida besh xil kristallik shaklida bo'ladi. $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ politermik diagrammasida (2.1-rasm).

Ammoniy nitratning I-IV turg'oq kristall shakli uchun harorat oraliqlari ko'rsatilgan. U 169,6°C da suyuqlanadi va V shakli esa –16,9°C dan quyi haroratdagina turg'oq bo'ladi. Kristall shakllarining o'zgarish chegarasi hamda harorati ammiakli selitranning namligi va tarkibidagi qo'shimchalar miqdoriga bog'liq bo'ladi. Ammoniy nitrat suvda yaxshi eriydi. Uning 100°C haroratdagi eruvchanlik koeffitsiyenti 1000 ga tengdir. Ammoniy nitratning suvli eritmasini kristallanish haroratidan yuqoriroqda bug'latilsa, tamoman suvsiz suyulgan tuzga aylanadi. U o'ta gigroskopik modda hisoblanadi. 30°C haroratda to'yingan eritmasi (70,2% li) ning yuzasidagi bug' bosimi 2,46 KPa (yoki 18,5 mm.sim.ust.)

atrofida, gigroskopik nuqtasi esa 60% atrofida bo'ladi. Bunda havoning nisbiy namligi 60% dan yuqori bo'lganda u nam lanib qoladi. Ammoniy nitrat gigroskopikligi va uni havodan nam tortish tezligi unga eruvchan noorganik tuzlar qo'shilganda ortib boradi. Masalan, 1,2% magniy nitrat qo'shilsa, ammoniy nitratning gigroskopik nuqtasi 8–12% gacha pasayadi, nam tortish tezligi esa oshadi.



2.1-rasm. NH_4NO_3 ning suvda eruvchanligi. Kristallar shakli: I kubsimon; II tetragonal; III rombik-monouchlik; IV bipiramidal rombik; V tetragonal.

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

Ammoniy nitratning yopishqoqligini kamaytirish uchun:

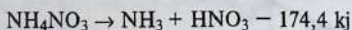
1. Mahsulot tarkibida juda oz miqdorda (0,2%) suv qolguncha bug'latiladi, donadorlanadi va sovitiladi. Bunda 32,3°C dan quyi haroratda turg'oq (stabil) bo'lgan uning IV shakli hosil bo'ladi.

2. Mahsulot kristallanguncha turli qo'shimchalar qo'shiladi. Bunday qo'shimchalar sifatida magnezit yoki dolomitni nitrat kislotada parchalash yo'li bilan olingan magniy nitrat, kalsiy va magniy nitratlari, fosforit yoki apatitni nitrat kislotada parchalash orqali hosil qilingan mahsulotlar, diammoniyfosfat, ammoniy sulfat, shuningdek, tuproq, talk, diatomit, vermikulit va boshqalardan

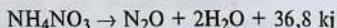
foydalaniladi. Bunda magniy nitrat $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ kristallogidratini hosil qilib, ammoniy nitratning II shaklini III ga o'tishini sekinlashtiradi va II shaklini IV ga metastabil o'tishini ta'minlaydi. Qotmagan mahsulotga erimaydigan moddalarni qo'shish esa donalarning mayda kristall struktura holida qotishiga, zichligi oshishi va mustahkam bo'lishiga yordam beradi.

3. Mahsulot donalariga sirtaktiv moddalar bilan ishlov berilib, gidrofob qatlam hosil qilinadi. Buning uchun naftalin-formaldegid (NF) ning 40% li eritmasi ishlatiladi. Mahsulot polietilen yoki qog'oz qoplarga solinib, og'zi mahkam tikiladi.

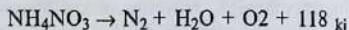
Ammoniy nitrat $110^\circ C$ haroratdan yuqorida parchalana boshlaydi:



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



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



Amalda $300^\circ C$ 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 (aluminium 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 $\text{CaO}(\text{MgO})$ 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.

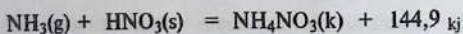
Ammiakli selitranning donadorlik tarkibi: A markada 1–3 mm. li donachalar 93% dan kam emas; B markada 1–4 mm. li donachalar 95% dan kam emas (shuningdek, barcha yuqori navlarda 2–3 mm, li donachalar 50% dan kam emas). Barcha navlarda 1 mm. dan kichik donachalar 4% dan ortiq emas.

Ammoniy nitrat donachalarining statik mustahkamligi: 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 xavfli bo'lib, isitgichlardan xoli bo'lgan xonalarda saqlanadi. Boshqa moddalar bilan birgalikda saqlanmaydi va bir joydan boshqa joyga tashilmaydi.

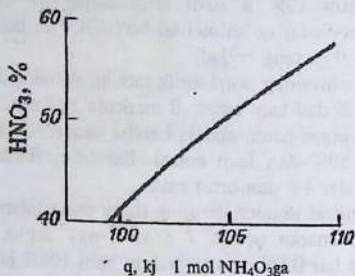
2.2. Ammiakli selitra ishlab chiqarish

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.

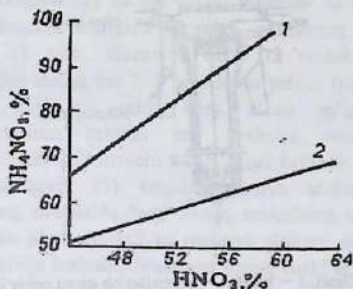
47–60% li nitrat kislotasini ammiak gazi bilan neytrallash natijasida ammoniy nitrat eritmasi hosil bo'ladi. Bu eritmani bug'latishda neytrallanish issiqligidan foydalaniladi. Bunda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori nitrat kislotasining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi (2.2-rasm). Olinadigan g eritmadagi ammoniy nitrat miqdori reaksiya uchun olingan nitrat kislotasi konsentratsiyasiga proporsional o'zgaradi hamda neytrallanish issiqligidan foydalanilganda uning eritmadagi miqdori oshib boradi (2.3-rasm).



2.2-rasm. Nitrat kislotasini gaz holidagi ammiak bilan neytrallash issiqligi — q (atmosfera bosimi va 180°Cda).

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 sovitgich orqali o'tib, neytrallash jihozi (reaktor) va ammiak yutgich (absorber) oralig'ida aylanar edi. Keyinchalik bu usul o'rmini boshqasi egalladi, ya'ni eritma neytrallash jihozi (apparati) dan bug'latgichga beriladigan bo'ldi. Bu usulda neytrallash 180–200°C 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 konsentrat-siyasini 75–80% dan 95–99% gacha vakuum-jihozida bug'latish uchun ishlatiladi. Bu usullarning barchasi eritmani reaksiya muhitida qaynab ketishdan saqlaydi.



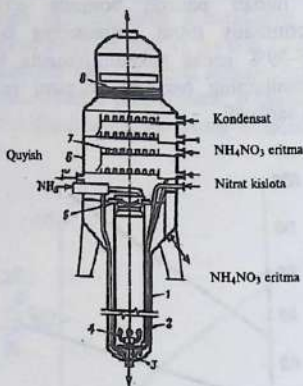
2.3-rasm. Eritmadagi NH_4NO_3 miqdorining reaksiya uchun olingan HNO_3 konsentratsiyasiga bog'liqligi (harorat 70°C): 1 – reaksiya issiqligidan foydalanilganda (issiqlik yo'qolishi 3% atrofida); 2 – issiqlikdan foydalanilmagan holda.

Bizda qo'llaniladigan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihozining o'zi ishlatiladi. Bunda neytrallanish bilan bir paytda eritma qaynaydi va bug'lanadi. Bunday jihozni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (2.4-rasm).

Ilgarilari sanoatda 47–57% li nitrat kislota 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.



2.4-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.

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

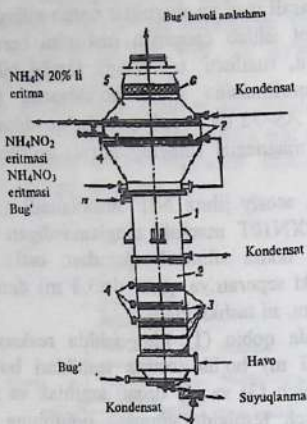
XX asrning oltmishinchi yillaridan boshlab 58–60% li nitrat kislotasi ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Sutkasiga 1360–1575 tonna mahsulot ishlab chiqariladigan ammiakli selitra (AS) qurilmalari ishlab kelmoqda. Bunday qurilmalar AS-67, AS-72 va AS-72M (takomillashgan) yuqori texnik darajada ishlangan, avto-

matlashgan, samarali usul va sharoitlar barpo qilingan bo'lib, yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular jihozlarning 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 (magniy nitrat) qo'shish bilan amalga oshiriladi.

Texnologiyada asosiy jihoz NIF hisoblanadi (2.4-rasm). NIF 03X18N11 va 12XN10T markali zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan bo'lib, ikkita silindrik qismdan: ostki reaktor qismi ($d=1,6$ m) va ustki seperatsiya qismi $d=3,8$ m) dan iborat. Umumiy balandligi 10 m. ni tashkil etadi.

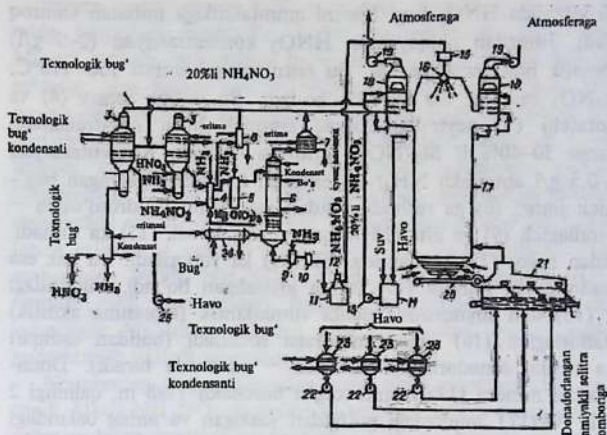
Reaktor qismida qobiq (1) ning ishida reaksiya stakani (2) ($d=1,2$ m, $N=4,3$ m) bo'lib, ostida teshiklari bo'ladi. Reaktor ostiga titan purkagich (3) va (4) orqali ammiak va nitrat kislotalari purkaladi. Purkagich teshigida ammiak oqimining tezligi 30–50 m/sek bo'ladi (3 mm. diametrli 6650 ta teshik bor). Nitrat kislotalarining oqim tezligi esa 2–3 m/sek. ga yetadi (purkagichda 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 kislotalari va ammoniy nitratning parchalanishi hamda ularning erkin azot holatida yo'qolishi juda oz bo'ladi.

Jihozning yuqori qismida separator (6) bo'lib, tomchili bug' 0,6 m/sek tezlikda ko'tarilib, to'rtta barbotaj qalpoqli tarelkali (7) da yuviladi. Ostidagi 2 ta tarelkada nitrat kislotalari 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 xoli bo'lishni qaytargich (8) da amalga oshiriladi. Yuvindilar NIF ga qaytariladi.



2.5-rasm. Kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi: 1 – qobiq-quvurli qism; 2 – konsratsiyalash qismi; 3 – teshikli tarelkalar; 4 – issiqlik kiritish quvurlari; 5 – tozalov qismi; 6 – turli tomchi qaytargich; 7 – teshikli tarelkalar.

NIF da olingan ammoniy nitratning konsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (2.5-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 konsratsiyalovchi qismi (2) ($d = 2,8$ m, $H = 6$ m) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar (3) dan o'tib boradi. Konsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo'shimcha issiqlik beruvchi ilonizi quvurlar bo'ladi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 g/kg. dan oshmasligi lozim. Konsentrlash qismidan harorati $175\text{--}185^\circ\text{C}$ bo'lgan 99,7% li NH_4NO_3 suyuqlanmasi oqib tushadi.



2.6-rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi: 1 – ammiak gazini isitgich; 2 – nitrat kislotasini isitgich; 3–NIF jihozi; 4,5 – qo'shimcha neytrallagichlar; 6 – kombinatsiyalangan bug'latish jihozi; 7 – bug'-havo aralashmasini yuvgich; 8,18 – skrubberlar; 9 – gidroto'sqich; 10 – suyuqlanma filtri; 11 - suyuqlanma baki; 12 – nasos; 13 – markazdan qochma nasos; 14 – ammoniy nitrat eritmasi uchun bak; 15 – bak.

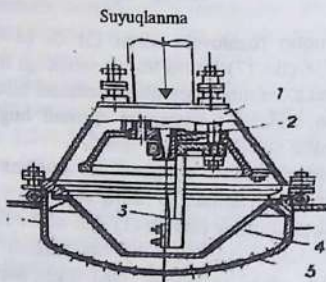
Jihozning yuqori tozalovchi qismi (5) da ($d = 3,8$ m) ikkita teshikli (elakli) tarelka (7) lar bo'lib, yuqorisidagi tarelka kondensat bilan, ostki tarelka esa ammoniy nitrat eritmasi bilan yuvilib turadi. Ular kirayotgan NH_4NO_3 eritmasini qisman bug'latish va bug'-havo aralashmasini yuvishga xizmat qiladi.

Ammiakli selitra ishlab chiqaradigan qurilma AS-72M ning texnologik sxemasi 2.6-rasmida ko'rsatilgan.

Gaz holatidagi ammiak isitgich (1) dan o'tib, $120-160^\circ\text{C}$ gacha qiziydi. Nitrat kislota ($58-60\%$ li) esa isitgich (2) dan o'tib, harorati $80-90^\circ\text{C}$ gacha ko'tariladi. Ular ikkita parallel ishlaydigan NIF jihoziga tushadi. Azotni bug'-tomchi bilan (NH_3 , HNO_3 , NH_4NO_3 , NO_2 holidi) yo'qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislota me'yorida ortiqroq bo'ladi. Chunki ammoniy nitrat erit-

masi 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 ney-trallanadi. 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 gidroto'sqich – neytrallagich (9) va filtr (10) orqali yig'uvchi bak (11) ka tushadi. Bakdan nasos (12) yordamida bak (15) ka 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 (2.7-rasm) da plastika (3) ga o'rnatilgan soplodan tuchadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akustik tebranishni singdirib sochiladi.



2.7-rasm. Akustik donadorlagich: 1 – korpusi; 2 – soplo; 3 – plastinka; 4 – to'g'ri filtr; 5 – teshikli tebranuvchi taglik.

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 1670°C atrofidagi haroratda kristallana boshlaydi, 140°C 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 sovitgich (21) ga tushadi va havo yordamida «qaynovchi qatlam»da sovitiladi. Sovitgichdan o'tgan mahsulotning harorati yoz faslida 40–50°C, qish faslida esa 20–30°C bo'ladi. Donadorlash va sovitish 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 NH₄NO₃ changlari va ammiak 20% li ammoniy nitrat eritmasi bilan yuviladi va ventilator (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.

Minoradagi qotish jarayonida kristallar I shakldan II ga, sovitgichdagi qotish jarayonida esa II → III → IV o'tish yuz beradi. Natijada, mahsulotning solishtirma hajmi o'zgaradi (III da IV dan katta va donachalar mustahkam emas). Kristallarning II dan IV ga o'tishini ta'minlovchi eng samarali usul eritmaga magniy nitrat (0,3–0,6%) qo'shish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bunda suyuqlanmadagi namlik 0,25% dan oshmasligi lozim. Natijada, 50,8°C haroratda II → IV o'tishni ta'minlash mumkin. Bu o'tish tufayli mahsulotning solishtirma hajmi kichik bo'lib, donachalarning mustahkamligi oshadi.

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 gDj bug' va 28,3 kv/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 qirqish 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.

2.3. Ammiakli selitra ishlab chiqarishning chet ellardagi texnologiyalari

G'arbiy Yevropada ammiakli selitra asosidagi bir necha xil murakkab o'g'itlar ham ishlab chiqariladi. Ulardan biri ohak-ammiakli selitra hisoblanadi. Bu o'g'it tarkibidagi NH_4NO_3 va CaCO_3 ning og'irlik nisbati 80:20 dan 53:47 gacha kattalikni tashkil etadi. Portlash xavfi bo'lmasligi uchun odatda 60% NH_4NO_3 va 40% CaCO_3 aralashmasi (N=26–28%) ni ishlatish ma'qul hisoblanadi. Bunday o'g'itlar nordon (kislotali) muhitli tuproqlarda keng ishlatiladi. Bundan tashqari, ammoniy sulfat-nitratli $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3$ o'g'itlar hamda NH_4NO_3 va KCl larning birgalikdagi suyuqlanmasidan kaliy-ammoniyli selitra olinadi. Bunday o'g'itlar juda oz miqdorda ishlab chiqariladi.

«IkI» (Ay-Si-Ay) firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra olish. Bu usul Angliyadagi «IkI» firmasida o'zlashtirilgan. Bu usul bilan olinadigan mahsulotga firma tomonidan – «nitram» savdo nomi berilgan. Loyiha quvvati 1000 t/sutka bo'lgan birinchi qurilma 1965–yilda Severnsayd (Angliya) da qurilgan. Keyinchalik shunday quvvatdagi qurilma Billingham shahri (Angliya) da ishga tushirilgan. Hozirgi paytda ammiakli selitra ishlab chiqarishning bu usulidan «UHDE» (UDE, Germaniya) firmasi ham foydalanmoqda.

«IkI» firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarishning asosiy jarayonlari quyidagicha amalga oshiriladi (2.8-rasm): Aralashtirgich o'rnatilgan idish (1) ga kondensator (4) dan chiqadigan bug' bilan ta'minlanadigan isitgich (3) orqali

55–60% li nitrat kislota tushadi. Shu idishga eritish uchun (elak (16) da hosil bo'ladigan va tegirmon (18) orqali o'tadigan) nos-tandart mahsulot hamda siklondan mahsulotning mayda fraksiyasi ham uzatiladi. Unga yana maxsus qurilmada (sxemada ko'rsatil-magan) magnezitni 57% li nitrat kislota eritmasida eritilishidan va filtrlanishidan hosil qilingan magniy nitrat eritmasi ham tushadi. Hosil qilingan eritmaga magniy nitratning filtrlash jarayonini yengillashtirish uchun nitrat kislota erimaydigan material — yordamchi qo'shimcha qo'shiladi.

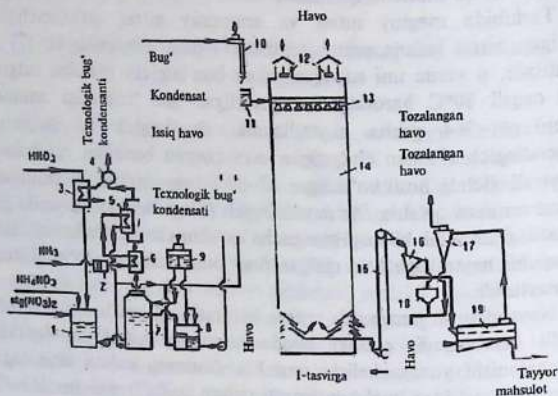
Tarkibida magniy nitrat va ammoniy nitrat qo'shimchalari bo'lgan nitrat kislota eritmasi idish (1) dan neytrallagich (7) ga uzatiladi, u yerda uni suyuq ammiak bug'latgichi (6) dan isitgich (5) orqali 80°C haroratgacha qizdirilgan gaz holatdagi ammiak bilan $\text{pH}=3-4$ gacha neytrallanadi. Bug'latgich va isitgichni neytrallagich (7) dan chiqadigan o'ta qizigan bu bilan qizdiriladi. Neytrallagichda hosil bo'ladigan 87–89% konsentratsiyali ammoniy nitrat eritmasi qo'shimcha neytrallagich (8) ga beriladi, u yerda gaz holatdagi ammiak bilan $\text{pH}=6$ gacha qo'shimcha neytrallanadi. Ikki bosqichli neytrallash o'ta qizigan bug' bilan ammiak yo'qotilishini kamaytiradi.

Neytrallanish jarayonida eritma haroratining keskin ortib ketishi xavfli hisoblanadi, chunki bunda ammoniy nitratning fontanli parchalanishi yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun texnologik sxemada sovitilgan bug' kondensati uchun bak (9) dan kerak bo'l-ganda eritma haroratini tezlik bilan pasaytirish uchun neytrallagich (7) ga yoki qo'shimcha neytrallagich (8) ga sovuq kondensat berilishi nazarda tutilgan.

89% li ammoniy nitrat eritmasi donadorlash minorasi (14) ning yuqori qismidagi bug'latgich jihozi (10) ga uzatiladi. Bug'lagich jarayonida ammoniy nitratning qisman parchalanishi hisobiga suyuqlanmaning rH qiymati ozgina pasayadi. Shuning uchun bak (11) ga oqib tushgan suyuqlanmaning rH qiymatini belgilangan darajaga yetkazish uchun ammiak beriladi. Bu idishdan esa suyuqlanma minoraning tomchilatuvchi qurilmasi (13) ga keladi va unda ammoniy nitrat suyuqlanmasi donadorlanadi.

Betonli minora aluminiyli folga (yupqa metall plastinka) bilan futirovkalangan. Tomchilarning tushish balandligi ≈ 73 m havo

oqimi minora ostidan kirib, undan ventilatorlar (12) orqali chiqib ketadi. Minorada donadorlangan mahsulot elevator (15) orqali elak (16) ga uzatiladi, u yerda tayyor mahsulot fraksiyasi ajratiladi. Nostandart (3 mm. dan yirik va 1 mm. dan mayda) fraksiya tegirmon (18) da maydalanadi, siklon (17) da tutib qolingani chang bilan aralashtiriladi va idish (1) ga qaytariladi. Tayyor mahsulot fraksiyasi sovitgich jihozi (19) da 40°C haroratgacha sovitiladi va polietilen qoplarga joylanadi.



2.8-rasm. «Ikl» firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish sxemasi: 1 – qattiq komponentlarni eritish idishi; 2 – filtr; 3,5 – isitgichlar; 4 – kondensator; 6 – suyuq ammiak bug'latgich; 7 – neytrallagich; 8 – qo'shimcha neytrallagich; 9 – bak; 10 – bug'latish jihozi; 11 – yig'gich bak; 12 – ventilatorlar; 13 – suyuqlarni tomchilatgich; 14 – donadorlash minorasi; 15 – elevator; 16 – elak; 17 – siklon; 18 – tegirmon; 19 – sovitgich jihozi.

Tayyor mahsulot tarkibida 34,5% N va 0,5% H_2O bo'ladi. Standart (1–3 mm o'lchamli) fraksiya unumi 95,0 %ni tashkil etadi.

Polietilen qoplarga joylangan selitra qirq qopgacha balandlikda taxlab qo'yilganda ham 12 oygacha yopishib qolmaydi.

1 t tayyor mahsulot olish uchun : 210–212 kg ammiak; 11,2 kg magnezit; 790–800 kg nitrat kislota (100% hisobida); 300 kg bug' (1,3 MIIa); 11,5 kVt*s elektroenergiya sarf bo'ladi.

«Kaltenbash» («Kaltenbax») firmasi usuli bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra olish. Bu usul bo'yicha donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: nitrat kislotasini ammiak bilan neytrallash; eritmani dastlabki bug'latish; eritmani oxirgi bug'latish; bug'latilgan eritmani donadorlash minorasida donadorlash; elash va donachali mahsulotni sovitish; tayyor mahsulotni qoplash va omborga jo'natish.

Neytrallash uchun ~56% li nitrat kislota va suyuq ammiakdan olingan ~0,8 MIIa bosimdagi gaz holatdagi ammiak ishlatiladi. Neytrallash jarayonida 180°C dan past haroratda ushlab turiladi. Neytrallagichning ostki qismidan 79% li ammoniy nitrat eritmasi bug'latgichga uzatiladi. Neytrallagichning yuqori qismidan 0,44 MIIa bosimdagi ~882 kg bug' ajralib chiqadi.

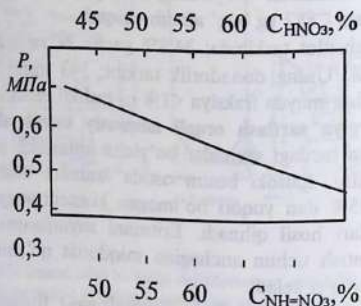
Tayyor mahsulot tarkibida: 34,8% gacha N va 0,2–0,3% gacha namlik bo'ladi. Uning donadorlik tarkibi: 1–3 mmli fraksiya 98% ni va 1 mm. dan mayda fraksiya <1% ni tashkil etadi.

Kam energiya sarflash orqali ammoniy nitrat olish. Ma'lum bo'lgan barcha turdagi sxemalar bo'yicha ammiakli selitra olishda nitrat kislotasini, hattoki bosim ostida ammiak bilan neytrallanganda ham 95% dan yuqori bo'lmagan konsentratsiyali ammoniy nitrat eritmalari hosil qilinadi. Eritmani suyuqlanma hosil qilguncha bug'latish uchun anchagina miqdorda qo'shimcha issiqlik sarflanishiga to'g'ri keladi.

«Didier-Engineering» («Dide Endjiniring») firmasi tomonidan yaratilgan yangi ammiakli selitra ishlab chiqarishning «AN-DE» jarayonida bosim ostidagi neytrallash orqali bu kamchilik bartaraf etilgan. Neytrallanish 180°C haroratda o'tkaziladi, bu neytrallagichda bosimning 0,4 va 0,8 MIIa orasida (jarayonda ishlatiladigan nitrat kislota konsentratsiyasiga bog'liq holda) o'zgarishi orqali ta'minlanadi. Shunday qilib, faqatgina reaksiya issiqligidan foydalanish hisobiga ammoniy nitrat eritmasining konsentratsiyasini 99,7% gacha oshirish imkoniyati yaratiladi. Bu issiqlik bug'latish jihozining issiqlik almashtirgichiga — neytrallagichdan olinadigan va unga nisbatan past haroratda issiqlik almashtirgichdan qayta-

riladigan sirkulatsiyali suyuqlik oqimi orqali uzatiladi. Bunday sirkulatsiya neytrallagichdagi eritma haroratini boshqarish imkoniyatini yaratadi. Bu usulning afzalligi texnologik jarayonda tozalanmagan bug' hosil bo'lishi kuzatilmaydi.

Ammiakli selitra ishlab chiqarish turli jarayonlarida reaksiya issiqligi bug' hosil qilish uchun ishlatiladi. Atmosfera bosimiga yaqin bosim ostida (0,12 MPa) va 135°C haroratda neytrallanishda 85% konsentratsiyali eritma hosil qilinadi; 180–185°C haroratda yuqori bosim [$\sim 0,4$ MPa (abs.)] ostida 75–77% li, 180°C haroratda 0,4–0,8 MPa bosim ostida («AN-DE» usuli bo'yicha) esa 65% li eritmalar olinadi. Yuqorida konsentratsiyalari keltirilgan eritmalar – neytrallagichga $\sim 60\%$ konsentratsiyali nitrat kislota berilishiga muvofiq keladi.



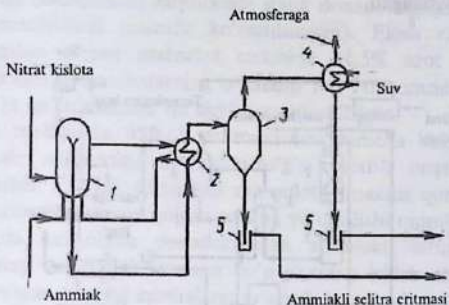
2.9-rasm. Neytrallagichdagi bosim, ammiakli selitra konsentratsiyasi va boshlang'ich nitrat kislota orasidagi o'zaro bog'liqlik (ishchi harorat 180°C).

Undan nitrat kislota konsentratsiyasi ortishi bilan shu sharoitda minimal ishchi harorat pasayishini kuzatish mumkin.

«AN-DE» jarayonida neytrallagichdagi haroratni va shu harorat bilan resikl harorati orasidagi farqni o'zgartirish, shuningdek, bug'latish bo'limidagi vakuumni o'zgartirish orqali turlicha belgilangan konsentratsiyali ammiakli selitra eritmalarini hosil qilish

mumkin. Jarayon shunday boshqariladiki, bunda neytrallagichdagi bosim doimo ayni haroratdagi eritma qaynash bosimidan yuqorida ushlab turiladi. Bu holda texnologik bug' hosil bo'lmaydi va odatdagi texnologik sxemalarda ammiakli selitra tomchilarini tutib qolishi uchun va kondensatni texnologik bug'dan tozalash uchun qo'llaniladigan qurilmalar talab etilmaydi. Neytrallanish jarayonida azotning yo'qotilishi nihoyatda oz darajada bo'ladi.

2.10-rasmda «AN-DE» jarayonining soddalashtirilgan texnologik sxemasi tasvirlangan. Neytrallagichdan bug'latish bo'limiga issiqlikni tashuvchi ammiakli selitra oqimining sirkulatsiyasi jarayonning asosi hisoblanadi. Issiqlik almashtirgichdan so'ng eritma neytrallagichga qaytariladi. Eritmaning sirkulatsiyasi nasos yordamida amalga oshiriladi. Bug'latish bo'limiga selitra eritmasi oqimining kiritilishidan oldin bosim ostidagi eritma redutsirlanadi (ya'ni suyuqlik ustidagi bosim pasaytiriladi), bu esa uning haroratini pasayishiga olib keladi. Eritmaning bug'latish haroratini pasaytirish uchun esa standart vakuum qurilmalari ishlatiladi.



2.10-rasm. «AN-DE» jarayonining soddalashtirilgan texnologik sxemasi:
1 — neytrallagich; 2 — issiqlik almashtirgich; 3 — bug'latuvchi jihoz;
4 — sovitgich; 5 — gidrozatvorlar.

Neytrallagich vertikal ko'rinishdagi idish bo'lib, yuqori bosim ostida ishlashga mo'ljallangan, jihozning ichida tik qiyalikda quvur

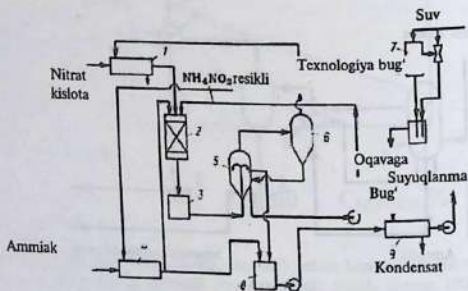
joylashtirilgan, u orqali eritma bug'latish jihoziga konsentrlash uchun yuboriladi.

Neytrallagich quvvati unga beriladigan ammiak miqdori bilan aniqlanadi, ammiak miqdori esa kiritiladigan kislota miqdoriga muvofiq kelishi kerak. Kislota ning o'zgina miqdori reaktoring pastki qismidan olinadigan eritma oqimiga eritmaning pH qiymatini belgilangan darajada uchlab turilishi uchun qo'shiladi.

Nitrat kislota konsentratsiyasi o'zgargandagi neytrallash jarayonini to'g'ri boshqarilishi kislota berish yo'nalishda joylashtirilgan, sezgir element biriktirilgan maxsus hisoblash qurilmasi yordamida amalga oshiriladi.

«Didier-Engineering» firmasi ma'lumotlari bo'yicha ular ishlab chiqqan «AN-DE» neytrallanish jarayoni energiya, kapital mablag'lar va ishlatish xarajatlari bo'yicha yuqori bosimli odatdagi neytrallash jarayoniga nisbatan anchagina tejamlidir.

«Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi usuli bo'yicha ammiakli selitra olish. Bu usulda ammiakli selitra olish sxemasi 2.11-rasmda tasvirlangan.



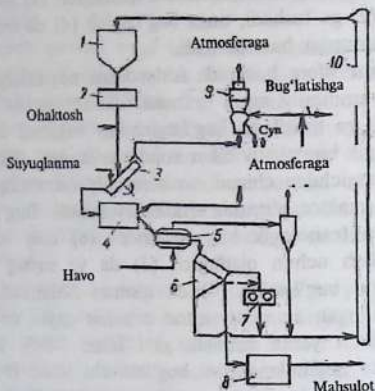
2.11-rasm. «Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi usuli bo'yicha 95% li ammiakli selitra suyuqlanmasi ishlab chiqarish sxemasi: 1 – nitrat kislota qizdirgichi; 2 – neytrallagich; 3 – yig'uvchi bak; 4,5 – bug'latgichlar; 6 – separator; 7 – kondensator; 8 – qo'shimcha neytrallagich; 9 – bug'latuvchi jihoz.

55% konsentratsiyali nitrat kislota qizdirgich (1) ga va so'ngra neytrallagich (2) ga tushadi, unga bug'latgich (4) da bug'lanadigan gaz holatdagi ammiak ham beriladi.

Sxemada atmosfera bosimida ishlaydigan neytrallagich ko'rsatilgan, undan ammoniy nitrat eritmasi vakuum ostida ishlaydigan bug'latgich (5) ga uzatiladi. Bug'latgichdagi vakuum kondensator (7) da texnologik bug'ni suv bilan kondensatlanishi natijasida hosil qilinadi. Bug'latgichdan chiqadigan ammoniy nitratning bir qismi bug'latgich va reaktor o'rtasida sirkulatsiyalanadi. Bug'latgich (5) dan chiqadigan texnologik bug' separator (6) dan so'ng nitrat kislotani qizdirish uchun qizdirgich (1) da va suyuq ammiakni bug'latish uchun bug'latgich (4) da qisman ishlatiladi. Bug'latgichda hosil qilingan ammoniy nitrat eritmasi qayta neytrallagich (8) ga tushadi, u yerda ammiak gazi bilan ~88% konsentratsiyagacha qayta neytrallanadi va bug'latuvchi jihoz (9) ga uzatiladi, u yerda 95% li konsentratsiyagacha bug'latiladi. Bug'latilgan eritma qayta bug'latish jihoziga beriladi. Hosil qilingan 99,5% li suyuqlanma donadorlash minorasida statik donadorlagichlar yordamida tomchilatiladi (rasmda ko'rsatilmagan). Elash va sovitish bosqichlaridan o'tgan mahsulot tarkibida 34,5% azot va 0,4% namlik bo'ladi. Donachalarning o'lchami 1-4 mm orasida bo'ladi. Stabillovchi qo'shimchalar qo'shish nazarda tutilgan.

Lozim topilganda 95% li eritmani (qo'shimcha bug'latishsiz) donadorlash minorasiga to'g'ridan-to'g'ri uzatish orqali g'ovak selitra olinadi. G'ovak donachali mahsulotni maxsus qurilmalarda quritish natijasida undagi qolgan namlik yo'qotilishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarishning texnologik sxemasi ko'p jihatdan ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan boshqa sxemalarga o'xshab ketadi. «Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi tomonidan yaratilgan yirik donachalar (7-11 mm.li) olish bilan tarelkali (likopchali) donadorlagich ishlatish orqali 99,5% li suyuqlanmadan changlanmaydigan donador ammiakli (yoki ohakli-ammiakli) selitralar olishning original yuqori haroratli usuli ham mavjuddir. Jarayonning texnologik sxemasi 2.12-rasmda ko'rsatilgan.



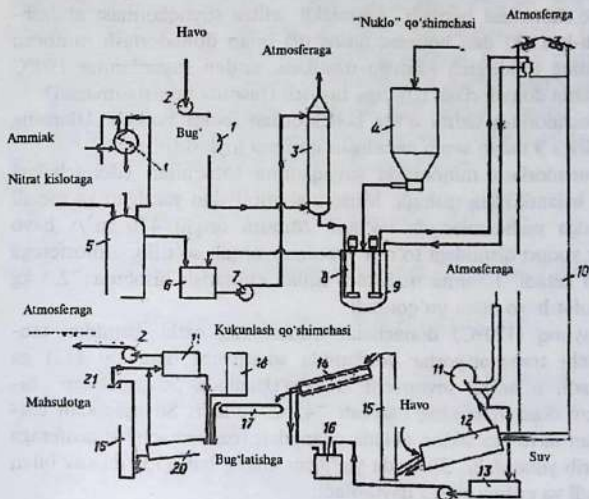
2.12-rasm. «Norsk-Hydro» («Norsk-Gidro») firmasi usuli bo'yicha tarekali donadorlagichdan foydalanib, donadorlangan ammiakli va ohakli-ammiakli selitralar olishning texnologik sxemasi: 1 – retur bunker; 2 – ta'minlagich; 3–tarekali donadorlagich; 4 – shliflovchi baraban; 5 – sovitgich; 6 – clak; 7 – tegirmon; 8 – kukunlashtiruvchi barabanlar; 9 – skruber; 10 – elevator.

«Norsk-Hydro» firmasi quvvati 400 t/sutka bo'lgan tarekali donadorlash qurilmasiga egadir. Eng yirik qurilmani (600 sutka) Gretsiyada «UHDE» firmasi qurgan. «Komnagnie Fransaise de L'azote» fransuz firmasi o'zining korxonalaridan biridagi eski donadorlash minoralari o'rniga quvvati 800 t/sutka bo'lgan «Norsk-Hydro» firmasining sxemasini tanlagan.

«Nuklo» qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra olish (AQSH). Bu usulning asosiy xususiyati juda mayda maydalangan (0,04 mm) bentonit tuproqlaridan iborat quruq kukunsimon maxsus «Nuklo» qo'shimchasi ishlatish hisoblanadi. Qo'shimcha 99,85% li ammiakli selitrage uni donadorlash minorasiga kiritishdan oldin qo'shiladi. Ayrim hollarda qo'shimchani bug'latish jihoziga kiritishdan oldin 95% li eritmaga qo'shiladi va uni 0,1–0,2% namlikkacha bug'latiladi.

«Nuklo» qo'shimchasi siklik qizdirish va sovitishda donachalar buzilishini kamaytiradi, shuningdek, donachalar mustahkamligini oshiradi va uni saqlashdagi yopishqoqligini kamaytiradi.

«Nuklo» qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish uchun qurilmaning prinsipial sxemasi 2.13-rasmda tasvirlangan.



2.13-rasm. «Nuklo» qo'shimchali donadorlangan ammiakli selitra ishlab chiqarish uchun qurilmaning prinsipial sxemasi: 1 – qizdirgich; 2 – ventilatorlar; 3 – bug'latuvchi jihoz; 4 – bunker; 5 – neytrallagich; 6 – buferli bak; 7 – nasos; 8 – bak-aralashtirgich; 9 – botirma nasos; 10 – donadorlash minorasi; 11, 19 – siklonlar; 12 – sovituvchi baraban; 13 – suvli bak; 14 – elak; 15 – elevatorlar; 16 – yig'gich; 17 – transportyor; 18 – bunker; 20 – kukunlash uchun baraban; 21 – aspirator.

Gaz holatdagi ammiak ($t \approx 65^{\circ}\text{C}$) neytrallagich (5) ga beriladi, u yerga, shuningdek, $\sim 38^{\circ}\text{C}$ haroratdagi 57% li nitrat kislotaga ham kelib tushadi. Neytrallagichdan 83% li ammiakli selitra eritmasi buferli bak (6) orqali nasos (7) bilan bug'latish jihozi (3) ga uzatiladi va u yerga suyuqlik quvur ishki devori bo'yicha sizib chiqadigan yupqa plyonka holatda oqib tushadi. Bug'latish jihozining ostki qismidan qizdirgich (1) da 180°C haroratgacha bug' bilan qizdirilgan havo beriladi. Havo sarfi ($\sim 270 \text{ m}^3/\text{t}$ selitra uchun)

6770 m³/s ni tashkil etadi. Bug'latilgan suyuqlanma (99,85% NH₄NO₃) aralashtirgichli bak (8) ka beriladi, u erga avtomatik suratda (yuklamaga bog'liq holda) bunker (4) dan 2% gacha «Nuklo» qo'shimchasi beriladi. Ammiakli selitra suyuqlanmasi aralash-tirgich-bak (8) dan botirma nasos (9) bilan donadorlash minorasi (10) ning to'ldirgich idishiga uzatiladi, undan suyuqlanma 190°C haroratda donadorlash tizimiga tushadi (rasmda tasvirlanmagan).

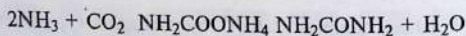
Donadorlash tizimi o'nta kollektordan iborat bo'ladi. Ularning har biriga 9 tadan sepib beradigan qurilma joylashtirilgan.

Donadorlash minorasida suyuqlanma tomchilari (donachalar) 26 m balandlikdan tushadi. Minora aluminiydan yasalgan va metall kaskadga mahkamlangan bo'ladi. Minora orqali 470 m³/s havo uning yuqori qismidagi to'rtta ventilator orqali so'rilib, atmosferaga chiqib ketadi. 1 tonna mahsulot ishlab chiqarish hisobida ~2,3 kg mahsulot havo bilan yo'qotiladi.

Qaynoq (120°C) donachalar minoraning ostki qismidan tebranuvchi transportyorlar yordamida sovituvchi barabani (12) ga uzatiladi, u orqali sovituvchi havo o'tkaziladi. Sovitgichdan chiqadigan donachalarning harorati ~45°C bo'ladi. Sovitgichdan chiqadigan havo esa siklon (11)da changdan tozalangach, atmosferaga chiqarib yuboriladi. Siklonda yig'ilgan chang bak (13) da suv bilan eritiladi va eritma siklga qaytariladi.

2.4. Karbamid (mochevina)

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



Natijada ammoniy karbat va uning parchalanishi natijasida karbamid, xalq tili bilan aytilganda mochevina deb ataladigan modda hosil bo'ladi.

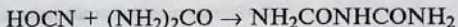
Hozirgi paytda bu jarayondan butun dunyo amaliyotida foydalaniladi.

2.4.1. Karbamidning xossalari

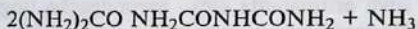
Karbamid — karbonat kislotaning diamid tuzi bo'lib, mochevina deb ham ataladi. U rangsiz, hidsiz kristall modda bo'lib, 25°C dagi zichligi 1330 kg/m³ ga teng, 132,7°C da suyuqlanadi. Texnik mahsulot esa oq yoki sarg'ish rangli ignasimon rombik prizmatik shakldagi kristallardan iboratdir. Suyuqlanish haroratigacha atmosfera bosimida qizdirilganda ammiak gazi ajralib chiqishi bilan parchalanadi. Bu jarayonda dastavval ammoniy sianat hosil bo'ladi, so'ngra sianat kislota va ammiakgacha parchalanadi:



Sianit kislotasi karbamid bilan ta'sirlashib, biuret hosil qiladi:



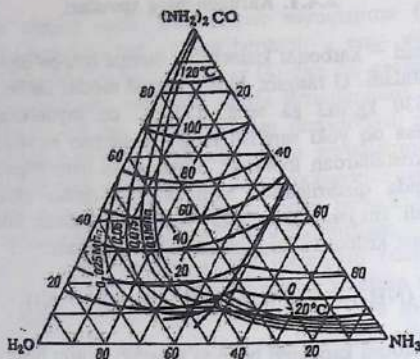
Ammiak ishtirokidagi biuret hosil bo'lishi sekinlashadi, lekin karbamidning o'zaro ta'siridan ham biuretlanish reaksiyasi sodir bo'lishi davom etaveradi:



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

2.14-rasmda $(\text{NH}_2)_2\text{CO}-\text{NH}_3-\text{N}_2\text{O}$ sistemasining holat diagrammasi keltirilgan. Karbamid suvda, spirtida va suyuq ammiakda yaxshi eriydi. Uning to'yingan suvli eritmasida 20°C haroratda 51,8%, 60°C da 71,9% va 120°C da 95,0% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ bo'ladi.

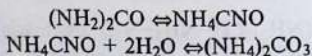
Karbamid kuchsiz asos xossasiga ega bo'lganligi uchun (25°C haroratdagi dissotsiatsiya konstantasi $1,5 \cdot 10^{-14}$) kislotalar bilan ta'sirlashib tuzlar hosil qiladi. Masalan, karbamid nitrat $(\text{NH}_2)_2\text{CO} \cdot \text{HNO}_3$ suvda oz eriydi, qizdirilganda esa portlash bilan parchalanadi,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



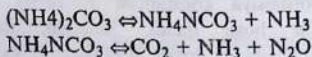
2.14-rasm. $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ - NH_3 - N_2O sistemasining politermik holat diagrammasi (to'yingan eritmalarining bug' bosimi MPa da, tarkibi esa % (mol) da ko'rsatilgan).

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

Karbamid suvli eritmalarida 80°C haroratgacha turg'oq, harorat ko'tarilganda esa u ammoniy izotsianit (sianit - N) ga va undan ammoniy karbonatga aylanadi:



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



Karbamid tarkibida 46,6% N bo'lib, ballassiz azotli o'g'it hisoblanadi. Karbamidning ammiakli selitruga nisbatan bir nesha afzallik tomonlari: azot miqdorining ko'pligida, kam gigros-kopikligida

(gigroskopiklik nuqtasi 20°C da 80% ga teng), portlash xavfi yo'qligida va kam yopishqoqligida namoyon bo'ladi. Bundan tashqari, uning tuproqda yuvilishi sekin kechadi.

Tuproqda karbamid namlik ta'sirida ammoniy karbonatga aylanadi va nordon (kislotali) tuproqni neytrallaydi. So'ngra mikro-organizmlar ta'sirida ammoniy ilni nitratlashadi va tuproqni nordonlashtiradi.

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

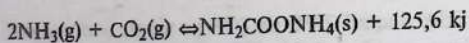
Karbamid protein qo'shimchasi sifatida uglevodlari ko'p va oqsil miqdori kam bo'lgan chorva yemlariga ham qo'shiladi. U ozuqa yemda 25–30% gacha oqsil o'rmini bosa oladi.

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

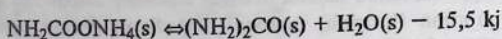
O'g'it sifatida ishlatiladigan karbamid esa B markada ishlab chiqariladi. Uning tarkibida 46,0% N, 0,9% atrofida biuret va 0,25% gacha namlik bo'ladi. O'g'itning donadorligi esa: 1–4 mm. li donachalar 94% dan kam emas, 1 mm.li donachalar 5% dan ortiq emas. Uni 6 oygacha qopsiz saqlanganda ham yopishib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

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

Karbamid $150\text{--}220^{\circ}\text{C}$ haroratda va 7–100 MPa bosimda ammiakka karbonat angidridni ta'sir ettirib olinadi. Bunda avval ammoniy karbamat hosil bo'ladi:

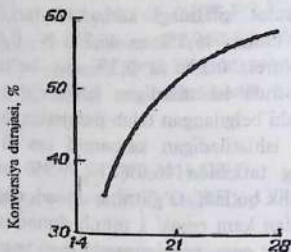


so'ngra suv ajralib chiqib, karbamidga aylanadi:



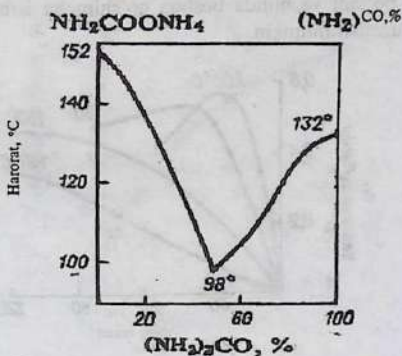
Jarayon ikkita faza chegarasida sodir bo'ladi: gaz holatidagi NH_3 , CO_2 , H_2O va suyuq (suyuqlanma va erigan moddalar) ammiak, ammoniy karbanat, karbamid, ammoniy karbonat tuzlari va suv.

Karbamid, asosan suyuq fazada, ya'ni suyuqlangan ammoniy karbanatdan hosil bo'ladi, chunki qattiq ammoniy karbamat qizdirilganda parchalanishi qiyindir. Ammoniy karbamatni hosil bo'lishi esa bosim oshishiga boqliq bo'ladi. Atmosfera bosimida va yuqori bo'lmagan haroratda ammoniy karbamat hosil bo'lishi juda sekin kechadi. Bosim 10 MPa va harorat 150°C da esa juda tez sodir bo'ladi. Bunda ammoniy karbamatning karbomidga sintezi ham tezlashadi (2.15-rasm).



2.15-rasm. Ammoniy karbamatning karbamidga konversiyasi darajasiga bosimning ta'siri.

Karbamid suyuq fazada hosil bo'lishi sababli, jihoz (apparat) ni to'latish darajasi (to'latish zichligi) qanchalik yuqori bo'lsa, karbamid hosil bo'lishi ham tezlashadi (gaz fazasi kamroq bo'lgani ma'quldir).



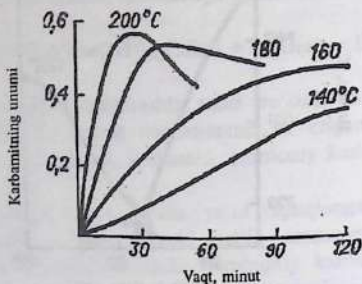
2.16-rasm. Ammoniy karbanat — karbamid sistemasi suyuqlanish diagrammasi.

Karbamid suyuqlangan ammoniy karbamatdan hosil bo'lsa-da, uning suyuqlanish haroratidan quyiyoqda bo'ladi ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 152°C da suyuqlanadi). Chunki ammoniy karbamatdan ajralib chiqayotgan suv molekulasini uning suyuqlanish haroratini pasaytiradi. Masalan, suyuqlanmada 9,2% suv bo'lsa, $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ ning suyuqlanish harorati 140°C ga teng bo'ladi. Suvning miqdori 14,7% ga ortishi bilan suyuqlanish harorati 130°C gacha pasayadi. Buning natijasida suyuq faza hajmi ko'payadi. Suv ta'sirida mahsulot tarkibidagi bir qism ammoniy karbamat ammoniy karbonatga, so'ngra u esa ammoniy bikarbonatga aylanadi. Hosil bo'ladigan karbamid ham ammoniy karbamatning suyuqlanish haroratini pasaytiradi (2.16-rasm). Masalan, 51% $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ va 49% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ dan iborat aralashmaning suyuqlanish (evtetik) nuqtasi 98°C dir.

Karbamidning hosil bo'lishi harorat ko'tarilishi bilan ortib boradi. Harorat 180°C dan yuqorida karbamidning unumi maksimumga erishadi. Qizdirish vaqti ortgan sayin ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasi pasaya boradi (2.17-rasm).

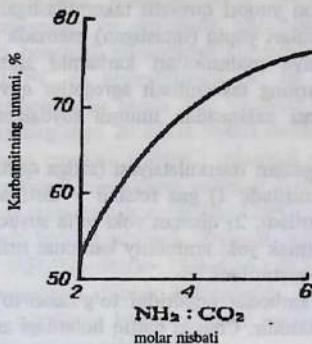
Chunki harorat ko'tarilgach, konversiya darajasi oshishi bilan birgalikda karbamidning NH_3 va CO_2 ga parchalanish jarayoni

ham sodir bo'ladi va bunda boshqa qo'shimcha jarayonlarni ham borishini kuzatish mumkin.



2.17-rasm. Ammoniy karbamatdan karbamid ishlab chiqarish unumining haroratga bo'liqlidagi vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Jarayonda SO_2 ning ortiqcha miqdori karbamid unumining ortishiga deyarli ta'sir etmaydi. Odatda, karbamid ishlab chiqarishda ammiak sintezi jarayonlarida to'planadigan karbonat anhidrid xom ashyo sifatida ishlatiladi. Bu xomashyo tarkibidagi N_2 , SO , N_2 , O_2 va boshqa qo'shimchalar karbamid unumiga salbiy ta'sir etadi. Gazlar aralashmasi tarkibidagi SO_2 ning miqdori 98–99% dan 85–86% gacha pasayganda konversiya darajasi 65% dan 45% gacha pasayadi. Karbamid sintezi uchun ishlatiladigan gazlar aralashmasida ammiak miqdorining ortib borishi karbamidning unumiga ijobiy ta'sir etadi (2.18-rasm). Ammiak miqdorining belgilangan stexiometrik me'yordan ortiqcha bo'lishi reaksiya jarayonida hosil bo'ladigan suvni biriktirib, reaksiyon muvozanatni ammoniy karbamatdan karbamid hosil bo'lishi tomonga siljishini ta'minlaydi va qo'shimcha moddalar hosil bo'lishini, shuningdek, jihozlar korroziyasini kamaytiradi. Bu holda ortiqcha ammiakni siklga qaytarish yoki boshqa maqsadlarda, ya'ni ammoniy nitrat ishlab chiqarishga yuborish rejalashtiriladi (bunda 1 t karbamid ishlab chiqarishdagi ortiqcha ammiakdan 5–8 t ammoniy nitrat olish mumkin).



2.18-rasm. Ammiak ortiqcha miqdorining karbamidning muvozanat unumiga ta'siri (o'rtacha 185–195°C, 18,5–32 MPa va to'ldirish zichligi 0,7 g/sm³ uchun).

2.4.3. Karbamid ishlab chiqarish usullari

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

Ammiak va karbonat angidridning karbamidga o'tishi muvofiq ravishda 50% va 70% dan oshmaydi. Shuning uchun karbamid ishlab chiqarish faqatgina sintez sharoitlari (harorat, bosim, $\text{NH}_3:\text{SO}_2$ nisbati) bilangina farqlanmay, balki suyuqlanma distillatsiyasi gazlari bo'lmish ammiak va karbonat angidridni tutib qolish va ishlatish usullari bilan ham farqlanadi.

Yuqori quvvatli ammiakli selitra ishlab chiqarish bilan uyg'unlashgan kichik karbamid ishlab chiqarish korxonalarida distillatsiya gazlari karbamid sintezi jarayoniga qaytarilmagan holda yopiq (tutashgan) sxemada ishlaydi. Bunday holda distillatsiya jarayoni bir bosqichda o'tkaziladi va gazlar aralashmasidagi ammiakning barcha qismi nitrat kislota bilan absorbsiyalanadi.

Hozirgi zamon yuqori quvvatli takomillashgan karbamid ishlab chiqarish korxonalari yopiq (tutashgan) sxemada ishlaydi va bunda barcha distillatsiya mahsulotlari karbamid sinteziga qaytariladi. Bunday sxemalarning takomillash agregatlar quvvatini oshirish va jarayon energiyasi zaxirasidan unumli foydalanish yo'lidanoqda.

Distillatsiya gazlari resirkulatsiyasi (siklga qaytarish) turli usullar bilan amalga oshiriladi: 1) gaz retsikli — distillatsiya mahsulotlari gaz holda qaytariladi; 2) qisman yoki to'la suyuq holdagi retsikl — siklga suyuq ammiak yoki ammoniy karbonat tuzlarining eritmalari (suspensiyalari) qaytariladi.

Ammiak va karbonat angdridni to'g'ridan-to'g'ri siklga qaytarish ancha mushkuldir. Chunki qattiq holatdagi ammoniy karbamat hosil bo'lishini oldini olish maqsadida suyuqlanma yuqori haroratda siqilishi kerak. Buning natijasida kompressorlar kuchli korroziyaga uchraydi. Shuning uchun gazlarni selektiv absorbentlar bilan ajratib olinadi. Absorberda gazlarni karbamid nitrat eritmasi bilan yuvish natijasida ammiak tutib qolinadi. Gazlar aralashmasi tarkibida qolgan SO_2 siklga qaytariladi. Absorbatni desorberda regeneratsiya qilinganda ammiak ajralib chiqadi va siklga qaytariladi. Absorbent sifatida monoetanolamin $\text{NH}_2\text{SN}_2\text{SN}_2\text{ON}$ ishlatilganda esa distillatsiya gazi tarkibidagi SO_2 tutib qolinadi, ammiakni esa suyuqlantirilib siklga qaytariladi. Absorbyerdan chiqayotgan absorbatni qizdirish natijasida SO_2 ajratib olinadi va siklga qaytariladi. Regenerat esa yana absorberga qaytariladi.

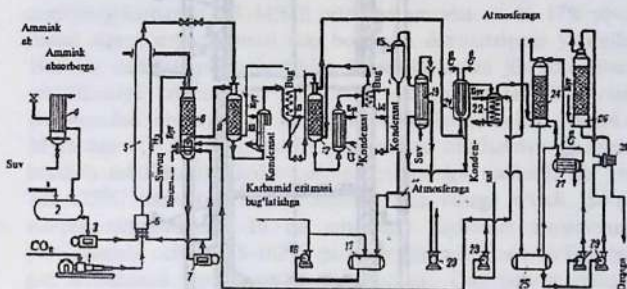
Suyuqlik retsiklli jarayonlar amalda ko'proq tarqalgandir. Bunda distillatsiya gazlari suvga yuttirilib, hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining konsentrlangan eritmasi karbamid sinteziga qaytariladi.

Eng takomillashgan usulda suyuqlanma distillatsiyasi, ya'ni ammoniy karbamatning parchalanishi va ammiakni haydash NH_3 va SO_2 muhitidagi sintez bosimi ostida amalga oshiriladi.

2.4.4. To'la suyuqlik retsiklida karbamid sintezi

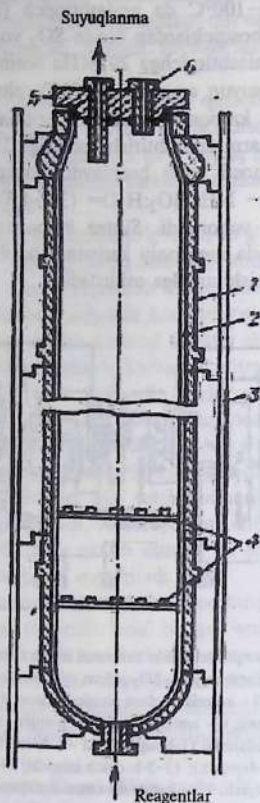
Suyuqlanmani ikki bosqichli distillatsiyasi va suyuqlik retsiklli karbamid sintezi texnologik sxemasining variantlaridan birini ko'rib chiqamiz (2.19-rasm).

Mexanik qo'shimchalar, vodorod sulfid, oltिंगugurtli organik birikmalardan tozalangan va quritilgan gaz holatidagi karbonat ангидрид SO_2 to'rt bosqichli kompressor (1) yordamida ~ 20 MPa bosimda va $95-100^\circ\text{C}$ da aralashtirgich (6) ga yuboriladi (agar zarurat bo'lsa, bosqichlardan birida SO_2 vodorod qo'shimchasidan tozalanadi). Aralashtirgichga 20 MPa bosim ostida plunjerli nasos (3) yordamida suyuq ammiak ($t=90^\circ\text{C}$), plunjerli nasos (7) yordamida ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi ($t=90^\circ\text{C}$) yuboriladi. Bu komponentlarni aralashtirish natijasida 175°C haroratda ammoniy karbamat hosil bo'la boshlaydi. So'ngra reaksiya aralashma (molar nisbati — $\text{NH}_3:\text{SO}_2:\text{H}_2\text{O} = (3,8+4,5):1:(0,5+0,8)$) sintez kolonnasi (5) ga yuboriladi. Sintez kolonnasida 185°C harorat va 20 MPa bosimda ammoniy karbamat hosil bo'lishi va karbamid-gacha parchalanishi amalga oshiriladi.



2.19-rasm. Suyuqlik retsiklida karbamid ishlab chiqarish sxemasi (sintez va suyuqlanish distillatsiyasi). 1 — SO_2 uchun to'rt bosqichli kompressor; 2 — suyuq ammiak tankeri; 3 — ammiak uchun plunjerli nasos; 4 — 1-bosqich kondensatori; 5 — sintez kolonnasi; 6 — aralashtirgich; 7 — plunjerli nasos; 8 — yuvuvchi kolonna; 9 — rektifikatsiya kolonnasi (1-bosqichi); 11 — 1-bosqich separatori; 12 — rektifikatsiya kolonnasi (2-bosqich); 13 — 2-bosqich isitgichi; 14 — 2-bosqich separatori; 15 — vakuum-bug'latgich; 16 — karbamid eritmasi uchun yig'gich; 17 — moy ajratgich; 18 — markazdan qochma nasos; 19 — kondensator; 20 — vakuum-nasos; 21 — 2-bosqich kondensatori; 22 — rezervuar; 23 — markazdan qochma nasos; 24 — absorber; 25 — ammoniy karbonat tuzlari eritmasi uchun yig'gich; 26 — desorber; 27 — sovitgich; 28 — issiqlik almashtirgich; 29 — markazdan qochma nasoslar.

Karbamid sintezi kolonnasi (2.20-rasm) sferik taglikka ega bo'lgan silindrik jihoz (apparat) dan iborat bo'lib, u uglerodli legirlangan po'latdan tayyorlanadi.



2.20-rasm. Karbamid sintez kolonnasi. 1 - korpus; 2 - himoya qatlami; 3 - himoya qatlami nazorat kollektori; 4 - panjara; 5 - qopqoq; 6 - termopara uchun shtutser.

Suyuqlanma to'qnashadigan ichki qismi xromnikelmolibdenli po'lat X17N16M3T yoki titan qoplama bilan himoyalangan bo'ladi. Ko'p qatlamli yuqori bosim (25–30 MPa) ga chidamli korpus qismi uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Korroziyaga bardoshli titandan tayyorlangan ichki himoya qismi sintez haroratini 200°C gacha yetkazish imkoniyatini yaratadi. Ichki qatlam holatini nazorat qilish uchun kolonna korpusida teshikchalar bo'lib, u umumiy kollektorga bog'lanadi. Reaksiyaga kirishuvchi massa kolonna ostidagi shtusyerdan kiradi va yuqoridagi yassi qopqoqdagi shtutser tomon astasi siljib boradi. Suyuqlanmani to'laroq aralashtirish uchun kolonnaning quyi qismida panjarali to'siqchalar o'rnatilgan. Quvvati (mahsuldorligi) 1250 t/sutka (450 ming t/yil) bo'lgan agregatning o'lchamlari: diametri 2–2,5 m, balandligi 30–35 m (hajmi 160 m³ gacha) bo'ladi.

Kolonnada hosil bo'lgan 30–31% li karbamid, 21–22% li ammoniy karbamat, 33–34% li ortiqcha ammiak va 16–17% suvdan iborat sintez suyuqlanmasi ikki bosqichli distillatsiyaga yuboriladi. Har bir distillatsiya agregatining bosqichi uchta jihozdan iborat: rektifikatsiya kolonnalari, isitgichlar va separatorlar (2.19-rasm). Kolonnadan chiqayotgan karbamid suyuqlanmasining bosimi 20 MPa dan 1,8–2,0 MPa gacha pasayadi va distillatsiya agregati 1-bosqich rektifikatsiya kolonnasining yuqorisiga tuchadi. Bu yerda 120–125°C haroratda undan ammiak gaz fazaga o'tadi. So'ngra issiqlik almashtirgich 10 da ammoniy karbamat suyuqlanmasi parchalanishi uchun 158–162°C gacha qizdiriladi. Hosil bo'lgan bug'-gaz aralashmasi separator (11) da ajratiladi. Gaz faza rektifikatsiya kolonnasi (9) ostiga qaytariladi. Suyuq faza esa bosimi 0,25–0,4 MPa gacha pasaytirilib, distillatsiyaning 2-bosqichiga yuboriladi.

Rektifikatsiya kolonnasi (9) dan chiqadigan gaz faza (75–76% NH₃, 21–22% SO₂ va 3% atrofida H₂O) yuvushi kolonna 8 ostiga yuboriladi. Bu yerda bug' yordamida isitiluvchi isitgich yordamida 92–96°C harorat ushlab turiladi. Bu yerga distillatsiyaning 2-bosqichidan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi yuboriladi. Yuvuvchi kolonnada CO₂ ning asosiy miqdori yuviladi va 38–45% NH₃, 30–37% CO₂, 22–27% H₂O tarkibli kondensat hosil bo'ladi. Bu eritma nasos (7) yordamida siqiladi va 20 MPa bosimda aralashtirgich (6) ga yuboriladi.

Gaz holatidagi ammiak 45-50°C haroratda kolonna 8 ning to'ldirgichli yuqori qismida SO₂ dan tamomila ajratiladi. U konsentrlangan ammiak (93-96% NH₃) bilan yuvib turiladi va kondensator (4) ga yuboriladi. U yerda siqiladi va tanker (2) orqali siklga qaytariladi.

Kondensatsiyalanmagan gazlar (asosan, N₂, N₂, O₂) absorbsiya sistemasida ammiak gazi qoldig'idan tozalanib, atmosfera bosimiga pasaytiriladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

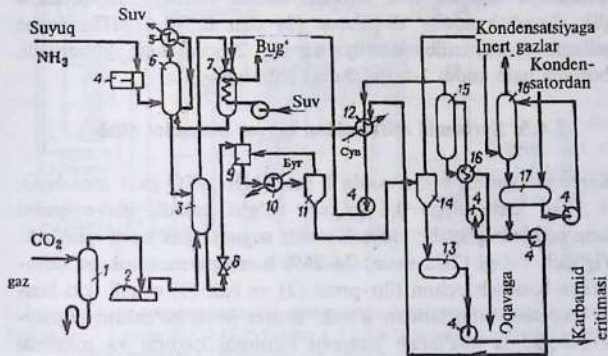
Distillatsiyaning 2-bosqichiga tushgan eritma 55-61% karbamid, 4-5 % ammoniy karbant, 6-7% ortiqcha ammiak va 28-35% suvdan iborat bo'ladi. Bu bosqichda ham distillatsiya jarayoni xuddi 1-bosqichdagi kabi amalga oshiriladi, ya'ni eritma dastavval rektifikatsiya kolonnasi (12) dan o'tadi. Bunda eritma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

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

Rektifikatsiya kolonnasi (12) dan chiqayotgan 55-56% NH₃, 24-25% SO₂ va 20-21% H₂O tarkibli gaz faza kondensator (21) ga yuboriladi. Kondensatorda (40°C) hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining kuchsiz eritmasi (33-50% NH₃, 10-16% SO₂ va 35-55% N₂O) rezervuar (22) orqali nasos (23) yordamida yuvuvchi kolonna (8) ga yuboriladi. Kondensator 21 dan chiqadigan gaz faza va boshqa (tarkibida NH₃ va SO₂ bo'lgan) gazlar absorber (24) ga yuboriladi. Absorberdan esa inert holatidagi gazlar atmosferaga chiqib ketadi. Absorber (24) da hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi issiqlik almashtirgich (28) da 90-95°C gacha isitiladi va desorber (26) ga yuboriladi. Bu yerda 0,3-0,4 MPa bosim va 135-145°C haroratda qizdirilgan bug' yordamida bu

birikmani NH_3 , SO_2 va H_2O ga to'la ajratiladi. Gaz holatidagi NH_3 va CO_2 suv bug'lari bilan birgalikda kondensatorning 2-bosqichi (21) ga yuboriladi. Qolgan suv esa oqovaga ketadi.

Keltirilgan sxemaning salbiy tomoni shundaki, unda ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasi unchalik yuqori emas (62–65%), regeneratsiya sistemasi esa murakkab, sintez issiqligidan samarali foydalanish qiyinroqdir. Shuning uchun hozirgi paytda keng miqyosdagi takomillashgan jarayonlar qo'llanila boshlandi. Ularni stripping jarayonlar (inglizcha stripping — haydash, strukturani buzish) deb ataladi. Bu usul jarayonda ta'sirlashmagan NH_3 va SO_2 larning ko'p qismini sintez bosimida haydash va kondensatsiyalashga asoslangan bo'lib, ishlab chiqarish sxemasini qisqartirish, sintez qismga qaytayotgan suvni kamaytirish va kondensatsiya issiqligidan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu jarayonlarda suyuqlanma distillatsiyasi qarama-qarshi oqimdagi karbonat ангидрид va ammiak bilan amalga oshiriladi. Bu esa suyuqlanma distillatsiyasini pastroq haroratda olib borishga va karbamidning gidrolizlanishiga barham berilishiga olib keladi.



2.21-rasm. Stripping-jarayonda karbamid sintezi va suyuqlanma distillatsiyasining prinsipial sxemasi: 1, 11, 14 – separatorlar; 2 – kompressor; 3 – issiqlik almashtirgich – distillyator; 4 – nasoslar; 5, 7 – yuqori bosimli kondensatorlar; 6 – reaktor; 8 – drossel klapani; 9 – rektifikatsiya kolonnasi; 10 – isitgich; 12 – yuqori bosimli kondensator; 13, 17 – idishlar; 15 – desorber; 16 – issiqlik almashtirgich; 18 – skrubber.

Stripping-jarayonlar variantlaridan biri Gollandiya firmasining «Stamikarbon» usuli bo'lib, unda karbamid sintezi 13 MPa bosim va 180–190°C haroratda reaktor — avtoklav (6) da (2.21-rasm) amalga oshirilib, avtoklav 8–10 elakli to'siqlarga ega bo'ladi. Unga suyuq holatdagi ammiak va yuqori bosimli ammoniy karbamatning suv-ammiakli eritmasi kondensatorlar (5) va (7) dan yuboriladi ($t = 170^{\circ}\text{C}$). Ta'sirlashuvchi aralashma avtoklavdan o'tish vaqtida (45–60 min) muvozanatga 90–95% erishiladi.

Reaktordan chiqayotgan suyuqlanma (13 MPa da) bug' bilan qizdirilgan (2,5 MPa da) SO_2 (unga korroziyaga qarshi havo qo'shiladi) bilan issiqlik almashtirgich — distillator (3) da distillanadi. Distillatordan chiqayotgan gazlar kondensator (7) ga yuboriladi. Bu yerda sintez bosimida ammoniy karbonat tuzlari eritmasining asosiy miqdori va past bosimli (0,35 MPa) bug' hosil bo'ladi. Ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi sintez kolonnasiga qaytariladi.

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

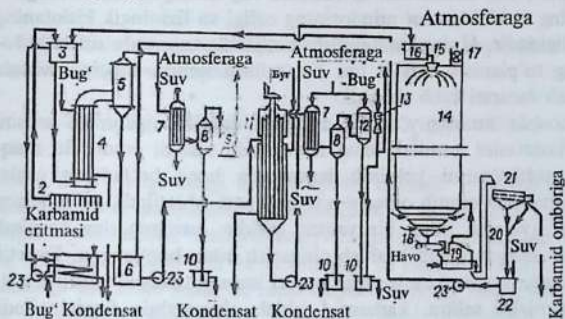
2.4.5. Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish

Karbamid sintezi reaksiyasida 1 mol $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ga 1 mol N_2O , ya'ni 1 kg karbamidga 0,3 kg suv to'g'ri keladi. Bu eritmani vakuum ostida bug'latilib, deyarli suvsiz suyuqlanma hosil qilinadi.

Yig'gich 1 dagi (2.22-rasm) 74–76% li eritma mexanik qo'shimchalardan tozalash uchun filtr-press (2) va bak (3) orqali ikki bosqichli bug'latish jihozlaridan o'tadi. Biuret hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida bug'latish jarayoni minimal harorat va minimal vaqtda yupqa qatlamli (oqimli) bug'latish jihozlarida amalga oshiriladi. Suyuqlanma konsentratsiyasi avval 20–40 KPa bosim va 118–125°C haroratda 92–95% gacha, so'ngra esa 2,5–6,5 KPa bosimda va 135–140°C haroratda 99,5–99,8% ga yetkaziladi.

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

Karbamid suyuqlanmasi bug'latish jarayonining 2-bosqichidan donadorlash minorasi (14) ustidagi idish (16) ga yuboriladi. U bug' bilan isitib turiladi. Suyuqlanma idishdan donadorlagich (15) ga tuchadi. Sochilayotgan tomchilar qarama-qarshi oqimli havo ta'sirida donadorlanib quriydi. Donachalar 60–70°C dan 40–50°C haroratgacha «qaynovchi qatlam» jihozida sovitiladi. Donachalar o'lchami 1–4 mm. bo'lgan mahsulot minora ishidagi yoki yonmayon joylashgan ikki elakli elagichda ajratiladi va qoplarga joylanib omborga yuboriladi. O'lchami 1mm.dan kishik va 4 mm.dan katta bo'lgan donachalar (yoki kukun) bak (22) da yig'iladi. Ularni suvda eritilib siklga qaytariladi.



2.22-rasm. Donadorlangan karbamid olish tasviri: 1 – karbamid eritmasi uchun idish (yig'gich); 2 – press-filtr; 3,16 – baklar; 4 – birinchi bosqich bug'latish jihozining isitish kamerasi; 5 – separator; 6 – bug'langan eritma yig'gichi; 7 – yuza kondensatori; 8 – tomchi tutgich; 9 – vakuum-nasos; 10 – barometrik bak; 11 – ikkinchi bosqich rotor bug'latish jihozi; 12 – barometrik kondensator; 13 – bug' oqimli ektor; 14 – donadorlash minorasi; 15 – donadorlagich; 17 – ventilator; 18 – lentali transportyor; 19 – donachalarni «qaynovchi qatlam» da sovitgich; 20 – elevator; 22 – chang va yirik donachalarni eritish baki; 23 – markazdan qochma nasos.

Stripping-jarayonlar variantlaridan biri Gollandiya firmasining «Stamikarbon» usuli bo'lib, unda karbamid sintezi 13 MPa bosim va 180–190°C haroratda reaktor – avtoklav (6) da (2.21-rasm) amalga oshirilib, avtoklav 8–10 elakli to'siqlarga ega bo'ladi. Unga suyuq holatdagi ammiak va yuqori bosimli ammoniy karbamatning suv-ammiakli eritmasi kondensatorlar (5) va (7) dan yuboriladi ($t = 170^{\circ}\text{C}$). Ta'sirlashuvchi aralashma avtoklavdan o'tish vaqtida (45–60 min) muvozanatga 90–95% erishiladi.

Reaktordan chiqayotgan suyuqlanma (13 MPa da) bug' bilan qizdirilgan (2,5 MPa da) SO_2 (unga korroziyaga qarshi havo qo'shiladi) bilan issiqlik almashtirgich – distillator (3) da distillanadi. Distillatordan chiqayotgan gazlar kondensator (7) ga yuboriladi. Bu yerda sintez bosimida ammoniy karbonat tuzlari eritmasining asosiy miqdori va past bosimli (0,35 MPa) bug' hosil bo'ladi. Ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi sintez kolonnasiga qaytariladi.

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

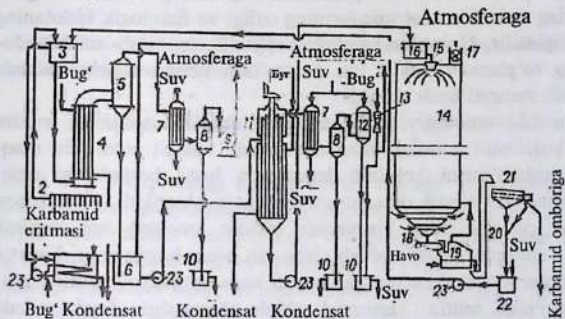
2.4.5. Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish

Karbamid sintezi reaksiyasida 1 mol $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ga 1 mol N_2O , ya'ni 1 kg karbamidga 0,3 kg suv to'g'ri keladi. Bu eritmani vakuum ostida bug'latilib, deyarli suvsiz suyuqlanma hosil qilinadi.

Yig'gich 1 dagi (2.22-rasm) 74–76% li eritma mexanik qo'shimchalardan tozalash uchun filtr-press (2) va bak (3) orqali ikki bosqichli bug'latish jihozlaridan o'tadi. Biuret hosil bo'lishini kamaytirish maqsadida bug'latish jarayoni minimal harorat va minimal vaqtda yupqa qatlamli (oqimli) bug'latish jihozlarida amalga oshiriladi. Suyuqlanma konsentratsiyasi avval 20–40 KPa bosim va 118–125°C haroratda 92–95% gacha, so'ngra esa 2,5–6,5 KPa bosimda va 135–140°C haroratda 99,5–99,8% ga yetkaziladi.

Birinci bosqich qizdiruvchi kamera (4) va bug' separatori (5) dan iborat. Ikkinshi bosqich bug'latish jihozi esa rotor (11) turiga ega. Bunda vertikal bug'latish quvurida rotor bo'ladi. U radial joylashgan plastinkalari bo'lgan vertikal o'qdan iborat. Uning aylanishi natijasida bug'lanuvchi eritma yuza bo'ylab yupqa qatlam holda taqsimlanadi.

Karbamid suyuqlanmasi bug'latish jarayonining 2-bosqichidan donadorlash minorasi (14) ustidagi idish (16) ga yuboriladi. U bug' bilan isitib turiladi. Suyuqlanma idishdan donadorlagich (15) ga tuchadi. Sochilayotgan tomchilar qarama-qarshi oqimli havo ta'sirida donadorlanib quriydi. Donachalar 60–70°C dan 40–50°C haroratgacha «qaynovchi qatlam» jihozida sovitiladi. Donachalar o'lchami 1–4 mm. bo'lgan mahsulot minora ishidagi yoki yonmayon joylashgan ikki elakli elagichda ajratiladi va qoplariga joylanib omborga yuboriladi. O'lchami 1mm.dan kishik va 4 mm.dan katta bo'lgan donachalar (yoki kukun) bak (22) da yig'iladi. Ularni suvda eritilib siklga qaytariladi.



2.22-rasm. Donadorlangan karbamid olish tasviri: 1 – karbamid eritmasi uchun idish (yig'gich); 2 – press-filtr; 3, 16 – baklar; 4 – birinchi bosqich bug'latish jihozining isitish kamerasi; 5 – separator; 6 – bug'langan eritma yig'gichi; 7 – yuza kondensatori; 8 – tomchi tutgich; 9 – vakuum-nasos; 10 – barometrik bak; 11 – ikkinchi bosqich rotor bug'latish jihozi; 12 – barometrik kondensator; 13 – bug' oqimli ejektor; 14 – donadorlash minorasi; 15 – donadorlagich; 17 – ventilator; 18 – lentali transportyor; 19 – donachalarni «qaynovchi qatlam» da sovitgich; 20 – elevator; 22 – chang va yirik donachalarni eritish baki; 23 – markazdan qochma nasos.

«Stamikarbon» stripping-jarayon usuli bo'yicha 1 t karbamid ishlab chiqarish uchun 0,58 t NH_3 (100% li), 0,75 t CO_2 (100 %li), 4,82 GDj bug', 65 m³ sovituvchi suv va 480 MDj elektroenergiya sarf bo'ladi.

2.5. Ammoniy sulfat

Ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — rangsiz kristall modda (zichligi 1769 kg/m³) bo'lib, uning tarkibida 21,21% azot bo'ladi. 350°C dan yuqori haroratda qizilirilganda ammiak va sulfat kislotaga parchalanadi. 100°Cda nordon tuz hosil qilish bilan dissotsiylanish boshlanadi; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ustidagi NH_3 ning bosimi 205°C haroratda 0,067 kPa ni, 300°C da 6,772 kPa ni tashkil etadi. Ammoniy sulfat suvda yaxshi eriydi. U kristallogidratlar hosil qilmaydi va uning eruvchanligi harorat ortishi bilan sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniy sulfat gigroskopikligi va yopishqoqligi kam bo'lgan o'g'it hisoblanib, uni ishlatishda qiyinchilik tug'dirmaydi. Kamchiligi — o'g'itning tarkibida azot miqdorining ozligi va fiziologik kislotaning yuqoriligidadir. Uning qo'llanilishi natijasida tuproqda sulfat kislotasining to'planishi tufayli uni neytrallash uchun davriy ravishda ohaklash zarurati kelib chiqadi.

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

Ammoniy sulfat donadorlangan yoki kristall holatda ishlab chiqariladi va belgilangan Davlat standartlari talablariga javob berishi

lozim (2.1-jadval). Ammoniy sulfat qog'oz yoki polietilen qoplarda yoki vagonlarda tashiladi.

2.1-jadval

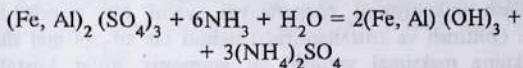
Ko'rsatkichlar	Oliy nav	1-Nav
Azot (quruq modda hisobida), kam emas	21	21
Suv, ko'p emas:	0,6	-
-donadorlangan mahsulotda	0,2	0,3
- kristall mahsulotda		
sulfat kislota, ko'p emas	0,5	-
- donadorlangan mahsulotda	0,03	0,05
- kristall mahsulotda		
Dispersligi, ko'p emas	90	-
-donadorlangan (1-4 mm)	60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

2.5.1. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari

Sulfat kislotasini gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash quyidagi reaksiyaga asoslangan:



bunda, ko'p miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Hosil bo'lgan issiqlik (saturator jarayonidagi) va tashqaridan gazlar bilan kiradigan issiqlik (saturatorsiz jarayonidagi) birgalikda sistemadagi suvni bug'lanishiga sarf bo'ladi va eritmaning to'yinishi hisobiga kristall holatdagi mahsulot hosil bo'ladi. Qaynoq holdagi reaksiyada o'rta tuz eritmasidan mahsulotni kristallantirishni ta'minlashi muhim ahamiyatga ega. Sulfat kislotasidagi qo'shimchalar, ayniqsa, temir va aluminiy sulfatlari ammoniy sulfatning kristallanishini qiyinlashtiradi. Kislotani neytrallash paytida kolloid holatda temir va aluminiy gidroksidlari cho'kadi:



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

2.5.2. Koks gazi ammiakidan ammoniy sulfat ishlab chiqarish

Koks gazi tarkibida $6-14 \text{ g/m}^3$ gacha ammiak bo'ladi. Uni uch xil: bilvosita, bevosita va yarimbevosita usullar bilan ammoniy sulfatga aylantirilishi mumkin.

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

Bilvosita usul bo'yicha ammiak gazining sulfat kislotasi eritmasida yutilishi hisobiga ammoniy sulfat hosil qilish bilan oldindan 68°C gacha sovitilgan va elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazini doimiy yuborish orqali amalga oshiriladi.

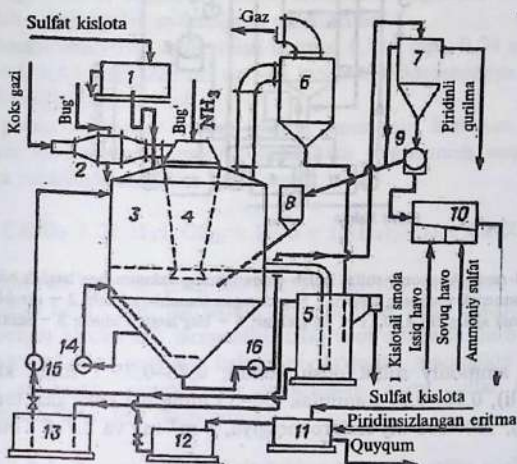
Iqtisodiy jihatdan maqbul va keng tarqalgan usul bu yarimbevosita usuldir. Bunda koks gazidagi smolani kondensatlash uchun $25-30^\circ\text{C}$ gacha sovitiladi. Kondensat ikki qatlama ajratiladi: quyi qatlamda smola va yuqori qatlamda smola ustki suvi bo'lib, unda gaz tarkibidagi bir qism ammiak erigan bo'ladi. Smola ustki suvini distillatsiya kolonnasida ohakli suv bilan ishlanadi va hosil qilingan ammiak gazi elektrofiltrlarda smoladan tozalangan koks gazi bilan birgalikda sulfat kislotasiga yuttirish uchun yuboriladi.

Koks gazidagi ammiakni yuttirish barbotaj turidagi saturatorlarda (saturatorli usulda) yoki skrubberlarda (saturatorsiz usulda) amalga oshirilishi mumkin. Saturatorli usulda koks gazidagi ammiakning yuttirilishi va ammoniy sulfatning kristallantirilishi birgina jihoz — saturatorda amalga oshiriladi. Bu texnologik rejimni tanlash imkoniyatini chegaralaydi, ya'ni bir vaqtda ikkala jarayon (yuttirish va kristallantirish) uchun bir xil optimal sharoit: ammiakning maksimal yutilishi va ammoniy sulfat kristallarini

ajratib olish uchun yirik kristallar hosil bo'lishini ta'minlovchi parametrlarni belgilashni ko'rsatadi.

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

2.23-rasmda ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usuliga asoslangan tasvir keltirilgan.



2.23-rasm. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usuli tasviri: 1 – sulfat kislotasi uchun bak; 2 – koks gazi uchun qizdircich; 3 – saturator; 4 – barbotyor; 5 – aylanuvchi eritma uchun bak; 6 – kislotatutgich; 7 – kristall yig'gich; 8 – eritma yig'gich; 9 – sentrafuga; 10 – «qaynovchi qatlam»li quritgich; 11 – piridinsizlantirilgan eritma uchun rezervuar; 12 – kislotali eritma uchun yig'gich; 13 – eritma uchun rezervuar; 14,15 – markazdan qochma nasoslar.

2.24-rasmda ammoniy sulfat ishlab chiqarishning vakuum-bug'latgich bilan saturatorsiz usulga asoslangan tasvir keltirilgan.

55°C haroratda 32–33% li ammoniy karbonat eritmasi bilan suyuqlik usuli deb ataladigan quyidagi reaksiya yordamida amalga oshirilishi mumkin:

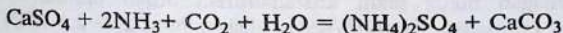


Bu reaksiya kalsiy karbonatning eruvchanligi kalsiy sulfatning eruvchanligidan kamligi hisobiga amalga oshadi.

CaCO_3 cho'kmasi ajratilgandan so'ng [1 t $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hisobiga ~760 kg] 40% li ammoniy sulfat eritmasini bug'latish va kristallantirish orqali qattiq mahsulotga aylantiriladi.

1 tonna ammoniy sulfat olish uchun: 1,13 t gips, 0,74 ammoniy karbonat, 1,4 t bug', 225 m³ suv, 65 kvt/soat elektroenergiya, 71,5 kg shartli yoqlig'i sarf bo'ladi.

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



Lekin bu usulda hosil bo'ladigan CaCO_3 kristallari mayda, ignasimon bo'lib, uni filtrlashda qiyinchiliklar kelib chiqadi. Shuning uchun konversiya jarayonini uzoq vaqt o'tkazish talab etiladi. Bundan tashqari, reaksiya issiqligini yo'qotish maqsadida reaktor ichiga sovitgich o'rnatish va yutilmagan gazni sulfat kislotasi eritmasidan o'tkazish talab qilinadi.

2.5.4. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish

Poliamid — kapron tayyorlash uchun ishlab chiqariladigan kaprolaktam olishdagi tugallanuvchi bosqich benzol va fenoldan

olinadigan oraliq mahsulot — siklogeksanon $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ | \qquad \qquad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$ ni gid-

rooksidaminosulfat — $(2\text{NH}_2\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ bilan oksimirlashdan iborat. Gidrooksidaminosulfatning ortiqcha miqdori ammiak ta'sirida parchalanadi:

nisbatan kam agressivdir. Korroziya o'g'itlarni ishlab chiqarishda, saqlashda, tashishda va tuproqqa solishda qiyinchiliklar tug'diradi, chunki bular qimmatbaho materiallar (changlamaydigan po'latlar, aluminiy va boshqalar) ishlatilishi bilan bo'liqdir.

Suvli ammiakatlar va ayniqsa, suvsiz ammiak — azot yo'qotilishi oldini olish maqsadida tuproqqa 12–15 sm chuqurlikda solishni talab etadi. Ammiakatlar turidagi suyuq o'g'itlarni tuproq ustiga solishga yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki bunda ammiakning ko'p qismi yo'qotiladi. Bundan tashqari, o'simliklarning barglari va tanasi ammiak va ammiakatlar ta'sirida kuyishi mumkin. Shuning uchun suyuq o'g'itlarni solishda maxsus mashinalar ishlatiladi. Ularning rezervuarlari yuqori bosimda ishlay olishi lozim va bosimni nazorat qiladigan va suyuqlikni ta'minlaydigan qurilmalar bilan jihozlangan bo'ladi.

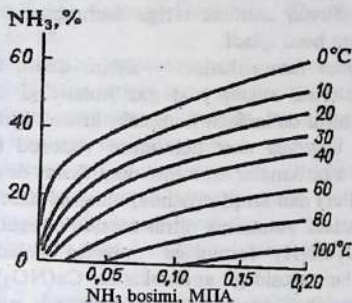
2.6.1. Suyuq azotli o'g'itlarning fizik-kimyoviy xossalari

Suyuq ammiak tarkibida 52,3% N bo'ladi va chet ellarda, ayniqsa, AQSH da keng qo'llaniladigan eng konsentrlangan azotli o'g'it hisoblanadi. Atmosfera bosimida ammiak $-33,3^{\circ}\text{C}$ haroratda qaynaydi va $-77,7^{\circ}\text{C}$ da muzlaydi. Suyuq ammiak ustidagi bug' bosimi:

Harorat, $^{\circ}\text{C}$	-30	-10	0	10	20	30	40
Bosim, MPa	0,119	0,289	0,427	0,612	0,853	1,161	1,546

Suyuq ammiak germetik rezervuarlarda bosim ostida yoki izotermik idishlarda saqlanadi va 2 MPa gacha bosimga bardoshli po'lat sisternalarda tashiladi, shuningdek, ammiak uzatish quvurlari orqali yetkazib beriladi. Belgilangan Davlat standartlariga binoan, suyuq ammiak uch xil markada: A — ishlab chiqarish ehtiyoji uchun; Ak — eksport qilish uchun va ammiak quvurlari orqali yetkazib berish uchun; B — o'g'itga qayta ishlash uchun va qishloq xo'jaligida azotli o'g'it sifatida foydalanish uchun ishlab chiqariladi. Uning tarkibida markasiga muvofiq ravishda: 99,96, 99,6 va 99,6% dan kam bo'lmagan NH_3 ; 0,04, 0,2–0,4 va 0,2–0,4% dan ko'p bo'lmagan suv (bug'latilishidan keyingi qoldiq). 2,2 va 8 mg/l moy, 1,1 va 2 mg/l temir bo'lishi kerak.

Ammiak suvda juda yaxshi eriydi: 0°C harorat va NH_3 ning parsial bosimi atmosfera bosimiga teng bo'lganda 1 hajm suvda 1176 hajm (n.sh. da), 20°C da esa — 702 hajm ammiak eriydi. Atmosfera bosimida ammiakli suvdagi ammiakning miqdori 0°C haroratda 46,7% ga, 50°C da esa 18,6% ga teng. Ammiakning suvda eruvchanligi, uning eritmasi ustidagi bosim va harorat bilan bog'liqligi 2.25-rasmda tasvirlangan.



2.25-rasm. Ammiakning suvda eruvchanlik izotermolari.

Texnik ammiakli suv Davlat standartlariga muvofiq ikki xil markada: A (oliy va birinchi nav) ishlab chiqarish maqsadlari va erkin savdo uchun hamda B — qishloq xo'jaligi uchun ishlab chiqariladi. A marka uchun NH_3 ning eritmadagi ulushi (25% dan kam emas) va uchmaydigan qoldiq miqdori (0,07 va 0,2% dan ko'p emas) me'yorlangandir; B markali mahsulot uchun — NH_3 miqdori 25% dan kam emas (yozgi davrlarda — 22% dan kam emas), SO_2 8 g/l dan ko'p emas va mis 10 mg/l dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Ammiakli suv ustidagi bug' bosimi nisbatan kam (masalan, 25% NH_3 va 20°C dagi umumiy bosim $\sim 0,045$ MPa) bo'lganligi tufayli uni yopiq po'lat sisternalarda yoki 0,15–0,2 MPa bosimga mo'ljallangan sisternalarda saqlanadi va tashiladi. 25% li ammiakli suvning 20°C haroratdagi zichligi 907 kg/m^3 ga tengdir. 25% li

eritmaning muzlash harorati -56°C ga, 22% li eritma uchun esa -33°C ga teng.

Ishchi xonalar havosida ammiakning belgilangan me'yordan ortiqcha bo'lishi yuqori nafas olish yo'llari va ko'zning shilliq pardalarini zararlaydi. Hidini sezish chegarasi 37 mg/m^3 ga teng. Ishlab chiqarish xonalari atmosferasidagi yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan konsentratsiyasi -20 mg/m^3 ga teng. Tarkibida 15–28% (hajmiy) NH_3 bo'lgan ammiakning havo bilan aralashmasi yong'in uchun xavflidir. Suyuq ammiak teriga sachraganda kuydiradi va tuzalishi qiyin yara hosil qiladi.

Qattiq amminlar (ammiakatlar) — ayrim-qattiq tuzlarni (yoki ular suvli eritmalarini) suyuq yoki gaz holatidagi ammiak bilan ta'sirlashishidan hosil bo'ladigan kompleks kristall birikmalar ko'rinishida bo'ladi. Ulardagi azot uch atom vodorod bilan boqlangandir (NH_3). Bu birikmalar amminokomplekslar deyiladi, aminobirikmalar (amidlar) dan farqli ravishda, ulardagi azot aminogruppa NH_2^+ tarzida bo'ladi. Ammoniy nitrat asosida olingan ammiakatlar tarkibi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot n\text{NH}_3$ formulaga muvofiq keladi; kalsiy va ammoniy nitratlari asosidagi ammiakatlar $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot n\text{NH}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ tarkibga egadir. Qattiq ammoniy nitrat -15 dan 25°C gacha haroratda gaz holatdagi ammiakni shiddatli biriktiradi va suyuq holatga o'tadi — Dayvers suyuqligi deb ataladigan suyuqlikni hosil qiladi. -10°C haroratda uning tarkibi $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 2\text{NH}_3$ formulaga javob beradi. Haroratning ko'tarilishi bilan ammiakning ajralishi kuzatiladi va 28°C haroratda qattiq tuz $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{NH}_3$ hosil bo'ladi, u osonlik bilan ammiakni yo'qotadi. O'g'it sifatida ishlatiladigan suyuq ammiakatlar — NH_4NO_3 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ larning ammiakli suvdagi eritmaları — ochiq rangli eritmalar ko'rinishida bo'lib, zichligi ular tarkibiga bog'liq holda $900\text{--}1250\text{ kg/m}^3$ chegarasida bo'ladi. Ammiakatlar ustidagi bug' bosimi suyuq ammiakdagiga nisbatan anchagina past bo'ladi. Tarkibidan NH_3 va nitratlardan tashqari ammoniy karbonatlari bo'lgan eritmalar karboammiakatlar deyiladi. Ammiakatlarning kristallanish harorati — ular tarkibidagi ammiak miqdorining ortishi va suv miqdorining kamayishi bilan pasayadi.

Keyingi paytlarda karbamid va ammiakli selitranning suvli eritmaları (KAS eritmaları) hammasidan ham ko'proq ishlatilmoqda.

Unga korroziya ingibitori sifatida hammasi bo'lib 0,5% NH_3 va 0,2% P_2O_5 ammoniy fosfatlari tarzida qo'shiladi. Ular tarkibida 28, 30, 32 va 34% umumiy azot bo'lgan mahsulot sifatida ishlab chiqariladi. Masalan, KAS-28 tarkibida 30,0% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ va 40,1% NH_4NO_3 bo'lib, 15,6°C dagi zichligi 1283 kg/m³ ga teng va -18°C haroratda kristallanishi boshlanadi. KAS-32 tarkibida 36,4% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ va 43,3% NH_4NO_3 bo'lib, uning zichligi 1327 kg/m³ ga va kristallanish harorati -20°C ga tengdir. Yong'in uchun xavfsiz bo'lishi uchun KAS eritmalaridagi NH_4NO_3 miqdorini 45% dan oshirilmaligi kerak.

KAS eritmalarining amminlar eritmaları va suyuq ammiakdan afzalligi shundaki, ular tarkibida oz miqdordagi uchuvchan ammiak bo'lganligi uchun azotning yo'qotilishi kuzatilmaydi. Shu tufayli ularni yuqori bosimga mo'ljallanmagan va arzon uglerodli po'latlardan tayyorlangan po'lat rezervuar va sisternalarda saqlash va tashish, ancha sodda usullarda tuproqqa solish mumkin.

Nisbatan yuqori kristallanish haroratiga ega bo'lgan suyuq o'g'itlar mavsumiy hisoblanadi (ular 1-martdan 1-noyabrgacha ishlatiladi).

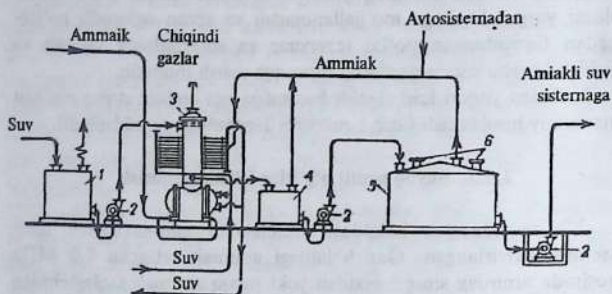
2.6.2. Suyuq azotli o'g'itlar ishlab chiqarish

2.26-rasmda gaz holatdagi ammiakdan ammiakli suv olish sxemasi tasvirlangan. Gaz holatdagi ammiak ortiqcha 0,2 MPa bosimda ammiak sintezi sexidan yoki suyuq ammiak saqlagichidan yuboriladi. Shuningdek, sisternalarga suyuq ammiak to'ldirishda ajraladigan gaz holatdagi ammiakdan ham foydalanilishi mumkin. Ammiak tarelkali minoraga qalpoqcha orqali kiradi. Minoraning ostki qismi quvurli issiqlik almashtirgich ko'rinishiga ega; undan ammiakning erishi natijasida ajraladigan issiqlikning anchagina qismi chiqarib yuboriladi. Issiqlik almashtirgich quvurlari orqali sovutuvchi suv yuradi, quvurlar orasidagi bo'shliqda ammiakning suvli eritmasi sirkulatsiyalanadi, uning qatlamlari orasidan gaz holatdagi ammiak barbotajlanadi. Ammiakning to'la yutilishi minoraning yuqori qismidagi qalpoqli tarelkalarda amalga oshadi. Minoraga qattiqlik tuzlarining o'tirib qolishini oldini olish maqsadida kimyoviy tozalangan suv beriladi. Ammiakli suv nasos yordamida ombor (5) ga yuboriladi.

Ammiak eritmasini saqlashda o'rab turuvchi havo issiqligi va quyosh radiatsiyasi ta'sirida undan ma'lum miqdordagi ammiak ajralib chiqadi, uni minora (3) da absorbsiyalashga qaytariladi.

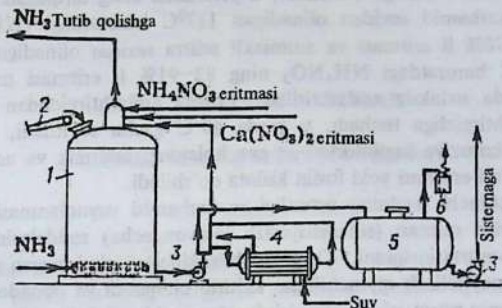
1 t NH_3 ni ammiakli suv tarzida ishlab chiqarish uchun 3 m³ kimyoviy tozalangan suv, 200 m³ aylanuvchi suv va 28,8 Mj elektroenergiya talab etiladi.

2.27-rasmda ammiakatlar ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi tasvirlangan. Asosiy jihozlari – suyuq o'g'itlar tayyorlanadigan reaktor (1) va tayyorlanadigan eritma u orqali sirkulatsiyalanadigan suvli sovitgich (4) dan iborat. Suvli sovitgichda o'g'it komponentlari eritilishidan hosil bo'ladigan issiqlik ajratib olinadi va eritma harorati 20–25°C darajasida ushlab turiladi.



2.26-rasm. Ammiakli suv olish sxemasi: 1,4 – yig'gichlar; 2 – markazdan qochma nasoslar; 3 – minora; 5 – ombor; 6 – saqlash klapanlari.

Ammoniy nitrat asosidagi ammiakat tayyorlash uchun reaktorga dastlab belgilangan tarkibdagi ammiakat olish uchun qancha suv talab etilsa, shuncha suv to'ldiriladi va u orqali 10–15% li ammiakli suv hosil bo'lguncha ammiak gazi o'tkaziladi. Yutilmagan ammiak skrubberda tutib qolinadi. Sirkulatsiyali ammiakli suvga muntazam ravishda NIF jihozidan keladigan ammoniy nitratning qaynoq 75–85% li eritmasi qo'shiladi. Belgilangan tarkibdagi eritma hosil bo'lgach, uni ombor (5) ga uzatiladi.



2.27-rasm. Ammiakatlar ishlab chiqarish sxemasi: 1 – reaktor; 2 – qattiq tuz kiritish uchun transportyor; 3 – markazdan qochma nasoslar; 4 – sovitgich; 5 – ombor; 6 – gidrozatvor.

Ammoniyli va kalsiyli selitralar asosidagi ammiakatlar olish uchun reaktorga ammoniy nitrat bilan bir vaqtda 75–80% li kalsiy nitrat eritmasi yoki kristall mahsulot kiritiladi. Xuddi shunday tarzda karbamid bo'lgan suyuq o'g'itlar tayyorlanadi. Tarkibida karbamid va ammoniy karbonat bo'lgan karboammiakatlar karbamid ishlab chiqarish siklidan to'g'ridan-to'g'ri olinadi. Eritma tarkibida 19–28% $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, 20–25% NH_3 , 7–12% CO_2 bo'lishi kerak; undagi azotning umumiy miqdori 29% dan kam bo'lmaydi. Qattiq fazaning ajralish harorati 10°C ni tashkil etadi. Ammiakatlar ishlab chiqarish uchun jihozlar zanglamaydigan po'latdan, aluminidan yoki plastik massadan tayyorlanishi kerak.

KAS eritmaları – boshlang'ich komponentlarning turlari farqlanadigan turli xil usullarda: 1) donadorlangan karbamid va ammoniy nitratdan; 2) suyuq oraliq mahsulotlar (suyuqlanmalar) dan; 3) integral sxema bo'yicha – karbamid suyuqlanmasidan va nitrat kislotani karbamid sintezida ta'sirlashmagan ammiak bilan neytrallanishidan hosil qilingan ammoniy nitrat suyuqlanmasidan olinadi.

Birinchi usul uncha katta bo'lmagan masshtabda qo'llaniladi, chunki boshlang'ich donador mahsulotlar tannarxi KAS eritmada azotning tannarxini oshirib yuboradi. Ikkinchi usul turli

variantlarda amalga oshiriladi; u yetarlicha keng tarqalgan. Masalan, karbamid sexidan olinadigan 117°C haroratdagi $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ning 70% li eritmasi va ammiakli selitra sexidan olinadigan $130\text{--}145^{\circ}\text{C}$ haroratdagi NH_4NO_3 ning 82–91% li eritmasi nasadkali quvurda uzluksiz aralashtiriladi. Eritma aralashtirgichdan issiqlik almashtirgichga tuchadi, u yerda 40°C gacha sovutiladi, so'ngra unga koroziya ingibitorlari — gaz holatdagi ammiak va ammoniy fosfatlari eritmasi yoki fosfat kislotaga qo'shiladi.

Uchinchi usulning ustunligi — karbamid suyuqlanmasi ishlab chiqarish qisman (sirkulatsiyasizli jarayongacha) soddalashtirilgan, ammo nitrat kislotani CO_2 gazi ishtirokida ta'sirlashmagan ammiak bilan neytrallash qiyinchiliklar keltirib chiqaradi va donadorlangan ammoniy nitrat ishlab chiqarishdagidan soddaroq bo'lsa-da, maxsus qurilmali inshootlarni talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Справочник азотчика. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты; Производство азотных удобрений. — М.: Химия, 1987. — 464-с.
2. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / Под ред. В.М.Олевского. — М.: Химия, 1990. — 288-с.
3. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. — Л.: Химия, 1989. — 219-263-с.
4. Кучерявый В.И., Лебедев В.И. Синтез и применение карбамида. — Л.: Химия, 1970. — 448-с.
5. Лазорин С.Н., Стеценко Е.Я. Сульфат аммония. — М.: Металлургия, 1973. — 288-с.
6. Клевке В.А., Левин И.А., Петряева Д.А., Ташев А.Ф. Жидкие азотные удобрения. — М.: Химия, 1973. — 144-с.

III bob. FOSFORLI O'G'ITLAR

3.1. Fosfor va uning kislorodli birikmalari

3.1.1. Fosfor elementi

Fosfor elementi, 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 fosforni 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'lumdur: kubsimon singoniyadagi kristallardan iborat bo'lgan a-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 b-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, dietli efirida, benzolda va glitserinda oz (100 g da 0,17 g) va suyuq holatdagi ammiakda, sulfid anhidridda, 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 alangalanishini 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. Fosforestsensiya aynan fosfor bug'lariga xosdir. Oq fosforning 25°C dagi bug' bosimi 0,043 mm.sim.ust. ga teng.

800°C haroratgacha fosfor molekulalari to'rt atomli (R_4), undan yuqori haroratda esa ikki atomli (R_2) bo'ladi.

Oq fosfor kuchli qaytaruvchi bo'lib, u galogenlar, metallar, bir qator kislota va tuzlar eritmaları 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.

Texnik oq fosforni suyuqlantirilib hosil qilingan suyuq fosfor qizg'ish tovlanuvchi sariq rangga ega bo'ladi. Erimaydigan qo'shimchalarning bo'lishi hisobiga suyuqlik to'q rangga kiradi. Suyuq fosforni suv bilan to'yintirilishi hisobiga uning zichligi kam miqdorda, qovushqoqligi esa sezilarli darajada o'zgaradi. 45–95°C haroratda suv bilan to'yintirilgan suyuq fosforning zichligi (r , g/sm³) va qovushqoqligi (n , spz) quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$\begin{aligned} r &= 1,782 - 9,0 \cdot 10^{-4}t \\ h &= 3,314 - 9,65 \cdot 10^{-2}t - 1,279 \cdot 10^{-3}t^2 - 5,76 \cdot 10^{-6}t^3 \end{aligned}$$

Oq fosfor havosiz joyda 270–300°C haroratda qizdirilganda amorf holatdagi qizil fosforga aylanadi. Qizil fosfor olinish usuliga bog'liq holatda 2,0–2,4 g/sm³ zichlikka va 585–600°C suyuqlanish haroratiga ega bo'ladi.

Oq fosfordan farqlangan holda qizil fosfor unchalik aktiv emas. Odatdagi sharoitda havoda yonmaydi va fosforessirlanmaydi; zaharli emas va uglerod sulfidda erimaydi. Lekin texnik mahsulotning turg'unligi kam bo'lganligi va katalizator bo'la oladigan qo'shimchalar (temir, mis va boshqa moddalar) bilan ifloslanganligi sababli

sekin bo'lsa-da, suv bug'lari va havo kislorodi bilan ta'sirlashadi. Bunda uning harorati ortib boradi va jarayon tezlashadi. Shuning uchun ko'p miqdordagi qizil fosfor saqlanish paytida o'z-o'zidan yonishi mumkin.

Juda yuqori (10–15 ming atm) bosimda va 200–300°C haroratda oq fosfor qattiq holatdagi fosforning turg'unligi ortgan va aktivligi kamaygan formasi qora fosforqa aylanadi. Yuqoridagi sharoitda qora fosforning zichligi 2,69 g/sm³ bo'lgan rombik tuzilishli kristall modifikatsiyasi hosil bo'ladi. Bosim va haroratning belgilangan chegaradan ortishi natijasida esa zichligi 2,25 g/sm³ bo'lgan amorf holatdagi qora fosfor hosil bo'lishiga olib keladi.

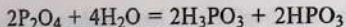
Qora fosfor deyarli suvda erimaydi, havo kislorodi va suv bug'i bilan ta'sirlashmaydi. Uni ochiq havoda saqlash mumkin. U alangada qiyinchilik bilan yondiriladi.

3.1.2. Fosfor oksidlari

Fosfor kislorod bilan aktiv bog'lanadi va bir qator oksidlar hosil qiladi. Bu oksidlardan uchta: fosfor (III)-oksid yoki fosfit anhidrid (P₄O₆), fosfor (IV)-oksid yoki difosfor tetraoksid (P₂O₄) va fosfor (V)-oksid yoki fosfat anhidrid (P₂O₅) ni yaxshi o'rganilgan.

Fosfor (III)-oksid P₄O₆ – 2,135 g/sm³ zichlikka ega bo'lgan va 22,3°C da suyuqlanadigan qorsimon oq monoklinik kristalldir. P₄O₆ 200°C dan yuqori haroratda parchalanib, qizil fosfor va P₂O₄ hosil qiladi. P₄O₆ xona haroratida oksidlanmaydi. U oq fosforni yetarlicha kislorod bo'lmagan sharoitda yondirish yo'li (50 %li unum) bilan yoki 60–100°C gacha qizdirilgan fosfor suyuqlanmasi ustidan havo c'tkazish yo'li bilan olinadi. Fosfit anhidrid tarkibidagi reaksiyaga kirishmagan fosfordan haydash yo'li bilan ajratib olish mushkuldir. Ultrabinafsha nurlari ta'sirida oq fosforni qizil modifikatsiyasiga aylantiriladi, undan esa P₄O₆ ni organik erituvchilar yordamida ajratiladi. Fosfit anhidrid sovuq suv bilan ta'sirlashib fosfit kislotasi H₃PO₃ ni, issiq suv bilan shiddatli ta'sirlashib elementar fosfor, fosfat kislotasi, fosfin PH₃ va boshqa mahsulotlarni hosil qiladi.

Fosfor (IV)-oksid P₂O₄ – qorsimon oq kristalldir. Suv bilan ta'sirlashib fosfit va metafosfat kislotalarini hosil qiladi:



Fosfor (IV)-oksid qizil fosfor bilan P_4O_6 ni yopiq idishda $300\text{--}400^\circ\text{C}$ haroratgacha asta-sekinlik bilan qizdirish orqali olinadi. Fosfor (IV)-oksid bug'larini kondensatsiyalanishi natijasida $2,537 \text{ g/sm}^3$ zichlikka ega bo'lgan kubsimon tuzilishli kristallari hosil qilinadi. Ular suvda yaxshi eriydi va havoda yaxshi changlanadi.

Fosfor (V)-oksid, to'g'rirog'i P_4O_{10} formulaga egadir. Uning uch xil polimorf modifikatsiyali kristall, amorf, shuningdek, shisha-simon holatlari ma'lumdir.

Fosforni ortiqcha miqdordagi quruq havoda yondirish natijasida fosfor (V)-oksid hosil qilinadi. Bug'larini kondensatsiyalanishidan hosil qilingan texnik fosfor (V)-oksid — tarkibida fosfat kislotalarining amorf zarrachalari, shuningdek, fosforning quyi oksidlari qo'shimchalaridan iborat geksagonal kristallardan ($\rho=2,87 \text{ g/sm}^3$) tashkil topgan bo'ladi. Kalsiy fosfatdan kremniy (IV)-oksid ishtirokida fosfor (V)-oksidni ajratib olish yuqori vakuum ($10\text{--}5 \text{ mm.sim.ust.}$) va harorat ($1500\text{--}1550^\circ\text{C}$) sharoitida amalga oshiriladi.

Fosfor (V)-oksid o'zining kimyoviy xossalari va sanoatda qo'llanilishi jihatdan fosforning muhim oksidlaridan biri hisoblanadi. Fosfor (V)-oksid o'ta gigroskopik modda bo'lganligi uchun turli xildagi gazlarni quritishda ishlatiladi. U suvda yaxshi eriydi va meta-, piro- va ortofosfat kislotalarni hosil qiladi. Fosfor (V)-oksid hattoki birikmalar tarkibidagi suvni ham tortib olish xossasiga ega. Suvsiz HNO_3 va H_2SO_4 lardan suvni tortib olib N_2O_5 va SO_3 ga aylantiradi. Shuning uchun fosfor (V)-oksiddan organik sintezda suvsizlantiruvchi modda sifatida foydalaniladi.

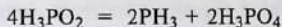
3.1.3. Fosforning kislorodli kislotalari. Fosforning quyi oksikislotalari

Fosfit va fosfat ангидридлар suv bilan ta'sirlashib, bir qator: metafosfit HPO_2 ($\text{P}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), fosfit H_3PO_3 ($\text{P}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), metafosfat HPO_3 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$), pirofosfat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) va ortofosfat H_3PO_4 ($\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) kislotalarni hosil qiladi. Fosforning boshqa, masalan, gipofosfit H_3PO_2 , pirofosfit $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$, gipofosfat

$H_4P_2O_6$, nadfosfat $H_4P_2O_8$ kabi kislotalari esa fosfor yoki ularning tuzlaridan olinadi. Bundan tashqari, poli, piro- va metakislotalar deb ataladigan turli xildagi fosfor kislotalarining degidratlanish va polimerlanish mahsulotlari ham ma'lumdir. Barcha turdagi fosfor kislotalari ichida ortofosfat kislota (texnikada fosfat kislotasi deb yuritiladi) va uning degidratlanish (yoki P_2O_5 ning gidratlanish) mahsulotlari: piro-, tripoli- va tetrapolifosfat kislotalar muhim ahamiyat kasb etadi. Ular yuqori oksidlanish darajali kislotalar hisoblanadi.

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

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



Parchalanish mahsulotlarining tarkibida, shuningdek, fosfit kislota, elementar fosfor va boshqalar bo'lishi mumkin. Gipofosfit kislota – kuchli qaytaruvchi va hattoki xona haroratida ham parchalanib vodorod va fosfit kislotaga aylanadi.

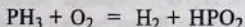
Gipofosfit kislota uning tuzlari – gipofosfitlar (konsentrlangan ishqor eritmalarini fosfor bilan qo'shib qizdirish orqali olingan mahsulot)ga mineral kislotalarni ta'sir ettirib hosil qilinadi.

Fosfit kislota H_3PO_3 yoki $H_2(HPO_3)$ – P_2O_3 ni suv bilan ta'sirlashishi natijasida yoki fosforning nam havoda juda sekin oksidlanishi natijasida, shuningdek, gipofosfit kislotani havo kislorodi ta'sirida oksidlash natijasida hosil qilinadi. Uning olinishida fosfinni vakuum sharoitida quruq holdagi kislorod bilan oksidlanishi va ayniqsa, fosfor (III)-xloridning gidrolizi muhim ahamiyat kasb etadi. Ko'p miqdordagi reaksiya mahsulotlari (H_3PO_4 va HCl) ishtirokidagi PCl_3 ning gidrolizi $80-100^\circ C$ haroratda 80% ga etadi.

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

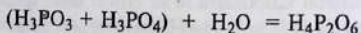
Fosfit kislota qizdirilganda fosfat kislota va uning (PH_3 gacha) qaytarilgan mahsulotlari hosil bo'lishi bilan parchalanadi. Uning oksidlanishi natijasida to'la fosfat kislota aylanadi. Bunda u qaytaruvchi bo'lib, lekin undagi qaytaruvchilik xossasi gipofosfit kislota nisbatan kuchsiz ifodalangan bo'ladi. Fosfit kislota tuzlari — fosfitlar ham qaytaruvchi xossasini namoyon qiladi.

Metafosfit kislota HPO_2 yoki $\text{P}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ fosfit anhidridga stexiometrik nisbatdagi suv ta'sir ettirish yoki vakuum sharoitida fosfinni chala oksidlanishi natijasida mayda kristallar ko'rinishida hosil qilinadi:



Havoda va ayniqsa, namlik ta'sirida, metafosfat kislota xuddi fosforning boshqa quyi oksidkislotalari singari parchalanadi va fosfit hamda fosfat kislotalariga aylanadi.

Gipofosfat kislota H_2PO_3 yoki $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ elementar fosforning nam havoda sekinlik bilan oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi. Uni fosfit kislota fosfat kislota oksidlanishining oraliq jarayon mahsuloti deb tasavvur etish mumkin. Shuning uchun uni fosfit va fosfat kislotalarga bir molekula suvning birikish mahsuloti sifatida qaralishi mumkin:



Suvli eritmalarda, ayniqsa, qizdirish natijasida $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ parchalanib, H_3PO_3 va H_3PO_4 ga aylanadi. Gipofosfat kislota suvsiz va digidrat holatidagi kristallar hosil qiladi. Suvsiz $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ — oq kristall modda bo'lib, 70°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi. Digidrat $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ esa $62-62,5^{\circ}\text{C}$ da suyuqlanadi. Qattiq holatdagi gipofosfit kislota xona haroratida sekinlik bilan parchalanib, fosfor kislotalarining aralashmasini hosil qiladi. Uning suvli

eritmaları esa hattoki qizdirilganda va qaynatilganda ham ancha vaqtgacha barqaror bo'ladi. $H_4P_2O_6$ ning konsentrlangan eritmalarini $30^\circ C$ dan yuqori haroratda qizdirilgandagina parchalana boshlaydi.

Gipofosfat kislotasi — to'rt asosli kislotadir. Uning $25^\circ C$ dagi dissotsilanish konstantalari quyidagicha bo'ladi:

$$K_1 = 6 \cdot 10^{-3}; K_2 = 1,5 \cdot 10^{-3}; K_3 = 5,4 \cdot 10^{-8}; K_4 = 0,93 \cdot 10^{-10}$$

Gipofosfit kislotasi tuzlari — gipofosfitlar o'zining kimyoviy tarkibi va xossalari ko'ra, fosfit va fosfat kislotalarning oraliq tuzlariga mos keladi. Ular fosfit kislotasi tuzlariga nisbatan qizdirish ta'siriga ancha bardoshli va juda oz miqdorda parchalanadi.

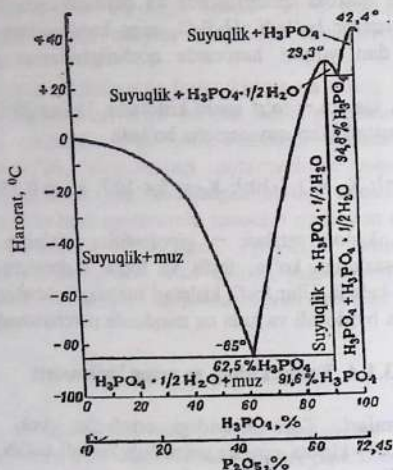
3.1.4. Fosfat kislotasi va uning birikmalari

Fizik xossalari. Toza holatdagi ortofosfat (yoki soddaroq aytilganda fosfat) kislotasi rangsiz prizmatik kristall bo'lib, $42,35^\circ C$ da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi.

Odatda, uni quyuv, moysimon suyuqlik holatida olinadi, undan sovitish orqali kristall mahsulot ajratib olinadi. Ko'p hollarda kristallanish faqatgina kristallantiruvchi qo'shimcha (zatravka) qo'shilgandagina amalga oshadi. Buni fosfat kislotaning $-121^\circ C$ gacha qayta sovitish orqali suyuqlikning shishasimon holatga o'tishiga va $13^\circ C$ gacha sovitish orqali $1,88 \text{ g/sm}^3$ zichlikka ega bo'lgan moysimon suyuqlikka aylanishga moyilligi orqali izohlanadi.

Ozgina miqdordagi suvning ishtiroki kislotasi suyuqlanish haroratining pasayishiga olib keladi va uning kristallanishi sekinlashadi. Kristallanish jarayoni $29,32^\circ C$ da suyuqlanadigan yarimgidratli fosfat kislotasi $H_3PO_4 \cdot 0,5H_2O$ hosil bo'lishida tezlashadi.

Fosfat kislotasi har qanday konsentratsiyadagi suvli eritmalarini hosil qiladi. $0,5^\circ C$ haroratda suvda 78,7% H_3PO_4 eriydi, $29,3^\circ C$ haroratda esa tarkibida 91,6% H_3PO_4 bo'lgan $H_3PO_4 \cdot 0,5H_2O$ inkongruent suyuqlanadi (3.1-rasm). $H_3PO_4 - H_2O$ sistemasining holat diagrammasidan ham H_3PO_4 va $H_3PO_4 \cdot 0,5H_2O$, shuningdek, kristallogidratdan evetikalarning hosil bo'lish sharoitini ko'rish mumkin.



3.1-rasm. H_3PO_4 - H_2O sistemasining holat diagrammasi.

Suyuq holatdagi fosfat kislotaning 25°C da $1,8741 \text{ g/sm}^3$ zichlikka ega bo'lib, 261°C da qaynaydi. Haroratning ortishi bilan uning qovushqoqligi -263 spzdan (20°C da) $4,7$ spzgacha (180°C da) keskin kamayadi.

Fosfat kislota eritmalarining zichligi, qovushqoqligi va boshqa xossalari keng doiradagi konsentratsiya va haroratda aniqlangan va 3.1-3.2-jadvallarda keltirilgan.

Fosfat kislota suvli eritmalarining fizik xossalari

3.1-jadval

Konsentratsiya, %		25 $^{\circ}\text{C}$ dagi zichligi, g/sm^3	Qaynash harorati, $^{\circ}\text{C}$	17,5 $^{\circ}\text{C}$ dagi sindirish ko'rsatkichi, p	20-120 $^{\circ}\text{C}$ dagi issiqlik sig'imi, kal/g	18 $^{\circ}\text{C}$ dagi elektr o'tkazuvchanligi	
H_3PO_4	P_2O_5					nisbiy om 1 sm 1	Ekivalent om 1 sm 1
0	0	0,9997	100,0	1,33320	—	—	113
5	3,62	1,0541	100,1	1,33775	0,973	—	—

10	7,24	1,0522	100,2	1,34203	0,939	0,0566	17,6
20	14,49	1,1129	100,8	1,35032	0,871	0,1129	16,6
30	21,73	1,1794	101,8	1,35846	0,798	0,1654	15,3
50	36,22	1,3334	108	—	0,656	0,2073	10,2
75	54,32	1,5725	135	—	0,542	0,1209	3,65
85	61,57	1,6850	158	—	0,493	0,0780	1,73
100	72,42	1,8741	261	—	—	—	—
115	83,29	2,044	—	—	—	—	—

Fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi (spz larda)

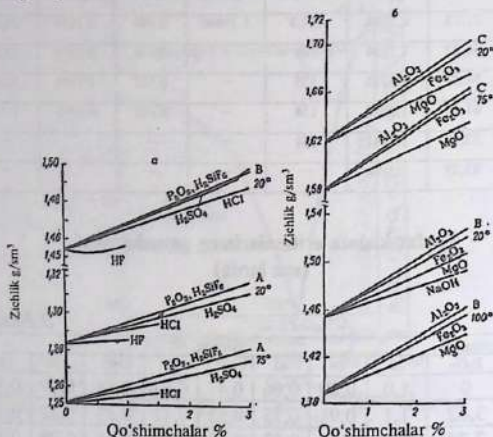
3.2-jadval

Konsentratsiya, %		Harorat, °C							
H ₃ PO ₄	P ₂ O ₅	20	30	40	60	80	100	140	180
0	0	1,0	0,80	0,66	0,47	0,36	0,28	0,19	0,14
5	3,62	1,1	0,91	0,75	0,55	0,42	0,33	0,22	0,15
10	7,24	1,3	1,0	0,87	0,63	0,48	0,38	0,26	0,18
20	14,49	1,8	1,4	1,2	0,86	0,65	0,52	0,34	0,24
30	21,73	2,6	2,0	1,6	1,2	0,91	0,72	0,49	0,37
50	36,22	5,7	4,4	3,4	2,4	1,8	1,4	1,0	0,82
75	54,32	24	16	12	7,4	5,1	3,8	2,4	1,8
85	61,57	47	32	23	13	8,4	5,8	3,5	2,4
100	72,45	263	151	99	46	26	17	8,1	4,7

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

Qo'shimcha anionlar ishtirokida fosfat kislota suvli eritmalarining zichligi ortadi (3.2-rasm, a), ammo kislota-dagi P₂O₅ miqdorining ekvivalent ortishiga nisbatan sezilarsiz darajada bo'ladi. Tarkibida 30 va 43% P₂O₅ bo'lgan boshlang'ich kislota-ga qo'shimcha 1–3% P₂O₅ kiritilganda, xuddi shunday miqdordagi sulfat kislota qo'shilgandagiga nisbatan eritma zichligining ko'proq ortishiga olib keladi. HCl yoki HF ishtirokida fosfat kislota eritmasining zichligi sezilarsiz ortadi. Kislota zichligining sezilarli

darajada o'zgarishi (xuddi qo'shimcha P_2O_5 kiritilgandagi kabi), unga H_2SiF_6 kiritilganda kuzatiladi.



3.2-pasm. Kislotalar (a), oksidlar va ishqorlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalr zichligining o'zgarishi. Boshlang'ich kislotalar: A—30% P_2O_5 va 2% H_2SO_4 ; B—43% P_2O_5 va 3% H_2SO_4 ; C—54% P_2O_5 va 6% H_2SO_4 bo'ladi.

Tarkibida ma'lum miqdorda sulfat kislota bo'lgan fosfat kislota eritmasining zichligi undagi Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , $NaOH$ va KOH kabi qo'shimchalarning ko'payishi bilan ortadi (3.2-rasm, b). Eritma zichligining ortishiga Al_2O_3 va Fe_2O_3 larning ishtiroki sezilarli darajada, ishqoriy metall ionlari esa sezilarsiz darajada ta'sir ko'rsatadi. Masalan, fosfat kislota eritmasi (45% P_2O_5)da Fe_2O_3 ning miqdori 3,25% gacha ortishi bilan, eritmaning 20°C dagi zichligi 1,442 dan 1,556 g/sm³ gacha, 70°C da esa — 1,410 dan 1,524 g/sm³ gacha ortadi. Tarkibidagi SO_4^{2-} miqdori (Fe_2O_3 miqdoriga taqqoslanganda) ikki marta oshirilgan fosfat kislota eritmasining zichligi taxminan shunday kattalikka ortadi. Tarkibiga 7 % gacha sulfat-ionining kirishi fosfat kislota eritmasining zichligini 20°C da 1,442 dan 1,532 g/sm³ gacha, 70°C da esa — 1,410 dan 1,496 g/sm³ gacha o'zgartiradi.

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

– tarkibida 60–83% H_3PO_4 bo'lgan kislotalar uchun:

$$r = (0,7972 + 0,01472x) - (3,3 \cdot 10^{-4} + 8,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (3.1)$$

– tarkibida 85–122% H_3PO_4 bo'lgan kislotalar uchun:

$$r = (0,7102 + 0,01617x) - (11,7 \cdot 10^{-4} - 6,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (3.2)$$

bu yerda, x – kislota konsentratsiyasi, % P_2O_5 ; t – harorat, $^{\circ}C$ ($t = 25-160^{\circ}C$ da).

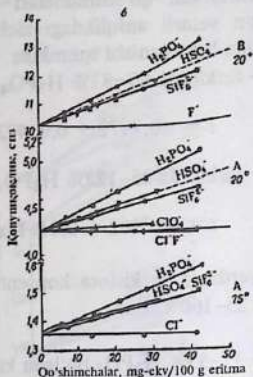
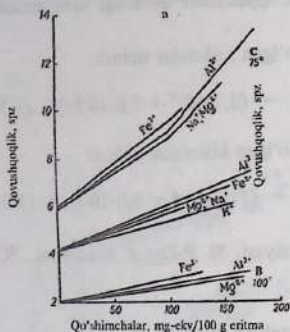
– 11–55% H_3PO_4 bo'lgan kislotalar uchun esa:

$$r = A - V \cdot t \quad (3.3)$$

A va V kattaliklar qiymatlari quyida keltirilgan.

Qo'shimchalar ishtirokida fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi ham kislotaga qo'shiladigan anion yoki kationning tabiatiga bog'liq holda ortadi (3.3-rasm). Kislotaga xlor va flor ionlarining kiritilishi uning qovushqoqligining ortishiga amaliy ta'sir ko'rsatmaydi. Kislota qovushqoqligi $H_2PO_4^{2-}$ ishtirokida birmuncha ko'proq, HSO_4^- va SiF_6^{2-} ishtirokida birmuncha kamroq ortadi. Kislota qovushqoqligiga Fe_{3+} , Al_{3+} , Mg_{2+} , Na_{+} ionlarining ta'siri amalda bir xil bo'ladi, ammo kaliy ionlarining ishtirokida yuqoridagi keltirilgan ionlarning ishtirokidagiga nisbatan eritma qovushqoqligining anchagina kam darajada ortishiga olib keladi. Fosfat kislota eritmasi (45% P_2O_5) tarkibida 3,25 % Fe_2O_3 bo'lishi qovushqoqlikning qariyb 2,5 marta, H_2SO_4 ishtirokida esa 1,5 marta ortishiga olib keladi.

$H_3PO_4 \dots$	11,0	13,1	22,9	27,6	55,1
A.....	1,077	1,085	1,151	1,185	1,333
B·10 ⁶	509	493	520	578	640



3.3-rasm. Kationlar (a) va anionlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalar qovushqoqligining o'zgarishi. Boshlang'ich kislotada: A – 30% P_2O_5 va 2% H_2SO_4 ; V – 43% P_2O_5 va 3% H_2SO_4 ; S – 54% P_2O_5 va 4% H_2SO_4 bo'ladi.

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

$$h = A + 10B + C \quad (3.4)$$

bu yerda, x – kislotasi konsentratsiyasi, % P_2O_5 ;

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

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

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

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

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

Tarkibida qo'shimchalari bo'lmagan fosfat kislotasi eritmalar (7–60% P_2O_5) ning bug' bosimi quyidagi Klauzius-Klaypyeron tenglamasi asosida hisoblanishi mumkin:

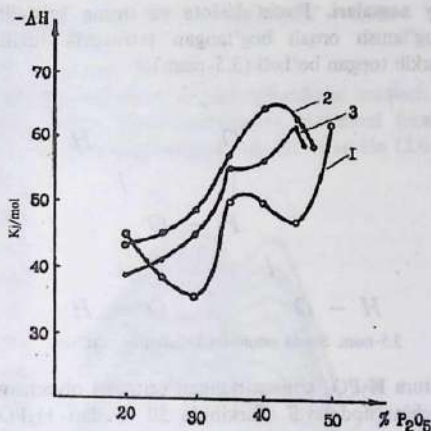
$$\lg P = -\frac{A}{T} + B \quad (3.5)$$

bu tenglamadagi A va V koeffitsiyentlar qiymatlari quyida keltirilgan:

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

$\lg P - 1/T$ yoki $P - f(T)$ o'rtasidagi bog'lanish grafigi bilan absissalar o'qi orasidagi burchak (α) tangensi orqali eritmaning bug'lanish issiqqligi quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$DH = -2,3 \cdot R \cdot tga \quad (3.6)$$

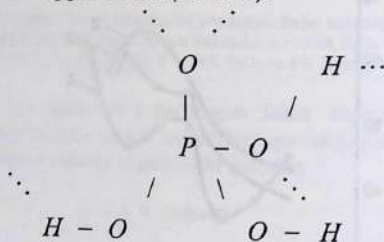


3.4-rasm. Fosfat kislotali eritma bug'lanish issiqqligining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi: 1 - H_3PO_4, H_2O ; 2 - $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, H_2O$; 3 - $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, NH_4NO_3, H_2O$

Fosfat kislota eritmasining konsentratsiyasining ortishi bilan bug'lanish issiqqligi ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda o'zgaradi (3.4-rasm). Xuddi shunday konsentratsiyadagi fosfat kislota eritmasiga $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo'shimchasi (uning miqdori ham

kislota konsentratsiyasi ortishi bilan ekvivalent suratda ortadi) ning kiritilishi natijasida bug'lanish issiqligining keskin ravishda ortadi. Bu holat eritmaning to'yinishi bilan izohlanishi mumkin. Lekin doimo kislota-dagi qo'shimchalarning tarkibi va miqdorining ortishi bug'lanish issiqligining ortishiga sabab bo'ladi deb tushunish to'g'ri bo'lavermaydi. Masalan, fosfat kislotasining $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo'shimchasi bilan hosil qilgan eritmaga kislota konsentratsiyasi ortib borishiga muvofiq holda ma'lum miqdordagi ammoniy nitrat NH_4NO_3 kiritilganda, eritma bug'lanish issiqligining ammoniy nitratsiz eritma bug'lanish issiqligiga nisbatan sezilarli darajada pasayishi kuzatiladi. Buni eritmada bo'ladigan kislota va tuz molekullari orasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy ta'sirlashuv jarayonlari orqali izohlash mumkin.

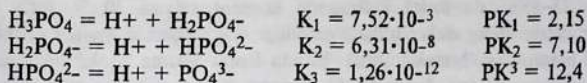
Kimyoviy xossalari. Fosfat kislota va uning kristallogidratlari vodorod bog'lanish orqali bog'langan tetraedrik tuzilishli RO_4 guruhdan tarkib topgan bo'ladi (3.5-rasm).



3.5-rasm. Suvsiz ortofosfat kislota-ni ng tuzilishi.

Bu struktura H_3PO_4 konsentrlangan eritmasi qiyomsimon holatining tuzilishini ifodalaydi. Tarkibida 50 % dan H_3PO_4 bo'lgan eritmalarda fosfat anionlari bir-biriga birikishiga nisbatan suv bilan osonlikcha birikadi. Fosfat kislota 350–450°C dan yuqori haroratda kuchsiz oksidlovchi hisoblanadi, shuningdek, kvarts bilan ta'sirlashadi. Suyuqlantirilgan holatda u sezilarli darajadagi elektr o'tkazuvchanligiga ega. Bunda: $2H_3PO_4 \leftrightarrow H_4PO_4 + H_2PO_4$ -jarayon sodir bo'lishi ehtimoldan holi emas.

Fosfat kislota suvli eritmalarda uch asosli va bosqichli disso-tsilanadi:



0–60°C haroratda birinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanishi mumkin:

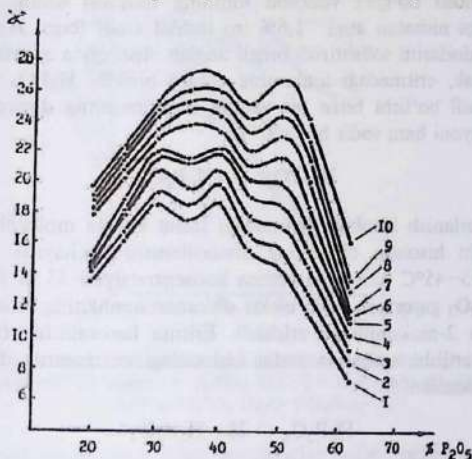
$$- \lg K_1 = 799,31/T - 0,013486T - 4,5535 \quad (3.7)$$

0–50°C haroratda ikkinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha ifodalanadi:

$$- \lg K_2 = 2073,0/T - 0,020912T - 5,9884 \quad (3.8)$$

bu yerda, T – harorat, °K.

Fosfat kislota ning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash orqali ham bu kattalikni uning konsentratsiyasiga ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda bog'likligini kuzatish mumkin (3.6-rasm).



3.6-rasm. Fosfat kislota critmasining elektr o'tkazuvchanligining harorat bo'yicha konsentratsiyaga bog'liqligi.

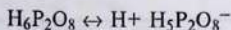
25–45°C da fosfat kislotaning konsentratsiyasi 30 % P_2O_5 ga yetganda uning elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori qiymatga erishadi (3.6-rasmdagi 1-maksimum). Bunda fosfat kislota molekularining eng ko'p miqdori dissotsilanadi. Eritma konsentratsiyasining yanada (35% P_2O_5 gacha) ortishi natijasida elektr o'tkazuvchanlik kamayadi. Bunda ionlanishga nisbatan ko'proq suratda qarama-qarshi ionlar ($H_2PO_4^-$ va H^+) ning o'zaro to'qnashuvi natijasida fosfat kislota molekularining hosil bo'lish jarayoni sodir bo'ladi. Haroratning 50–70°C ga ko'tarilishi natijasida 1-maksimumning 35–40% P_2O_5 konsentratsiyali eritma tomonga siljishini, haroratning ko'tarilishi natijasida moddalar eruvchanligining (yanada to'g'rirog'i dissotsilani-shining) ortishi orqali izohlanishi mumkin.

Tarkibida 6,5% dan ko'p P_2O_5 bo'lgan fosfat kislotaning bir qismi monomer H_3PO_4 ga nisbatan kuchli kislotali xossaga ega bo'lgan dimer $H_6P_2O_6$ ni hosil qiladi. 10 M (~36% P_2O_5) H_3PO_4 eritmasi tarkibida (g-ion/l hisobida): 3,755 H^+ , 0,0598 $H_2PO_4^-$, 3,6955 $H_5P_2O_8^-$ va (mol/l hisobida): 0,6393 H_3PO_4 va 0,9549 $H_6P_2O_6$ bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, monomerning dissotsilani-shidan hosil bo'lgan vodorod ionining miqdori uning umumiy miqdoriga nisbatan atigi ~1,6% ini tashkil etadi (buni $H_2PO_4^-$ va H^+ miqdorlarini solishtirish orqali anglab olish qiyin emas).

Demak, eritmadagi ionlarning o'zaro birikib, H_3PO_4 molekula-lari hosil bo'lishi bilan bir vaqtda monomerning dimerga aylana-sh jarayoni ham sodir bo'ladi:



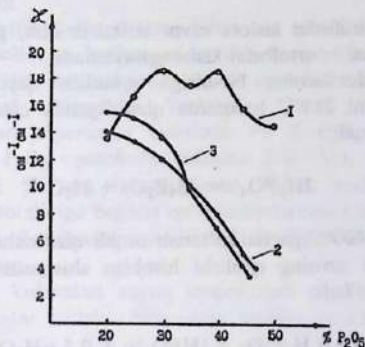
Dimerlanish hisobiga eritmadagi fosfat kislota molekularining kamayishi hisobiga dimerning dissotsilanishi kuchayadi. Shuning uchun 25–45°C haroratda eritma konsentratsiyasi 35 % P_2O_5 dan 40 % P_2O_5 ga ortgan sayin elektr o'tkazuvchanlikning ortishi kuzatiladi va 2-maksimumga erishadi. Eritma haroratining (50–70°C ga) ko'tarilishi natijasida fosfat kislotadagi eritmalarda dimerning to'la dissotsilanishi:



50–52% P_2O_5 li konsentratsiyada kuzatiladi (2-maksimum holati).

Eritma konsentratsiyasining 50–52% P_2O_5 dan yanada ko'tarilishi eritmaning ionlarga to'yinishi hisobiga elektr o'tkazuvchanlikning pasayishiga olib keladi. 25–45°C haroratli eritmada bu jarayon bir tekisda kechmaydi, chunki fosfat kislota eritmasining to'yinishi hisobiga nafaqat dimerlanish, balki trimerlanish, tetramyerlanish va hokazo polimerlanish jarayonlari ham sodir bo'lishi mumkin.

Fosfat kislota eritmasiga suvda eriydigan boshqa komponentlarning kiritilishi hisobiga uning elektr o'tkazuvchanligining keskin kamayishini kuzatish mumkin (3.7-rasm). Masalan, fosfat kislota eritmasiga $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ning kiritilishi hisobiga eritmaning to'yinishi tezlashadi va elektr o'tkazuvchanlik keskin kamayadi. Tarkibida $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ qo'shimchasi bo'lgan fosfat kislotali eritmaga NH_4NO_3 tuzining qo'shilishi natijasida sodir bo'ladigan komponentlar o'rtasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar tufayli elektr o'tkazuvchanlikning birmuncha ortishi kuzatiladi.



3.7-rasm. Fosfat kislotali eritmalar elektr o'tkazuvchanligining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi: 1 – $H_3PO_4-H_2O$; 2 – $N_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$; 3 – $H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-NH_4NO_3-H_2O$.

Yuqorida tanishib o'tilgan xususiyatlar fosfat kislota boshqa mineral kislotalardan o'ziga xos xossasi bilan ajralib turishini ko'r-

satadi va uning bu xossalarini fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik parametrlari tanlashda e'tiborga olinadi.

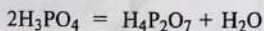
Ortofosfat kislota fosfat angidrid gidratatsiyasining oxirgi mahsuloti hisoblanadi. Fosfat angidridning suv bilan bosqichli ta'sirlashuvi — gidratlanish darajasi bilan farqlanadigan bir qator fosfat kislotalari hosil bo'lishi bilan boradi. Fosfat angidridning 5 ta asosiy gidratlari: ortofosfat kislota H_3PO_4 ($P_2O_5 \cdot 3H_2O$), pirofosfat kislota $H_4P_2O_7$ ($P_2O_5 \cdot 2H_2O$), tripolifosfat kislota $H_5P_3O_{10}$ ($3P_2O_5 \cdot 5H_2O$), tetrapolifosfat kislota $H_6P_4O_{13}$ ($2P_2O_5 \cdot 3H_2O$), metafosfat kislota $(HPO_3)_n$ ($P_2O_5 \cdot H_2O$) mavjuddir.

Fosfat angidridning gidratlanishini quyidagicha tasavvur etish mumkin: dastlab tetrametafosfat kislota $(HPO_3)_4$ yoki $H_4P_4O_{12}$ ga, so'ngra tetrapolifosfat kislota aylanadi; keyingi gidratlanish jarayonlarida ortofosfat va tripolifosfat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi. Tripolifosfat kislota gidratlanishi quyidagicha bo'ladi:



Nihoyat pirofosfat kislota suvni biriktirib olib, gidratatsiyaning oxirgi mahsuloti — ortofosfat kislota aylanadi.

Fosfat kislotalarning bir-biriga aylanishi qaytar jarayondir. Fosfat kislota 284°C haroratda qizdirilganda qisman pirofosfat kislota aylanadi:



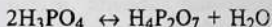
Haroratni 400°C gacha ko'tarish orqali qizdirishni davom ettirish natijasida suvning ajralishi hisobiga shishasimon metafosfat kislota hosil bo'ladi:



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 $H_2O:P_2O_5 =$

~3,6 ga teng bo'lgan eritmadan aniqlash mumkin. 100% li suyuq ortofosfat kislotasi ($H_2O:P_2O_5 = 3$) da P_2O_5 umumiy miqdorining 12,7% i pirofosfat kislotasi shaklida bo'ladi. Fosfat kislotasi eritmasida qo'shimcha (ayniqsa, kristallogidrat hosil qiluvchi tuzlar) larning bo'lishligi 68,7% (P_2O_5) dan kichik konsentratsiyali fosfat kislotasi eritmalaridan ham pirofosfat va hattoki, polifosfat kislotalarini ham bo'lishini ta'minlaydi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali kislotalarni ortofosfat holatida saqlash uchun:



muvozanatni chapga siljitish maqsadida ortiqcha miqdordagi suv ($H_2O:P_2O_5 > 3$) talab etiladi.

72,4% P_2O_5 dan katta konsentratsiyali fosfat kislotali eritmalar tarkibida polianion zarrachalar bo'ladi. Shuning uchun ularni kondensirlangan fosfat kislotalari, tuzlarini esa polimerli yoki kondensirlangan fosfatlar yoki (olinish usuliga ko'ra) degidratlangan fosfatlar deyiladi.

Hozirgi paytda fosfat kislotasi bilan bir qatorda orto-, piro-, tripoli-, tetrapoli- va boshqa oktapoli- va nonapolifosfat kislotalarigacha bo'lgan aralashmadan iborat superfosfat yoki polifosfat kislotalari ishlab chiqariladi. Tarkibida ~76 % P_2O_5 (~105% H_3PO_4) bo'lgan superfosfat kislotada: 49 % P_2O_5 — ortofosfat holatida, 42% P_2O_5 — pirofosfat holatida, 8 % P_2O_5 — tripolifosfat holatida va 1 %i esa tetrapolifosfat kislotasi 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.

3.2. Fosfatli xomashyolar

Fosfor — tabiatda keng tarqalgan elementdir. Uning yer qobi-g'idagi miqdori og'irlik bo'yicha 0,08–0,12% ni yoki yer qobi-g'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.

3.2.1. Fosfatli minerallar

Tabiatda 120 dan ortiq turdagi fosfatli minerallar uchraydi. Apatit guruhidagi minerallar, ulardan eng asosiysi — fluorapatit $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ eng keng tarqalgan va sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan mineral hisoblanadi (3.3-jadval).

Apatit guruhi fosfatlarining tarkibi

3.3-jadval

Minerallar	Miqdori, %				CaO	CaO	F
					P_2O_5	P_2O_5	P_2O_5
	P_2O_5	CaO	F(Cl)	CO	o/.	o/.	o/.
Fluorapatit $(\text{Ca}_5\text{PO}_4)_3\text{F}$	42,24	55,58	3,77	-	1,32	-	0,09
Xlorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$	40,91	55,72	6,81	-	1,39	-	-
Gidrokstilapati $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	42,40	55,88	-	-	1,32	-	-
Karbonatit $\text{Ca}_{10}\text{P}_6\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$	35,97	56,79	-	4,46	1,59	0,12	-
Franikolit $\text{Ca}_{10}\text{P}_5,2\text{Co},5\text{O}_{23},2\text{F}_{1,2}\text{OH}$	37,14	56,46	3,44	3,54	1,52	0,09	-
Kurskit $\text{Ca}_{10}\text{P}_4,5\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,5}\text{F}_2(\text{OH})_{1,2}$	34,52	56,86	3,85	5,35	1,64	0,16	0,11

Apatitning fosfatli guruhlariga yoki apatitlarga $\text{Ca}_{10}\text{R}_2(\text{PO}_4)_6$ umumiy formulaga ega bo'lgan 42 zarrashadan iborat bo'lgan elementar kristall yacheykali minerallar kiradi (bu yerda, R — fluor, xlor yoki gidrokstil).

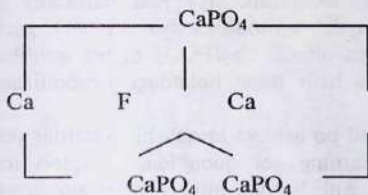
Apatitdagi kalsiyning bir qismi Sr, Ba, Mg, Mn, Fe, shuningdek, uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birgalikdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyya nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan ka-

tionlarning kirishi mineraldagi P_2O_5 miqdorining, masalan, fluorapatit $Ca_5F(PO_4)_3$ 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 fluorning o'rnini OH, xlor olishi yoki fosfor o'rnini uglerod olishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar sifatida qaralishi mumkin. Shunday minerallar ham borki, unda ular fosforning bir qismi kremniy va oltingugurt bilan almashgan bo'ladi.

Fosfor kalsiy fosfatlaridan tashqari boshqa minerallar tarkibiga ham kiradi. Ulardan eng muhimlari amblygonit $LiAl(PO_4)F$, biryuza $CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$, vavellit $4AlPO_4 \cdot 2Al(OH)_3 \cdot 9H_2O$, vagnerit Mg_2PO_4F , varissit $AlPO_4 \cdot 2H_2O$, vivianit $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, ksenotim YPO_4 , libetenit $Cu_2(PO_4)_3OH$, litiofilit $Li(Mn,Fe)PO_4$, monatsit $(Ce,La,Dy)PO_4$, otenit $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, piromorfit $Pb_5(PO_4)_3Cl$, triplit $(Mn,Fe)_2PO_4F$, trifilit $Li(Fe,Mn)PO_4$ va boshqalar hisoblanadi.

Bu minerallardan ayrimlari nodir elementlar, uran va boshqalar olishning manbasi 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. Fluorapatit o'zining tuzilishiga ko'ra, ikki molekula $Ca_5(PO_4)_3F$ dan iborat fazoviy guruhga egadir.

Bunday torapatit 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°C haroratda (xlorapatit esa 1530°C 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°C haroratgacha qizdirilganda gidroksilapatitga, u esa tetrakalsiyfosfat $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ (limon kislotada eriydi) va trikalsiyfosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ga aylanadi. Trikalsiyfosfat ikki xil allotropik shaklda mavjud bo'ladi: a-modifikatsiya yuqori haroratda barqaror, 1700°C da suyuqlanadi, limon kislotada eriydi; b-modifikatsiya past haroratda barqaror, limon kislotada erimaydi. a-modifikatsiya 1100°C gacha sovutilganda b-modifikatsiyaga o'tadi. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ni tez sovutilganda past (15–20°C) haroratda ham stabil holatdagi a-modifikatsiya shakli saqlanib qoladi.

Tabiatda hosil bo'lishi va tarqalishi. Apatitlar yer qobig'ida ko'p tarqalgandir, ularning yer qobig'idagi miqdori fosfatlar umumiy massasining 95 %ni; boshqa minerallar – ambligonit va vivianit – 3 %ni; vavellit, varissit, piromorfit, kraurit va triplit – 0,5 %ni; qolgan fosfatlar esa – 0,5 %ni tashkil etadi. Apatitlar ishidan ftorapatit eng ko'p tarqalgandir, gidroksilapatit kam va xlorapatit esa yanada kam uchraydi. Apatit otilib chiqadigan lavalar tarkibiga kiradi, ammo konsentrlangan shaklga nisbatan kam uchraydi.

Kalsiy fosfatlari kelib chiqishiga ko'ra: magmatik va qoldiqli turlarga bo'linadi. Magmatik yoki sof apatitli jinslar erigan magmaning to'g'ridan-to'g'ri sovishi natijasida yoki magmatik suyuqlanmaning kristallanish jarayonida ayrim tomirlar (pegmatitli tomirlar) ko'rinishida bo'ladi, yoxud issiq suv eritmalaridan ajralib chiqish yo'li bilan (gidrotermal) hosil bo'ladi, yoxud magmaning to'g'ridan-to'g'ri ohaktoshlar bilan o'zaro ta'siridan (kontaktli) hosil bo'ladi.

Apatitli jinslar hosil bo'lish sharoitiga muvofiq holda donachali yirik kristalli tuzilishga ega bo'ladi va polidispers emasligi va mikroyoriqlarning yo'qligi bilan tavsiflanadi. Ularning donachalari bilan birgalikda yoki ularga yo'ldosh bo'lgan boshqa turdagi magmatik: nefelin $(\text{Na}, \text{K})\text{AlSiO}_4 \cdot n\text{SiO}_2$, piroksenlar [masalan, egirin $\text{NaFe}(\text{SiO}_3)_2$], titanomagnetit $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot \text{FeTiO}_3 \cdot \text{TiO}_2$, ilmenit FeTiO_3 , sfen CaTiSiO_5 , dala shpati, slyuda, evdialit va boshqa minerallar ham kristallik tuzilishi bilan tavsiflanadi.

Gidroksilapatit tabiatda keng tarqalgan bo'lsa-da, ammo yirik to'planish hosil qilmaydi. U inson va hayvon suyagi (tishi) ning (oz miqdorda kalsit va organik moddalar aralashgan) asosiy massasini tashkil qiladi. O'lgan organizmdagi suyakning parchalanishi natijasida organik moddalarni yo'qotadi va atrof-muhitdan ftorni yutishi orqali frankolit yoki kurskit, shuningdek, ftorapatitga aylanadi.

Qoldiqli kalsiy fosfatlarga fosforitlar kiradi. Ular fosfatli jinslarning yemirilishi, daryolarning dengizga oqizib olib chiqishi, boshqa jinslar bilan ta'sirlashishi natijasida va tarqoq cho'kindilar holatida ham, yirik to'planish hosil qilish bilan ham hosil bo'ladi. Barcha cho'kindili kalsiy fosfatlarining ma'lum miqdori — chig'anoq va suyaklarning yer qobg'ining ko'p joylarida geologik va kimyoviy jarayonlar ta'siri natijasida to'plangan (organik kelib chiqqan) fosfor hissasiga to'g'ri keladi.

Hosil bo'lish sharoitiga bog'liq holatda va sho'kindili kalsiy fosfatlarining tuzilishiga ko'ra fosforitli to'planish uchta asosiy: organogen, donador toshsimon va qatlamli turlarga bo'linadi. Organogen (chig'anoqli) to'planish fosfatli chig'anoq va suyaklardan, qatlamli va donador toshsimon fosforitlar esa organizmlarning bevosita ishtirokida kimyoviy yo'l bilan hosil bo'ladi. Donador toshsimon fosforitlarga fosfatli jinslarning murakkab ikkilamchi

o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi (cho'kindili) fosforitlar ham kiradi.

Fosforitli rudalar tarkibida, asosiy fosfatli moddalardan tashqari, ko'p miqdordagi boshqa minerallar: glaukonit ($P_2O + RO$) $P_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$ (bu yerda, $P_2O - Na_2O$ va K_2O , $PO - MgO$, CaO va FeO , $P_2O_3 - Fe_2O_3$ va Al_2O_3), limonit $2Fe(OH)_3 \cdot Fe_2O_3$, kalsit $CaCO_3$, dolomit $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, kaolin $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, pirit FeS_2 , dala shpatlari, kvars, granit va boshqalar, shuningdek, oz miqdordagi organik moddalar ham bo'ladi.

3.2.2. Fosfatli xomashyolarni boyitish

Fosfatli rudalardan tarkibida fosfor bo'lgan minerallarni va bekorch jinslarni maksimal darajada ajratish uchun ularni ham birlamchi qayta ishlanadi (masalan, elanadi va yuviladi), ham asosiy flotatsiyalashda — ikkilamchi boyitiladi.

Donador toshsimon rudalarda turli miqdordagi fosfatli moddalar bo'lgan turlicha kattalikdagi donachalar tuproq, qum kabi bekorch jinslar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tuproq va qum singari bekorch mayda jinslar elash yoki yuvish orqali ajratiladi. Bunda oz miqdordagi fosfatli moddalar bo'lgan 0,5 mm. dan mayda zarrachalar ajratiladi. Qolgan material tarkibida 22–25% gacha P_2O_5 bo'ladi. Ko'p hollarda qoldiq sinflar bo'yicha ajratiladi va fosfat miqdori eng ko'p bo'lgan mahsulotning u yoki bu (masalan, +10 yoki -25+1 mm. li sinfdagi) fraksiyasi olinadi. Bu rudaning donadorlik tarkibi yoki ulardagi P_2O_5 va qo'shimchalar miqdori bo'yicha farqlanadigan bir necha fraksiyalari (konsentratlar) ga bog'liqdir. Xuddi shunday tarzda chig'anoqli fosforit rudalarini birlamchi boyitiladi. Masalan, tarkibida hammasi bo'lib 5–10 % P_2O_5 bo'lgan past navli Maardu rudasini ezish va maydalash — asosiy minerallarning amaliy klassifikatsiyasi, tarkibida 26–27 % P_2O_5 bo'lgan -0,5 + 0,25 mm. li va tarkibida 25–25,5 % P_2O_5 bo'lgan -0,074 mm. li sinflarda fosfatlarning to'planishi bilan sodir bo'ladi.

Apatit-nefelinli ruda va qatlamli fosforitli ruda (masalan, qoratorog') ham turli darajadagi yiriklikdagi zarrachalarda fosfat mineralarining har xil tarkibda bo'lishi bilan tavsiflanadi.

Apatit-nefelinli rudani tanlab maydalanishi va 1 mm. li elakda elanishi natijasida tarkibida 36–37 % P_2O_5 bo'lgan konsentrat olinadi. Ammo bunda P_2O_5 ning konsentratga ajratib olish darajasi 50 % dan oshmaydi.

Birlamchi konsentratlar yoki yuvilgan fosforitlar ishlab chiqarish uchun ham, flotatsiyalash yo'li bilan ikkilamchi boyitishdan oldin rudani dastlabki ajratish uchun ham fosforitli rudalarni birlamchi quruq yoki ho'l boyitiladi. AQSHda tarkibida ~15% P_2O_5 bo'lgan Florida fosforit rudalari ho'l elash va gidroseparatsiyalash orqali uchta sinfga ajratiladi. Tarkibida 30–40% P_2O_5 bo'lgan ~1,3–1,4 mm o'lchamli zarrachalardan iborat yirik fraksiya va tarkibida 34–35 % P_2O_5 bo'lgan 0,25–1,3 mm zarrachali o'rta fraksiya mahsulot sifatida olinadi. Qo'shimchalarning asosiy massasi to'plangan 0,25 mm. dan kichik bo'lgan mayda fraksiya flotatsiyali boyitiladi va tarkibida 34–35 % P_2O_5 bo'lgan konsentrat olinadi. Bunda rudadagi 65–70% gina P_2O_5 mahsulotga ajratib olinadi, qolgan fosfatlarning uchdan bir qismi quyqum va chiqindilar shaklida yo'qotiladi. Yuqori konsentratsiyali Tenessi koni rudalari to'g'ridan-to'g'ri boyitilmasdan ishlatiladi, past navli rudalar esa navlarga ajratish va yuvish orqali boyitiladi.

Respublikamizda Qizilqum fosforit konsentratlari va Qozog'iston Respublikasidan olinadigan Qoratog' fosforit konsentratlari ishlatiladi. MDH mamlakatlarida Xibin apatit konsentratlari; Qoratog', Yegorev va Kingisepp flotatsiyali fosforit konsentratlari; Vyatsk, Yegorev, Aktyubinsk, Maardu, Kursk va Bryansk yuvilgan fosforitlari hamda birlamchi fosforit konsentratlari va boshqalar ishlatiladi. Har bir fosforit rudasini boyitish tarkibidagi qo'shimchalar va fosfatlarni ajratib olish darajasiga muvofiq holda o'ziga xos xususiyatga egadir.

«Qoratog'» kombinatida yuqori sifatli rudani quruq maydalash yo'li bilan ham, kam fosforitli rudani boyitish orqali ham kislotali qayta ishlash uchun fosfatli xomashyo ishlab chiqariladi. Bunda, hattoki, fosforit tarkibida 23,3 % P_2O_5 va 3,6 % MgO bo'lganda ham mavjud boyitish usullari orqali tarkibida 27,9 % P_2O_5 va 2,45 % MgO bo'lgan flotatsiyali konsentrat olinadi. Bundan tashqari, Qoratog' fosforitlarini boyitish — ma'lum miqdordagi xomashyo yo'qotilishi bilan bog'liq qimmatbaho jarayondir. Flotatsiyali kon-

sentratdagi 1 t P_2O_5 ning tannarxi boshlang'ich rudani quruq maydalashdan olinadigan fosforit uniga nisbatan 2,5–3 marta qimmatdir. Flotatsiyalashda boyitiladigan rudadan P_2O_5 ning mahsulotga ajralish darajasi 63–65% ni tashkil etadi, ya'ni boyitish jarayonida 35 % fosfatli modda yo'qotiladi. Boyitish fabrikasining tarkibida 16–18 % P_2O_5 va 4–6 % MgO bo'lgan chiqindisi ishlatilmaydi.

Fosforitlarni boyitishda ularga termik ishlov berish usuli ham ishlatiladi. Bunda fosforitlar 400–800°C da ishlov berilishi natijasida undagi karbonatlar parchalanadi, fosforit zarrachalarining strukturasi qisman o'zgaradi, bu esa ularning keyingi kislotali ishlov berilishida o'z samarasini beradi.

Fosforitlarni kimyoviy boyitishda ko'p miqdordagi kislota sarf bo'lishi, suyultirilgan va tashlab yuboriladigan eritmalar hosil bo'lishi va ma'lum miqdordagi fosfatli moddalarning eritmaga o'tishi hisobiga yo'qotilishi sababli amalda joriy etilmagan. Lekin fosfatlarni qisman parchalash va flotatsiyali boyitish orqali kambag'al fosforitlarni dastlabki kimyoviy qayta ishlash iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Karbonatlarni yo'qotish maqsadida kimyoviy boyitish quyqumlar uchun qo'llanilishi mumkin, ular fosforitlarni maydalash natijasida hosil bo'ladi va yuqori disperslilikka ega bo'lganligi sababli flotatsiyalanmaydi.

3.2.3. Yuqori magniyli fosfatlar

Fosfatli va kremniy-fosfatli Qoratog' xomashyosi havzalaridan eng muhimlari Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv va Ko'kjon konlari hisoblanadi (3.4-jadval).

Biz mikroskopik kuzatuvlar va kimyoviy tahlillar o'tkazib, Qoratog' fosforitining maydalanish darajasiga (sinfiga) bog'liq ravishda tarkibidagi flor va boshqa komponentlar miqdorining o'zgarishini aniqladik.

Mikroskop MIN-5 yordamida kuzatish natijasida shu ma'lum bo'ldiki, Qoratog' fosforiti tiniq bo'lmagan yoy qirrali mayda kristallar siniqlaridan iborat bo'lib, turli ranglarga egadir, ya'ni: kulrang, yorqin sariq va toki jigarranggacha bo'ladi. 50 dan 356 mikrongacha bo'lgan fraksiyalarda amorf va quyqa holdagi zarra-

chalar uchramaydi. Ularning yuza tuzilishi bir xil bo'lib, mayda teshiklar va darz ketgan yoriqchalar kuzatilmaydi.

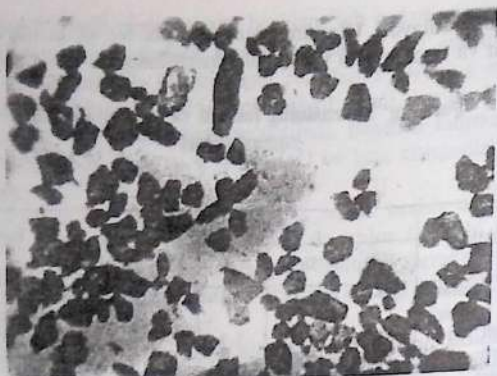
Qoratog' havzasining fosfatli va kremniy-fosfatli xomashyolari

3.4-jadval

Ruda	Tarkibiy, % hisobida					Konlari
	P ₂ O ₅	SiO ₂	R ₂ O ₃	CO ₂	MgO	
Yuqori sulfatli kam magniyli magniyli yuqori magniyli	29-32	5-12	2-3	0-5	0-2	Janitas, Ko'ksuv
	29-32	5-12	2-3	5-7	2-2,5	Janitas
	23-30	5-12	2-3	7-8	2,5-4,0	Ko'kjon
Karbonat saqlangan fosfatli	23-26	8-15	3-3,5	7-10	3-4	Oqsoy, Ko'kjon
Fosfatli	23-26	15-25	2,5-3,5	5-7	2-4	Cho'loqtog', Janitas, Ko'ksuv
Kremniy-fosfatli	13-23	25-50	6-7	1-10	2-4	Cho'loqtog', Janitas, Ko'kjon
Kremniyli hom ashyo	2-5	65-90	1,5-2	3,5-7,5	0-2	Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv

Fosforit fraksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari shundan iboratki, ulardagi zarrachalar aniq shaklga egadir, alohida olingan zarrachalarning ko'pchiligi romb shaklda va cho'ziq tutashgan g'ovaksiz va darz-yoriqlarsiz holatda bo'ladi. Zarrachalarining o'lchami 100 mikron bo'lgan fosforit flotokonsentrati (3.8-rasm) va apatit konsentrati (3.9-rasm) kristallarining (90 marta kattalash-tirilgan) mikrosurati quyidagi tasvirlarda ko'rsatilgan.

Fosforit zarrachalari o'rtacha diametri o'lchami o'zgarishiga bog'liq ravishda uning kimyoviy tarkibi o'zgarib boradi. Zarracha diametri kattalashib borgan sari boyitilgan fosforitda (MgO/P₂O₅)x100 qiymati kamayib boradi. Bunday qiymatlar 3.5-jadvalda keltirilgan.



3.8 -rasm. Boyitilgan Qoratog' fosforiti flotokonsentrati zarrachalarining mikrosurati.



3.9 - rasm. Apatit konsentrati zarrachalarining mikrosurati.

Demak, birlamchi xomashyoni flotatsiyalanganidan so'ng, u sulfat kislotali qayta ishlovga muvofiq keladigan fosforit uni hisoblanadi. Chunki flotatsiyalanish jarayonida mayda zarrachalardan holi bo'ladi va magniyning fosfat angidridiga nisbati kamayadi

fosforit rudasining nisbatan fosfatga boy qatlamlari tugay boshlagani sayin, ishlab chiqarishga fosfat angidrid miqdori kamroq va magniy miqdori ko'proq (yuqori magniylilik) xomashyolarni jalb etish muhim muammolardan biri hisoblanadi. Chunki rudada magniy, temir, aluminiy, erimaydigan qoldiq va boshqalar miqdorining ko'payib borishi undan fosfat kislota olish (ekstraksiya) jarayonining texnologik ko'rsatkichlarga salbiy ta'sir etadi.

Fosforit zarrachalari diametriga nisbatan qiymatining o'zgarishi

3.5-jadval

Namunalar nomi		Zarrachalarning o'rtacha diametri, mkm				
		25	80	130	180	250
MgO — ≈ 100 P_2O_5	Boyitilgan Qoratog' fosforiti (flotokonsentrat)	5,4	5,6	9,0	8,0	10,3
	Fosforit uni		10,2	8,2	7,1	5,4

Fosforitni ekstraksiya fosfat kislota ishlab chiqarishga tayyorlashda TSH 6-25-16-75 bo'yicha zarrachalar o'lchami 160 mkm. dan yirik bo'lgan fraksiya miqdori 14 %dan kam bo'lishi zarurdir.

Demak, kattaroq o'lchamli va yuqori magniylilik fosforitlarning sulfat kislotali ishlov berish usullarini yaratish va ishlab chiqarishga joriy qilish ruda tayyorlash va uni qayta ishlash jarayonlarining unumdorligini oshirilishiga olib keladi.

Xomashyo sifatiga bog'liq ravishda komponentlarning miqdori o'zgarishi va zarrachalarning maydalanish darajasi xomashyoni kislotali qayta ishlash texnologik sharoitlarini belgilaydi. Shu maqsadda biz fosforitning maydalanish darajasiga bog'liq ravishda kimyoviy va tuzlar tarkibini o'rgandik. Buning uchun Qoratog' havzasidagi Ko'kjon konidan olingan 2 xil namunani oldik. Birinchi namuna TSH-6-25-16-75 talablariga muvofiq keladi. Ikkinchi namuna esa bu shartlarga javob bermaydi va o'lchami 160 mkm. dan katta bo'lgan zarrachalar 20 %dan ortiq edi. Namunalarni teshiklari turlicha o'lchamda bo'lgan elaklardan o'tkazildi va kimyoviy tarkibi aniqlandi.

Elash jarayonida DAST 3584-73 bo'yicha har bir elakda bir necha bor qo'lda elandi. Har bir fraksiyaning kimyoviy tarkibi belgilangan standart usullarda aniqlandi. Na'munalar tarkibidagi: P_2O_5 miqdori fotokolorimetrik (FEK-56 da) va gravimetrik usullarda, CaO va MgO lar esa fluorekxon indikator yordamida trilonometrik usulda aniqlandi; CaO — permanganometrik, MgO esa — gravimetrik usullarda qayta tekshirildi; aluminiy va temir oksidlari (P_2O_3) miqdorlarining yig'indisi esa gravimetrik usulda, temir (Fe_2O_3) — kompleksometrik usulda, ftorni (bug'siz) haydash va distillash orqali hajmiy usulda aniqlandi; ftor miqdorini ftorselektiv elektrodli ionomer (EV-74) yordamida qayta tekshirildi; CO_2 miqdorini VTI-2 qurilmasida hajmiy usulda, erimaydigan qoldiq (kvars, silikat kislota va undagi aluminiy, titan, temir) gravimetrik usulda va suv esa 100-110°C haroratda quritilishidan yo'qotilgan og'rligni o'lchash orqali aniqlandi.

Fosforit uni va Qoratog' flotokonsentrating solishtirma ma'lumotlari

3.6-jadval

T/r	Namunalarning nomi va zarrachalar o'lchami, mkm	Komponentlar miqdori, % hisobida			
		P_2O_5	CaO	MgO	SiO_2
1.	Fosforit uni	23,15	40,42	2,45	15,89
	50	23,92	38,59	2,45	15,88
	50-63	24,35	40,74	2,00	16,37
	63-100	26,58	41,31	1,90	—
	100-160	26,54	40,70	—	19,29
	160-200	26,20	39,56	1,42	
	200-315				
2.	Qoratog' fosforitidan olingan flotatsiyalangan konsentrat				
	50	28,47	39,15	1,54	18,69
	50-63	27,66	40,42	1,54	18,47
	63-100	28,36	43,42	1,60	16,26
	100-160	27,11	43,07	2,45	15,17
	160-200	24,86	40,17	2,09	16,82
	200-315	22,90	38,02	2,36	20,64

Shunday qilib, xomashyolarning kimyoviy tarkibi turli usullar yordamida 3–4 qaytadan aniqlandi. Natijalar 3.7- va 3.8-jadval-larda ko'rsatilgan.

Fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi va turli darajada maydalanish zarrachalar miqdori

3.7-jadval

Namunalar nomi	Zarrachalar o'lchami, mkm va ularning tarkibi, %				
	200 mkm. dan yirik	200–160 mkm	160–100 mkm	100–70 mkm	70–00 mkm
№ 1 namuna (standartga muvofiq keladi)	6,0	4,5	21,0	10,5	58,0
№ 2 Namuna (standartga muvofiq kelmaydi)	15,0	5,0	26,0	11,5	42,0

kimyoviy tarkibi

	Komponentlar, % hisobida						
	P ₂ O ₅	CaO	MgO	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂	F
№ 1 namuna	24,75	41,57	3,40	2,04	0,82	9,04	2,65
№ 2 namuna	24,53	41,76	3,50	1,92	0,86	9,23	3,75

Turli fraksiyalarning kimyoviy tarkibini o'rganish shuni ko'rsatadiki, zarracha o'lchami sinflariga bog'liq ravishda komponent-larning tarkibi ma'lum qonuniyat bilan o'zgarar ekan. O'lchami 200–160 mkm va 200 mkm. dan yirik zarrachalar sinfiga erimay-digan qoldiq va flor miqdorlarining eng ko'p darajada bo'lishi kuzatiladi. Zarrachalarning maydalanish darajasi ortib borgan sari undagi erimaydigan qoldiq va florning miqdorlari kamayib boradi. Demak, ularning birikmalari juda mustahkam kristallar hosil qiladi. Bu esa kristall panjaralarining yuqori darajadagi energiyasi (kkal/mol) bilan tavsiflanib, yuqori solishtirma yuza energiyasiga (erg/sm²) ega ekanligini ko'rsatadi.

Karbonat birikmalarining kristall panjaralari esa ularga nisbatan kamroq solishtirma energiyasiga ega bo'lib, osonroq maydalanadi va xomashyoning maydalanish darajasi ortgan sayin karbonatlar-

ning miqdori ortib boradi. 160 mkm. dan kichik zarrachali fraksiyalarda ularning miqdori eng ko'p darajada bo'ladi. Temir va aluminiiy oksidlarining miqdori ham mayda fraksiya tarkibida yirik fraksiyadagiga nisbatan ko'proq bo'ladi.

Maydalanish sinfi bo'yicha fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi

3.8-jadval

Zarrachalar o'lchami, mkm	Komponentlar, % hisobida								
	P ₂ O ₅	CaO	MgO	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂	F	SiO ₂	e.q.
№1 namuna 200 dan									
yirik	27,05	41,25	2,95	1,24	0,75	6,71	3,27	9,00	12,0
200-160	25,26	41,22	3,15	1,34	0,83	8,53	2,95	8,57	11,0
160-100	25,22	41,25	3,42	1,40	0,40	9,45	2,57	8,15	10,0
100-70	24,84	41,24	3,85	1,85	0,91	9,85	2,50	8,76	10,0
70-0	26,06	41,22	5,53	1,88	1,01	9,00	2,42	8,39	9,6
№2 namuna 200 dan									
yirik	27,21	41,85	3,10	1,10	0,76	6,96	3,26	7,88	10,86
200-160	25,40	41,20	3,37	1,24	0,80	9,06	2,82	8,87	10,72
160-100	26,07	41,43	3,76	1,28	0,85	9,82	2,57	8,34	10,42
100-70	26,11	41,42	3,75	1,56	0,89	10,14	2,51	5,92	9,96
70-0	26,18	41,42	3,60	1,76	1,04	9,86	2,51	7,99	9,16

Bunda MgO va CO₂ miqdorlari fosforit zarrachalarining o'lchami o'zgargan sari o'zaro sinxron holatda o'zgaradi. Ammo CaO va P₂O₅ miqdorlarining o'zgarishlari o'zaro proporsional holatda o'zgarmaydi, chunki fosforitdagi kalsiy faqat fosfat anionlari bilan-gina emas, balki florid, karbonat va boshqa anionlar bilan ham bog'langandir.

Ko'kjon fosforitining aniqroq tavsifini o'rganish uchun undagi tuzlar tarkibini aniqladik. Fosforit xomashyosining kimyoviy tarki-bidan kelib shiqqan holda eng muhim tuzlar miqdorini statik usul bilan ishlab shiqdik (3.9-jadval). Tuzlar hisobini jadvalda ko'rsatil-gan tartibda olib bordik.

Fosforitdagi eng muhim tuzlar tarkibi

3.9-jadval

Komponentlar miqdori (%), shu jumladan bog'langan										Tuzlar tarkibi, % hisobida				
Namuna nomi va zarracha o'lchami, mkm	Ca ₅ (PO ₄) ₃ ga			CaF ₂ ga		MgCO ₃ ga		CaCO ₃ ga		Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	CaF ₂	MgCO ₃	CaCO ₃	Karbonatlar yig'indisi
	P ₂ O ₅	CaO	F	CaO	F	MgO	CO ₂	CaO	CO ₂					
№ 1 namuna														
≥200	27,21	35,37	2,39	1,28	0,87	3,10	3,41	4,61	3,55	64,44	1,53	6,51	8,16	14,7
200-160	25,40	33,02	2,24	0,85	0,58	3,37	3,70	6,96	5,36	60,17	1,02	7,07	12,32	19,4
160-100	26,07	33,89	2,29	0,41	0,28	3,76	4,14	7,38	5,68	61,83	0,49	7,80	13,06	21,0
100-70	26,11	33,94	2,30	0,31	0,21	3,75	4,12	7,82	6,02	61,75	0,37	7,80	13,84	21,7
70-0	26,18	34,03	2,30	0,31	0,21	3,60	3,96	7,54	5,80	61,75	0,37	7,87	13,34	20,9
№ 2 namuna														
≥200	27,21	35,37	2,39	1,28	0,87	3,10	3,41	4,61	3,55	64,44	1,53	6,51	8,16	14,7
200-160	25,40	33,02	2,24	0,85	0,58	3,37	3,70	6,96	5,36	60,17	1,02	7,07	12,32	19,4
160-100	26,07	33,89	2,29	0,41	0,28	3,76	4,14	7,38	5,68	61,83	0,49	7,80	13,06	21,0
100-70	26,11	33,94	2,30	0,31	0,21	3,75	4,12	7,82	6,02	61,75	0,37	7,87	13,48	21,7
70-0	26,18	34,03	2,30	0,31	0,21	3,60	3,96	7,54	5,80	61,75	0,37	7,56	13,34	20,9

Fosforitning tuzlar tarkibi va zarrachalar bo'ylab komponentlarning tarqalishi jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinadi. Fosforit zarrachalarining o'lchami 200 mkm.dan yirik bo'lsa, undagi fosfatlar va kalsiy ftorid (1,53–1,55 %) miqdori ko'proq bo'ladi, maydalanish darajasi ortib borgan sari kalsiy ftorid miqdori 0,22–0,37% gacha kamayib boradi. Kalsiy va magniy karbonatlarining miqdori esa yirik zarrachalardagiga qaraganda mayda zarrachalar tarkibida ko'proq bo'ladi. Masalan, 100–170 mkm o'lchamli fraksiyada karbonatlarning umumiy miqdori 20,8–21,2 %ni tashkil etadi, zarracha o'lchami 200 mkm.dan yirik bo'lsa bu miqdor 14,3–14,65 %ni tashkil etadi. Fosforitning ikki xil namunasida ham karbonatlarning umumiy miqdori deyarli bir xil bo'lishi kuzatiladi. Masalan, 200 mkm.dan yirik fraksiya tarkibida 14 % atrofida, 200–160 mak fraksiya tarkibida 19 % atrofida, 160–100 mkm fraksiya tarkibida esa 20 % atrofida karbonatlar bo'ladi va hokazo.

Demak, fosforitning kimyoviy va tuzlar tarkibini tahlil qilish – fosforitning maydalanish jarayonidagi komponentlarning zarrachalar bo'ylab tarqalish xususiyatini ochib beradi.

3.3. 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 sovitish 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.

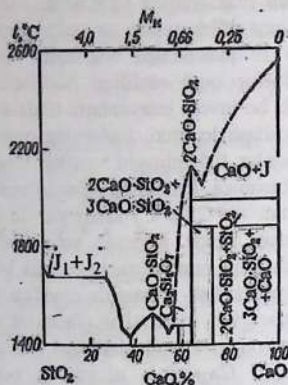
Fosfatlarni termik qayta ishlashning afzalligi – har qanday, shu bilan birgalikda past sifatli fosfatlardan ham yuqori tozalikdagi konsentrlangan (hattoki 100 % P_2O_5 gacha) fosfat kislotalari olish

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 ekstraksiyon fosfat kislotalari hosil qilinadi. Yetarli darajada toza bo'lishi lozim bo'lgan ozuqali va texnik fosfatlar, shuningdek, reaktivlarni termik fosfat kislotalardan olish usullari ularni ekstraksiyon 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 kislotalar esa (% da): mishyak 0,0003, qo'rg'oshin 0,0005, nitrat 0,0003 dan ko'p bo'lmasligi lozim.

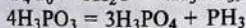
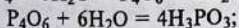
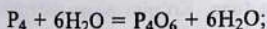
3.3.1. Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari

Fosfor ishlab chiqarish uchun fosforit, flus (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.

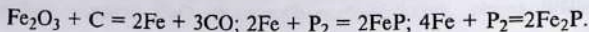


3.10-rasm. CaO – SiO₂ sistemasining holat diagrammasi.

Kalsiy fosfatdan fosforning qaytarilishi shixtadagi qo‘shimchalarning ishtirok etishi sabab bo‘ladigan qo‘shimcha: karbonat va sulfatlarning parchalanishi, sulfid va sulfatlardan vodorod sulfidning hosil bo‘lishi va boshqa jarayonlarning sodir bo‘lishi bilan kechadi. Xomashyoda namlikning bo‘lishi pechning yuqori doirasida fosfor gidridlari – fosfin PH₃, difosfan P₂H₄, ya’ni ma’lum miqdordagi fosforning yo‘qotilishi hisobiga hosil bo‘lishiga olib keladi. Yuqori haroratda PH₃ ni elementlardan to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilib bo‘lmaydi. Lekin 400–1000°C harorat chegarasida suv (shuningdek, CO₂) fosfor bug‘lari bilan to‘xtovsiz ta’sirlashadi va P₄O₆, H₃PO₄, PH₃ hosil qiladi:



Boshlang‘ich xomashyo tarkibidagi temir birikmalarining qaytarilishi va pechda almashinuv jarayonlari sodir bo‘lishi natijasida temir fosfidlari Fe₃P, Fe₂P, FeP hosil bo‘ladi:

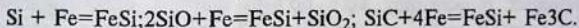


Pechdan ajratib olinadigan ferfosfor deb ataluvchi temir fosfidlari aralashmasida 15–28 % R bo'ladi. Uni pechdan suyuqlanma holatida yo'qotiladi.

Kremnezemning uglerod bilan ta'sirlashuvi elementar kremniy, kremniyning monooksidi va karbidi hosil bo'lishiga olib keladi:

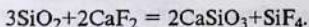


Ularning temir bilan ta'sirlashishi natijasida fyerrosilitiy hosil bo'ladi:



Qaytarilgan kremniyning qariyb 40 %i ferroilitsiyga o'tadi, qolgan 60 %i 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 ftor shlakdan gazli fazaga o'tadi.

Pechdagi yuqori harorat ishqoriy metall oksidlarini bug'latish (vozgonka) imkoniyatiga ega. Ularning pechdan yo'qotilishi xomashyo tarkibidagi umumiy miqdorining 15% ini tashkil etadi.

3.3.2. Oq (sariq) fosforning olinishi

Oq (sariq) fosfor ishlab chiqarish sxemasiga: boshlang'ich xomashyo (fosforit, kvarsit, koks) ni qabul qilish; uni joylashtirish bo'yicha ishlar; rudalarni termik tayyorgarligi; shixtani tayyorlash; elektropechlarda fosfatning qaytarilishi, pechdan chiquvchi gazni tozalash va undan fosfor bug'larini kondensatsiyalash, tayyorlangan mahsulotni omborga uzatish kiradi.

Fosfor olish uchun, ko'pincha, nisbatan yuqori bo'lmagan miqdorda (21–23 %) P_2O_5 bo'lgan, yuqori miqdorda (10 % gacha) - qumtuproq, ishqoriy metallar birikmalari, oltingugurt birikmalari

va boshqa qo'shimchalari bo'lgan fosforitlar ishlatiladi. Flus sifatida esa tarkibida 92 % dan ko'p SiO_2 , 2 % dan kam Fe_2O_3 bo'lgan yuqori sifatli kvarsitlar ishlatiladi. Qaytaruvchi sifatida 80–85 % uglerodli koks qo'llaniladi; uning zolligi 12 % atrofida, oltingugurt miqdori 0,7 % gacha bo'ladi.

Ko'pshilik 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 dissotsiyanishi uchun energiya sarfini va ajraladigan CO_2 ni CO gacha qaytarish uchun koks sarfini oshiradi.

Fosfatli xomashyo sifatini yaxshilash maqsadida dastlabki qayta ishlovdan o'tkaziladi. 10–70 mm o'lchamli bo'laklardan iborat rudani karbonatsizlantirish uchun teshikli shaxtali pechlarda kuydiriladi, mayda (bo'laklar o'lchami 10 mm.dan kichik) bo'lakchalari namlangan holda bog'lovchi materiallar (masalan, tuproq) bilan qorishtirilib guvalachalarga aylantiriladi va konveyerli kuydirish mashinalarida kuydiriladi.

Flus sifatida ishlatiladigan kremniyli fosfatli jinslar va koks oldindan quritiladi.

Shixta fosforit yoki apatitning (bo'laklar o'lchami 50–60 mm.li) va koks yoki antratsitning (bo'laklar o'lchami 4–6 mm.li) bo'laklaridan tarkib topgan bo'ladi. Xomashyo oldindan maydalanadi va quritiladi. Maydalashdan so'ng, elangan mayda ruda va mayda fraksiya aglomerlanadi yoki briketlanadi.

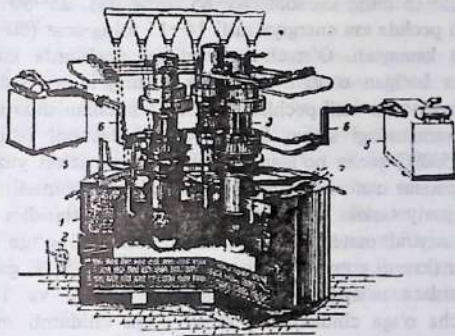
Fosfor olish uchun shixta o'lchash bo'linmalarida tayyorlanadi, u yerda mayda fraksiyalardan dastlabki elangan komponentlarni elektropechga uzatish uchun konveyerga belgilangan me'yorda (kimyoviy tahlil natijalariga muvofiq holda) beriladi. Shixta tarkibini hisoblashda fosforit (F) va kvarsit (K) nisbati tanlangan kislotalilik moduli va undagi CaO , MgO , SiO_2 va Al_2O_3 miqdori bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{K}{F} = \frac{M_k[\text{CaO} + \text{MgO}]_r - [\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3]_r}{[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3]_k - M_k[\text{CaO} + \text{MgO}]_k}$$

Bunda MgO ni bog'lash uchun qo'shimcha miqdordagi SiO_2 , Al_2O_3 ga esa shunga o'xshash flusda bo'lgan SiO_2 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 H_2 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 (3.11-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.



3.11-rasm. Fosforni haydash uchun elektrodleri uchburchakli joylashgan uch fazali elektropech: 1—pechning g'ilofi; 2—shlak cho'michli quygichi; 3—elektrod ushlagichi; 4—shixta komponentlari uchun teshikli bunkerlar; 5—transformator; 6—shinalar; 7—gaz chiqarish qismi.

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 elektrodalarda esa tok zichligi yuqoriroq ($7-12 \text{ a/sm}^2$) bo'ladi. Elektrodlar diametri $1,4-1,7 \text{ m}$ 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 elektrodslarni chiqarib olib, o'stirib turiladi (boshqasi bilan almashtirib, unisini ta'mirlanadi). Ko'p hollarda o'z-o'zidan kuyuvchi elektrodlar qo'llaniladi. Ularning o'stirilishi reaksiya qismidagi harorat va shixtaga elektrod materiallarini kiritilishi hisobiga amalga oshiriladi.

Fosforni elektrohaydash uchun pechlarning quvvati $25-50$ ming kvt va undan katta bo'ladi. Bunday pechlar vannasining diametri $8,5 \text{ m}$ (g'ilof diametri $10,5 \text{ m}$) gacha yetadi. Ularda sutkasiga 60 t gacha fosfor ishlab chiqariladi. Yuqori quvvatdagi pechlar ishlatilganda fosfor ishlab chiqarishga sarflanadigan energiya kamayadi. Masalan, 5 ming kvt quvvatdagi pechda 1 t fosfor ishlab chiqarish uchun $17,5-18$ ming kvt-soat ($63-65$ ming mj), $25-50$ ming kvt quvvatdagi pechda esa energiya sarfi $14-15$ ming-soat ($50-54$ ming mj) gacha kamayadi. O'rtacha quvvatdagi pechlarda kuchlanishi $170-260 \text{ v}$ bo'lgan o'zgaruvchan tok tarmog'idan foydalaniladi. $35-50$ ming kvt quvvatli pechlar $300-500 \text{ v}$ kuchlanishda ishlaydi.

Pech vannasidagi suyuq ferrofosfor va dashqol (shlak) ning harorati 1500°C gacha bo'lganligi uchun uning ichki yuzasi o'tga chidamli maxsus materiallar bilan qoplanadi (niqoblanadi). Futirovkalar kimyoviy tarkibi va o'tga chidamliligi jihatlaridan kislotali, asosli va neytral materiallarga bo'linadi: kislotali o'tga chidamli materiallar (kvarsli qum va dinas g'isht) tarkibida 95% gacha SiO_2 bo'ladi, kislota ta'siriga yaxshi chidamli bo'ladi va 1800°C li haroratgacha o'tga chidamlidir; asosli o'tga chidamli materiallar (magnezit kukuni va undan quyilgan g'isht) tarkibida $93-94 \%$ gacha MgO bo'ladi, ular ishqoriy ta'sirlarga chidamli va 2200°C gacha bardoshlidir; pech vannasining pastki qismi shunday usullarda furerovka qilinadi. Xromli g'isht, giltuproq shamot kukuni va undan quyilgan g'isht neytral o'tga chidamli materiallar qatoriga kiradi, ular arzon va 1800°C haroratgacha chidamli bo'ladi. Pech vannasining yuqori qismi shamotli g'isht bilan niqoblanadi.

Gazlar pechning yuqori qismidan $\sim 300^{\circ}\text{C}$ haroratda chiqadi. Pech qopqog'idagi teshikdan tushiriladigan shixta, shlakni undan chiqishiga mos holda kiritiladi va harorat ta'sirida dastlab kuyadi, so'ngra suyuqlanadi hamda shlak va ma'lum miqdordagi ferfosfor holatida pechdan chiqariladi.

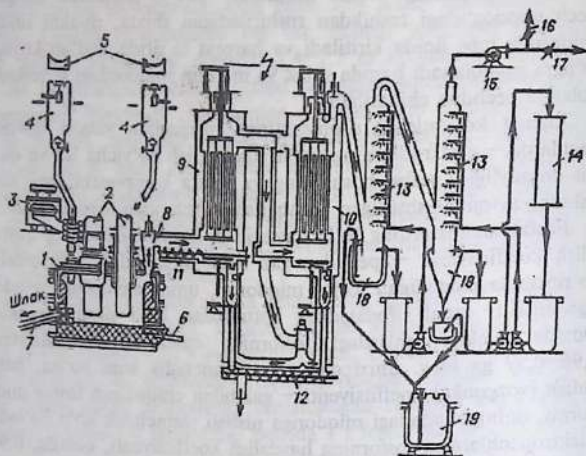
Xizmat ko'rsatishni osonlashtirish maqsadida yuqori quvvatli pechlarda — elektrodning (ya'ni kuchlanish bo'yicha ish va quvvat doimiyligi), gazlar bosimining va shixta komponentlarini kiritishning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlaridan foydalaniladi.

Fosfatdan fosforning to'la qaytarilishi haqida fosforning qaytarilish koeffitsiyenti — pechdan gaz bilan birgalikda va ferfosfat ko'rinishida chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati orqali ifodalangan kattalikdan bilib olish mumkin. Odatda, elektropechlardagi fosforning qaytarilish koeffitsiyenti 0,96–0,97 ga teng. Shixtadagi temir qanchalik kam bo'lsa, haydalish (vozgonka) koeffitsiyenti — gaz bilan chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati shunchalik ko'p bo'ladi. Elektropechlardagi fosforning haydalish koeffitsiyenti, odatda, 0,95 atrofida bo'ladi.

Pechdan chiqadigan shlak quyma buyumlar (kimyoviy jihoz detallari, yo'l qurilishi uchun plitkalar va hokazo), shlakli sement va g'ishtlar, issiqlik himoya materiallari va boshqalar tayyorlashda ishlatiladi. Shlakning taxminiy tarkibi: 38–44 % SiO_2 , 2–5 % Al_2O_3 , 0,5–1 % Fe_2O_3 , 44–48 % CaO , 0,5–7 % MgO , 0,5–3 % P_2O_5 bo'ladi. Shlak ostida yig'iladigan ferfosfor - temir fosfidlari (Fe_2P va Fe_2O_3) va unga qo'shimcha sifatida oz miqdordagi boshqa metallar (marganes, xrom va h.o.) ning fosfidlaridan iborat. Uning tarkibida: 21–27 % fosfor, 67–73 % temir va oz miqdordagi uglerod, kremniy qo'shimchalari bo'ladi. U asosan metallurgiya sanoatida ishlatiladi.

1 t fosfor olishda 10500 kJ/m^3 issiqlik beruvchi 2500–3000 m^3 (n.sh. da) pech gazi, 25–27 kg ferfosfor, 10–12 t shlak hosil bo'ladi. Pechdan chiqadigan gaz tarkibida: 0,2–2,15 g/m^3 fosfor bug'lari, 60–85 % CO , 3,4–16,5% CO_2 , 6–10 % N_2 (% lar hajm bo'yicha), qo'shimcha H_2S va boshqalar bo'ladi.

Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri 3.12-rasmda keltirilgan.



3.12-rasm. SARIQ fosfor ishlab chiqarish tasviri: 1 – elektropech; 2 – elektrodlar; 3 – transformator; 4 – yuklash bunkeri; 5 – transportyor; 6 – ferfosfor cho'michli quygichi; 7 – shlak juri; 8 – gazyig'ich; 9, 10 – elektrofiltrlar; 11, 12 – chang uchun shneklar; 13 – kondensatorlar; 14 – bug'ejeksiyal qurilma; 15 – gaz haydagich; 16 – gazni yoqish quvuri; 17 – gaz o'tkazish quvuri; 18 – suyuq fosforni yig'gich; 19 – suyuq fosforni saqlagich.

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 transportyor (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 ferfosfor cho'michli quygichi (6) orqali quyqum ostida yig'iladigan ferfosfor davriy ravishda (sutkasiga 1–2 marta)

temir yo'l iziga o'rnatilgan kovshga qo'yiladi. Undan yuqoriroqda joylashgan boshqa ikkita shlak juri (letkasi) (7) orqali muntazam ravishda shlak chiqarilib turiladi.

Pechdan chiqadigan gaz gaz yig'gich (8) orqali pech changlaridan tozalash uchun elektrofiltirlar (9) va (10) ga o'tadi. Elektrofiltirlar 40000–80000 V kuchlanish bilan ishlaydi. Fosforning kondensatsiyalanishini oldini olish uchun elektrofiltirlardagi harorat 280–300°C da ushlab turiladi. Shu maqsadda elektrofiltirlar va gaz o'tish yo'llarining sirti niqobli g'ishtdan tayyorlangan g'ilof bilan o'raladi. G'ilof bilan elektrofiltirlar orasida o'txona gazlari aylanuvchi bo'shliq bo'ladi va shu orqali elektrofiltirdagi harorat belgilangan darajada ushlab turiladi. Elektrofiltirlardagi 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 elektrofiltirlarda ushlab qolingani chang ham yig'iladi. Kameradagi chang shnek (12) orqali chiqariladi. Changni suv bilan qorishtirilib suvli suspensiyaga aylantirilishi yoki to'g'ridan-to'g'ri mineral o'g'it ishlab chiqarishga yuborilishi mumkin.

Elektrofiltirdan chiqayotgan 250–300°C 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» kondensatorda 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» kondensatorda pech gazlari tarkibidagi fosforning 99 %i kondensatlanadi. Gazni sovitish 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 sovitilgan aylanma suvdan foydalaniladi. «Sovuq» kondensatorda gaz harorati 27 dan 17°C gacha pasayadi va bunda fosforning ajralish darajasi 99,95 % gacha yetadi.

Kondensatorlardagi aylanuvchi suv vaqti-vaqti bilan neytrallab turiladi, chunki gaz tarkibidagi kislotali oksidlarning gidrolizi va SiF_4 ning gidrolizi hisobiga H_2SiF_6 ning hosil bo'lishi natijasida suvning kislotaliligi ortib ketadi va jihozlarning korroziyalanishi kuchayadi. Neytrallash uchun soda eritmasi yoki ammiakli suv ishlatiladi.

Pech gazi kondensatordan gaz haydagich (15) orqali chiqarib yuboriladi. Fosfordan tozalangan gaz yoqilg'i sifatida foydalanilishi yoki yoqilg'i yondirgich (16) da yoqib yuborilishi mumkin.

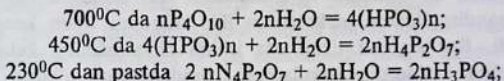
Sarf ko'effitsiyentlari		Qo'shimcha mahsulot va chiqindilar	
Fosfatli xomashyo		Dashqol (shlak)	9,6 t
(21,5% P_2O_5)	13,2 t	Ferrosfosfor	9,11t
Kvarset (95% SiO_2)	0,8 t	Pech gazi (n.sh.)	2700m ³
oks (84%C)	9,6 t	Chang	0,2 t
Elektrod massa	70 kg	Quyqum, 30% namlik bilan	0,15 t
Aylanuvchi suv	540m ³		
Bug'	4.44 gj		
Tabiiy gaz	216m ³		
Qisilgan havo (n.sh.)	150m ³		
Inert gaz – azot (N.sh.)	500m ³		
Pech elektroenergiyasi	14000		
	kvt·s		
Texnologik	16500		
elektroenergiyasi	kvt·s		

Belgilangan Davlat standarti talablariga muvofiq 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.

Aglomeratsiyalangan 0–10 mm sinfli mayda fraksiyadagi fosfat xomashyosini qayta ishlash natijasida 1 t fosfor olish uchun quyidagi ma'lumotlar olingan.

3.3.3. Termik fosfat kislolaning olinishi

Termik fosfat kislota elementar fosforning oksidlanishi (yondirilishi) va hosil qilingan mahsulotlarni gidratlanishi natijasida olinadi. P_4O_{10} 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 H_3PO_4 ga 1017 kJ) ni tashkil etadi. H_3PO_4 ni mahsulot kislota konsentratsiyasigacha suv bilan suyultirilganda qo'shimcha miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Texnik termik kislota 73 %dan kam bo'lmagan H_3PO_4 bo'ladi.

Termik fosfat kislota ikki: bir bosqichli va ikki bosqichli usullar bilan olinishi mumkin. Bir bosqichli usul pechdan shiqayotgan 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.

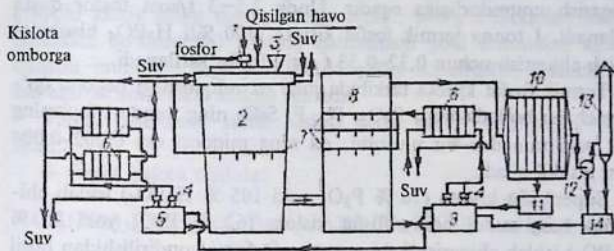
Termik fosfat kislota asosan ikki bosqichli usulda, ya'ni fosfor pechi tarkibidagi gazdan fosfor kondensatlash va so'ngra uni fosfat kislota aylantirish orqali ishlab chiqariladi. Bunda toza holdagi kislota olinadi va fosforning kondensatlanishidan keyingi qolgan yuqori kaloriyali gazdan foydalanish 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 sirkulatsion (sovituvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) va bug'latgichli (bug'lanuvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) ishlab chiqarishga bo'linadi. Sirkulatsion tizimlar: elektrofiltr yoki skrubberli sirkulatsion bir minorali va sirkulatsion ikki minorali tizim keng tarqalgandir. Odatda, sirkulatsion ikki minorali tizim keng qo'llaniladi. Bug'latgichli tizim esa ishlab chiqarishning kelajakdagi istiqboliga daxldordir. Sirkulatsion tizimdan farqli o'laroq, ularda nasos-sovitgichli jihozlarga ehtiyoj yo'q, shu sababli energetik xarajatlar kam talab etiladi. Lekin ularning asosiy kamchiligi shundan iboratki, minoradagi gidratlanishda suvning bug'lanishi tufayli hosil bo'ladigan chiqib ketuvchi gaz hajmining ko'payishi hisobiga va shuning uchun uning tarkibidagi kislota tomchilarini ushlab qolishga katta o'lchamdagi elektrofiltr qurilmalar talab etiladi.

3.13-rasmda sirkulatsion 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 qaynoq fosfor alangasining yemiruvchilik ta'siridan saqlaydi. Fosfor yonishining nazariy harorati 3500°C atrofida bo'ladi. Ammo, fosforning yonishida ikki hissa ko'p miqdordagi havo ishlatiladi va natijada, alanga harorati $2100-1800^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi. Gazning keyingi sovishi kislotadagi suvning bug'lanishi hisobiga ketadi. Havoning ortiqcha miqdorda olinishi fosforning quyi oksidlarini hosil bo'lishini, ularning gidratlanishi natijasida esa mahsulotni ifloslantiruvchi kislotalar (H_3PO_2 , H_3PO_3) hosil bo'lishini olidini olish uchun zarurdir.

Gaz haroratining yuqori ($800-1000^{\circ}\text{C}$) bo'lishligi hisobiga P_2O_5 ning gidratlanishida dastlab bug' holatdagi metafosfat kislota, uning keyinchalik sovitilishi va gidratlanishidan tumansimon ortofosfat kislota hosil bo'ladi. Fosforning changlanishi forsunkaga keluvchi bug' bilan $70-80^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan birlamchi qisilgan havo yor-

damida amalga oshiriladi. Ikkilamchi havo yondirish minorasiga chig'anoq (3) orqali yuboriladi. Fosforning oksidlanishidan ajraladigan issiqlik minora tomi qismidan uzatiladigan aylanuvchi suvga hamda yig'gich (5) va issiqlik almashtirgich (6) orqali minoraning yuqorisiga 46–50°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 sovitilgan kislotaning bir qismi omborga tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Yondirish minorasida 60 %gacha P_4O_{10} absorbsiyalanadi, qolgan qismi esa — yig'gich (9) va issiqlik almashtirgich (6) orqali aylanuvchi kislota bilan sovitish-gidratlash minorasi (8) da ushlab qolinadi (ularda kislota harorati 25–27°C gacha pasayadi). Yig'gich (9) dagi kislota yig'gich (5) orqali aylanuvchi kislotaga qo'shiladi.



3.13-rasm. Sirkultatsion ikki minorali 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'gichi; 6 — plastinkali issiqlik almashtirgich; 7 — kislotali forsunka kanal (kollektor) lari; 8 — sovitish-gidratlash minorasi; 9 — sovitish-gidratlash minorasi aylanuvchi kislotasining yig'gichi; 10 — elektrofiltr; 11 — kislota yig'gichi; 12 — quyuq gaz ventilatori; 13 — gaz chiqarish quvuri; 14 — kondensat yig'gichi.

Sovitish minorasiga kiruvchi gaz harorati 85–100°C, chiquvchi gaz harorati esa 45–55°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 qolish darajasi 99,9 %ni tashkil etadi. Elektrofiltrdagi kislota yig'gich (11) ga, undagi esa yig'gich (9) ga oqib tushadi. Quyuq gaz ventilatori (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. Quyuq gaz ventilatori va gaz chiqarish quvuridagi kondensat yig'gich (14) ga oqib tushadi.

Yondirish va sovitish minoralari polietilen, diabraziv plitka va kislota bardosh g'ishtlar bilan himoyalangan metall qobiqqa ega bo'ladi. Yondirish minorasining o'rtacha diametri 5 m, balandligi esa 13 m bo'ladi. Sovitish minorasi 3,2 m diametriga, 13 metr balandlikka ega va unda ikki qator pashiq halqali to'ldirgich bor. Elektrofiltr 40–90 ming v kuchlanishdagi doyimiy tok manbayiga ulanadi.

Bayon etilgan sistema yiliga 60 ming t 100 % i 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 , P_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 sovitishdan 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 sovitgichlar talab etiladi. Shu sababli, kislotalarni uzatishda markazdan qochma nasoslar o'rniga rotatsion nasoslardan foydalaniladi.

3.4. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash

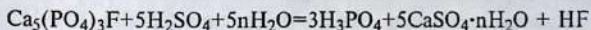
Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash natijasida sulfat kislota stexiometrik me'yoriga qarab mahsulot sifatida oddiy superfosfat va ekstraksion fosfat kislota (EFK) olinadi.

3.4.1. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari

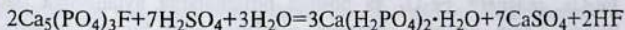
Tabiiy kalsiy fosfatlarning kislotalar bilan parchalanishidan fosfat kislotalari va kalsiyning tegishli tuzlari hosil bo'ladi. Kalsiyli tuzlari suvda yaxshi eriydigan kislotalar (masalan, nitrat yoki xlorid kislota) ishlatilganda olingan eritmalarini o'g'itga aylantirish, o'simliklar tomonidan o'zlashmaydigan yoki qiyin o'zlashadigan fosfatli birikmalarga aylanishiga olib keladigan kimyoviy o'zgarishlarning 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, fluorapatit:

– fosfat kislota olishda:

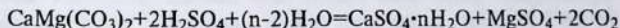


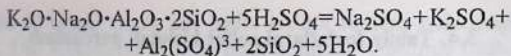
– superfosfat olishda:



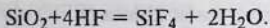
reaksiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi.

Shu bilan bir vaqtda fosfatli xomashyo tarkibidagi boshqa minerallar: kalsit, dolomit, temir- va alumosilikatlar ham parchalanadi. Masalan:





Kremniy dioksid HF bilan ta'sirlashib, SiF_4 hosil qiladi:



SiF_4 ning bir qismi gazli fazaga o'tadi, qolgan qismi esa eritmada qoladigan geksaftorsilikat kislotaga aylanadi:



Tarkibida kislotada eruvchan ko'p miqdordagi magniy, aluminii, temir birikmalari bo'lgan tabiiy fosfatlar sulfat kislotali ishlov berish uchun yarog'sizdir. Ayniqsa, temir bo'lgan qo'shimchali minerallar yarog'siz 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 kislotada 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 bo'lgan fosforitlar ishlatilmaydi.

Rudalarni oldindan oksidlovchilik atmosferasida 850–1150°C haroratda qizdirish Fe(II) birikmalari — gyotet FeO(OH) , gidrogyotet $\text{FeO(OH)} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ larning kislotalarda qiyin eriydigan gematit Fe_2O_3 , magnetit Fe_3O_4 va boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Lekin hattoki, uzoqvaqt qizdirish ham bu qo'shimchalarning tayyor mahsulot sifatiga va ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlarga salbiy ta'sirini to'la bartaraf eta olmaydi. Shuning uchun sulfat kislotali parchalash jarayonida, odatda, tarkibidagi $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ og'rlik 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 kislotasarflanishiga, CO_2 ajralishi hisobiga reaksiyoning jihatlarida 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 kislotas olishdagi tashlandiq gips miqdorining oshiruvchi qo'shimcha miqdordagi kalsiy sulfat hosil bo'ladi.

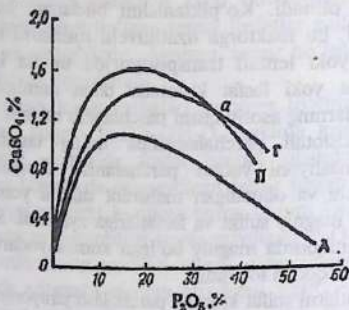
Rudani kuydirish natijasida karbonatlar parchalanadi va CO_2 yo'qotiladi. Shuning uchun kuydirilgan ruda ishlatilganda ko'piklanishning oldi olinadi. Ko'piklanishni birdaniga kamaytirishning boshqacha usuli, bu reaktorga uzatiluvchi rudalarni tashish moslamalari (shnek yoki lentali transportyor)da uncha 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 bo'lgan xomashyodan uni kimyoviy boyitish orqali yo'qotish lozimdir.

Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash jarayonining texnologik parametrlarini tanlash uchun $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasining xossasi asos hisoblanadi. Bunda kalsiy sulfat uch xil: bitta suvsiz (angidrit CaSO_4) va ikkita kristallogidrat [yarimgidrat (polugidrat) yoki bassanit $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ va digidrat yoki gips $\text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] shaklida mavjud bo'lishi mumkin. Ko'rsatilgan shakllar kristallanishining haroratli va konsentratsiyali sohaları — fosfat kislotadagi ularning eruvchanlik nisbatlari yoki eritma ustidagi suvning bug' bosimi va gipsning yarimgidratga yoki angidridga va yarimgidratning angidritga aylanishidagi qaytar reaksiyalar dissotsiatsiya bosimining nisbati orqali aniqlanadi.

Misol sifatida, kalsiy sulfatning 80°C dagi eruvchanlik izoter-masi 3.14-rasmda keltirilgan. Tasvirdan ko'rinadiki, eritmadagi fosfat kislotaning miqdori ortib borishi bilan uchta modifikatsiya-niing barchasini eruvchanligi dastlab ortib boradi, 16–22 % P_2O_5 da

maksimumga erishadi va soʻngra pasayadi. 80°C da angidrit minimal eruvchanlikka ega boʻladi, uning oʻzi, shuning uchun qattiq faza bilan muvozanatga sabab boʻladi. 33,3 % dan kam P_2O_5 boʻlgan eritmalarida metastabil gips (metastabil kristallogidratlar izotermalari kesishgan a nuqtada) bevosita angidritga aylanadi; nisbatan yuqori konsentratsiyali eritmalarida dastlab gipsning kam eriydigan yarimgidratga konvyersiyasi sodir boʻladi, shundan keyin yarimgidrat angidritgacha degidratlanadi. Bu oʻzgarishlar stabiligi kam fazaning asta-sekin erishi va shu bilan bir paytda eritmadan stabiligi yuqori fazaning kristallinishi yoʻli bilan sodir boʻladi.

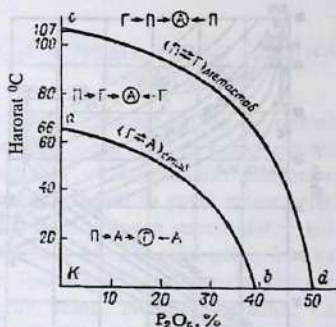


3.14-rasm. 80°C da fosfat kislotada kalsiy sulfatning eruvchanlik izotermasi:
A – angidrit; P – yarimgidrat; G – gips.

3.15-rasmda $\text{CaSO}_4 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasida kalsiy sulfatning fazali oʻzgarish yoʻnalishi va tartibini ifodalovchi politermik diagramma keltirilgan. Sistemadagi stabil qattiq faza gips (pastdagi a b egri chiziq) va angidrit (yuqoridagi s d egri chiziq) hisoblanadi. s d egri chiziqdan yuqorida joylashgan sohada sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblangan yarimgidratning katta qismi angidritga oʻtadi. Bu oʻzgarish 80°C da tarkibida 33,3 % dan koʻp P_2O_5 boʻlgan eritmalarida sekinlik bilan (sutka va oylarda) sodir boʻladi. Xuddi shunday sharoitda gipsning yarimgidratgacha degidratatsiyasi ancha tez (soat va minutlarda) tugaydi.

sd va ab egri shiziq orasidagi sohada ham xuddi shunday stabil faza angidrit hisoblanadi, ammo bu yerda polugidrat angid-

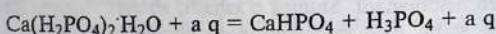
ritga to'g'ridan-to'g'ri aylanmaydi, dastlab gipsgacha to'la aylanadi. sd egri shiziq — turli haroratda bunday metastabil fazalarning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Shunga o'xshash, ab egri chiziqni ham turli haroratda stabil gips va angidritning birgalikda mavjud bo'lishini ko'pgina nuqtalar bilan ifodalangan holati deb hisoblanadi. Osvald qoidasiga binoan ab egri chiziqdan pastdagi sohada stabil faza bo'lgan gips $P \rightarrow A \rightarrow G$ o'zgarish bo'yicha gipsga aylanishi kerak. Vaholanki, amaliyotda bu sohada angidritning hosil bo'lishi kuza-tilmaydi. Buni fazalarning o'zgarish kinetikasi, masalan, keltirilgan harorat va P_2O_5 konsentratsiyasi sohasida $A \rightarrow G$ o'zgarishning $P \rightarrow A$ o'zgarishga nisbatan juda katta tezlik bilan sodir bo'lishi orqali izohlanishi mumkin. Boshqa sharoitda A ning o'zgarish tez-ligi kichik bo'lishi mumkin. Fazalarning o'zaro bir-biriga aylanish tezligi va yo'nalishiga sistemadagi begona qo'shimchalar ionlari ham ta'sir etishi mumkin.



3.15-rasm. Fosfat kislota eritmalarida kalsiy sulfat kristallogidratlarining bir-biriga aylanish tasviri: A — $CaSO_4$; P — $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$; G — $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

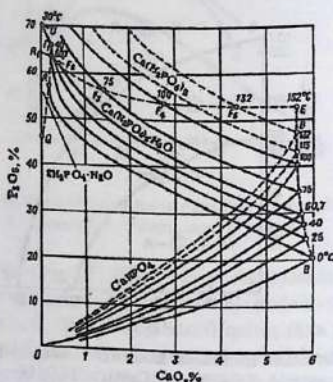
Shunday qilib, tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning harorat va konsentratsiya sharoitlarini tanlashda kalsiy sulfat modifikatsiyalarining hosil bo'lishi va bir-biriga aylanishining o'ziga xosligini e'tiborga olgan holda amalga oshirish lozim. Bu ayniqsa, ekstraksiyon fosfat kislota texnologiyasida muhim ahamiyatga egadir.

Monokalsiyfosfat suv bilan ta'sirlashib, erkin fosfat kislota va dikalsiyfosfatga parchalanadi:



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

3.16-rasmda turli xil haroratlardagi $\text{CaO}-\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{O}$ sistema-sida eruvchanlik izotermsi tasvirlangan. Eritmadagi P_2O_5 kon-sentratsiyasi ortishi bilan monokalsiyfosfatning eruvchanlik egri chizigidagi CaO miqdori kamayadi, dikalsiyfosfatning eruvchanlik egri chizig'idagi CaO miqdori esa ortadi.



3.16-rasm. $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi. Ikki tuz bilan to'yintirilgan eritmalarining tarkibi (monovariantli muvozanat):
 $V - 25-132^\circ\text{C}$ da: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4$, 0°C da:
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $F_1 - F_2 - 40-132^\circ\text{C}$ da:
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; R va $R_1 - 0$ va 25°C da:
 $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

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

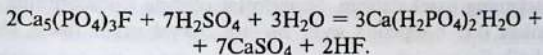
U – 30°C da: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$;

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

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

3.4.2. Superfosfat

Superfosfatni nisbatan yuqori konsentratsiyali qo'shaloq superfosfatdan farqlash maqsadida oddiy superfosfat deb ham ataladi. Tabiiy fosfatlar (apatit konsentrati yoki fosforit uni) ni sulfat kislota bilan parchalash orqali superfosfat olinadi. Sulfat kislota miqdori tabiiy fosfatdagi kalsiyni to'la bog'lashga ketadigan miqdorga nisbatan shunday hisobda kam olinadiki, buning natijasida quyidagi tenglama bo'yicha monokalsiyfosfat va kalsiy sulfatning aralashmasi hosil bo'ladi:



Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo va sulfat kislolaning aralashtirilishidan dastlab suspenziya hosil bo'ladi, unda kimyoviy reaksiyalar va kristallanish jarayonining sodir bo'lishi tufayli u asta-sekin quyiladi va yaxlit massa holatida qotadi. Uning maydalanishidan hosil qilingan superfosfat – kul rang kukun yoki donador mahsulotdir. U bir necha qattiq faza va ularga shimilgan suyuq fazadan iboratdir. Qattiq fazada 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, SrSO_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 SrSO_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 kislolaning suvli eritmasidan iboratdir.

Superfosfat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalar: apatit konsentrati yoki fosforit unining sulfat kislotasi bilan qorishtirish va

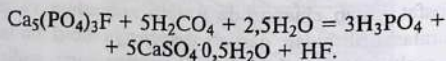
hosil qilingan suspenziyani kameralarda pishitish (yetiltirish) dan iboratdir. Uning batamom pishitilishi kimyoviy sexlarda mahsulotni saqlashda to'la amalga oshadi. Xomashyolar aralashtirgichlaridan va superfosfat kamerasidan chiqadigan ftorli gazlar — ftor bo'lgan boshqa mahsulotlarga aylantiriladi.

Kukunsimon superfosfat gigroskopikdir va suyuq fazadan monokalsiyfosfatning kristallanishi natijasida kuchli yopishqoq bo'lib qoladi. Sovitilgan va yetarli darajada pishitilgan 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.

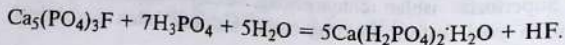
3.4.3. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Fosfatning parchalanishi. Superfosfat olishda ftorapatitning parchalanishi ikki bosqichda sodir bo'ladi. Avval erkin fosfat kislota hosil bo'ladi:



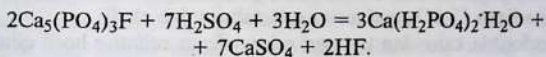
Bu reaksiya 20–40 minut davomida kameralarda superfosfat massasining pishitilishi davrida tugaydi. Kalsiy sulfat yarimgidrat shaklida cho'kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiya massa haroratining yuqoriligi (110–120°C) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining oxirida 42–46 %) P_2O_5 miqdorining ko'pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kalsiy sulfatning stabil shakli angidrit hisoblanadi (3.15-rasm).

Sulfat kislota 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. $\text{CaO} - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi muvozanat diagrammasidan ko'rinadiki (3.16-rasm), eritmada P_2O_5 miqdori 42–46 % va harorat 100°C dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo'lganda monokalsiyfosfat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kristallanadi.

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



Tenglama bo'yicha boradigan reaksiyaning birinchi bosqich jarayonida 70 %, ikkinchi 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 sababini faqatgina kalsiy sulfatning kristallanishiga bog'lash mumkin. Ikkinchi bosqich kamerali yetiltirish davrida boshlanadi va omborda mahsulotni uzoqvaqt (xomashyo naviga, ishlab chiqarish tartibiga va pishitish sharoitiga bog'liq holda 6–25 sutka) pishitishda yakunlanadi.

Sulfat kislota me'yori. Fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislota 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 kislota me'yori amaliy me'yori nisbatan yuqori — 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sulfat kislota 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'yoriini orttirishni talab etadi.

Fosforitda kalsiydan tashqari erimaydigan sulfatlar hosil qiluvchi boshqa elementlar yo'q bo'lganda, sulfat kislolaning stexiometrik me'yori (n) quyidagi formula bilan aniqlanadi:

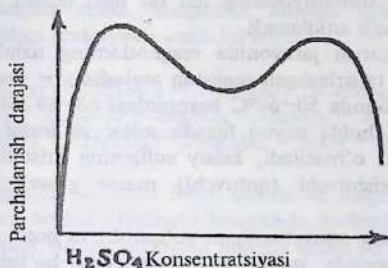
$$n = 98[1/56 - (m/142 - p/40 - q/160 - r/102)].$$

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 molekular massalari.

Sulfat kislolaning aniq (real) me'yori uning hisoblangan me'yoridan birmuncha kichik bo'ladi, chunki Ca^{2+} ionining bir qismi F^- , SiF_6^{2-} ionlari bilan ham birikadi. Boshqa qo'shimchalar esa uning miqdorini oshirishi mumkin. Shuning uchun har bir turdagi xomashyo uchun sulfat kislolaning amaliy me'yori tajriba yo'li bilan belgilanadi.

Jarayonning mexanizmi va tezligi. Harorat va jarayonga kiritiladigan sulfat kislolaning konsentratsiyasi mahsulotning tuzilishi va fizik xossalarida o'z aksini topadi. Fosfatning parchalanish tezligi sulfat kislota konsentratsiyasiga, superfosfat suyuq fazasining tarkibi va uning reaksiya mahsulotlari bilan to'yinish darajasiga bog'liqdir. 3.17-rasmda belgilangan vaqt doirasida fosfatning parchalanish darajasini davriy aralashtirish sharoitida boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligining umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Suyultirilgan eritma konsentratsiyasining ortishi va konsentrlangan eritma konsentratsiyasining kamayishi bilan fosfatning parchalanish darajasi, shuningdek, parchalanish tezligi ham ortadi. Ammo sulfat kislolaning eng kichik va katta konsentratsiyali

eritmalarida parchalanishning boshlanishi bilan ajraladigan kalsiy sulfatning tarkibi o'zgaradi va uning kichik o'lchamli kristallari hosil bo'ladi; bu esa hosil bo'lgan kristallarning fosfat zarrachalari sirtiga joylashib olib, u keyingi sulfat kislotaning fosfat zarrachalari bilan ta'sirlashishiga imkon bermaydi va natijada, fosfatning parchalanish darajasi keskin pasayadi. Shuning uchun parchalanish darajasining kislota konsentratsiyasiga bog'liqlik grafida ikkita maksimum va ular orasida bitta minimumdan iborat egri chiziqli tarzda aks ettirilgan. Maksimumlarning joylashish holati xomashyo turi, harorat, vaqt va boshqalarga bog'liqdir. Kislotaning quyi konsentratsiyasida fosfatning parchalanish darajasi va tezligi erisha oladigan eng yuqori daraja (chapdagi maksimum) uning yuqori konsentratsiyali eritmasidagi (o'ngdagi maksimum)ga nisbatan katta bo'ladi; ammo bunday kislota bilan sistemaga ko'p miqdordagi suv kiradi va bu esa qattiq mahsulot o'rniga qurimaydigan suspenziya hosil bo'lishiga olib keladi.



3.17-rasm. Belgilangan vaqt doirasida fosfatning parchalanish darajasini davriy aralashtirish sharoitida boshlang'ich sulfat kislotasi konsentratsiyasiga bog'liqligi.

Apatitni davriy sharoitda 63 % H_2SO_4 dan yuqori konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi bilan parchalanganda kalsiy sulfatning yarimgidrat va angdrit shaklining uzunligi 5–7 va eni 1–2 mkm bo'lgan mayda ignasimon kristallari hosil bo'ladi. Ignasimon kristallar fosfat donachalari sirtida qalin quyqali parda hosil qiladi. Bu esa reaksiyani to'xtatadi, natijada, superfosfat massasi yomon

qorishadi, undagi suyuq faza qattiq zarracha sirtida qoladi va fizik xossasi yomon bo'lgan — sochiluvchanligi kam ho'l «ifloslangan» mahsulot olinadi. Parchalanish jarayonini 63 % H_2SO_4 dan quyi konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi bilan o'tkazilganda esa kalsiy sulfatning nisbatan yirik (10–15 mkm) kristallari hosil bo'ladi. Ular fosfat sirtida unga kislotaning diffuziyalanishini kam darajada qiyinlashtiradigan yoriqli g'ovak qobiq hosil qiladi; shuning uchun reaksiya tezroq ketadi va quruq sochiluvchan mahsulot olinadi.

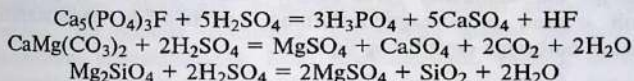
Boshlang'ich sulfat kislotaning konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, mahsulotning namligi ham shunchalik kam bo'ladi va undagi P_2O_5 miqdori ortadi. Lekin sulfat kislota konsentratsiyasining yetarli darajadan yuqori bo'lishi yuqorida izohlangan holatni keltirib chiqaradi. Shunday qilib, kislota konsentratsiyasining optimal doirasi bo'lib, uning chegarasi harorat va aralashtirish sharoitiga bog'liqdir. Optimal konsentratsiya, harorat va sulfat kislota me'yori fosfat xomashyosining har 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°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.

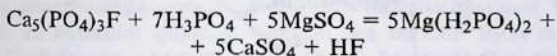
Suspeziyaning oquvchanligini yo'qotishi va qotib qolishini oldini olish maqsadida uning aralashtirgichda bo'lish vaqti qisqa muddatli bo'ladi, ammo bu vaqtda xomashyoning parchalanish darajasi belgilangan darajaga yetib borishi kerak. Boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, aralashtirgichdan chiqadigan suspenziyadagi apatitning parchalanish darajasi shunchalik yuqori darajada ushlab turiladi va fosfat zarrachalari sirtiga yuqulqilik 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°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.

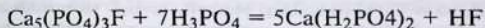
Qorotog' fosforiti asosidagi superfosfat. Qorotog' fosforitidan superfosfat olish jarayoni — unda dolomit va magnezial silikatlar qo'shimchalarining bo'lishligi tufayli o'ziga hos xususiyatga egadir. Magniy birikmalari ishtirok etadigan fosfatlarning sulfat kislota bilan parchalanishi uchta bosqichda 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:

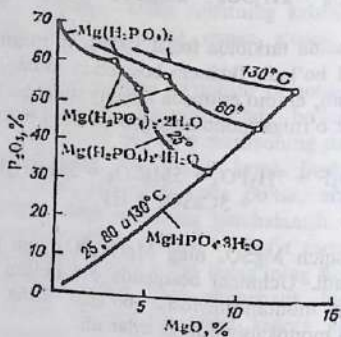


Ikkinchi bosqich MgSO_4 ning $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ga to'la aylanishi bilan yakunlanadi. Uchinchi bosqichda esa qolgan fosfatli xomashyo tarkibida monomagniyfosfat bo'lgan fosfat kislota bilan parchalanadi va monokalsiyfosfatga aylanadi:



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 (3.18-rasm) ko'rinadiki, monomagniyfosfatning eruvchanligi $\text{NaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} < 0,287$ nisbatda monomagniyfosfat parchalanmasdan eriydi; bu nisbat katta bo'lganda monomagniyfosfat parchalanadi va dimagniyfosfat qattiq fazaga o'tadi; monokalsiy-fosfatning parchalanishi esa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} > 0,01$ dan sodir bo'la boshlaydi.

Xuddi kalsiy tuzlaridagi kabi P_2O_5 konsentratsiyasi ortishi bilan dimagniyfosfat eruvchanligi ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi (3.18-rasm), ammo monokalsiyfosfatdan farqli o'laroq monomagniyfosfatning suv ta'sirida parchalanish darajasi haroratga deyarli bog'liq emas.



3.18-rasm. 25, 80 va 130°C haroratdagi $\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida eruvchanlik izotermsi: 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 kislota bilan bufer aralashma hosil qiladi, Mg^{2+} va $H_2PO_4^-$ ionlariga dissotsilanadi, bu esa fosfat kislotaning H^+ va $H_2PO_4^-$ ionlariga dissotsilanishini susaytiradi. Shu sababga ko'ra, xomashyoning parchalanishini ikkinchi bosqich jarayonida yoq keskin pasaytiradi, uning uchinchi bosqichdagi tezligi esa butunlay kamayadi.

Yuqorida ta'kidlanganlarni, shuningdek, monomagniyfosfatning gigroskopikligini e'tiborga olinsa, u Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatning fizik xossalarini yomonlashtiradi. Shuning uchun fosforitlarni oldindan magniy birikmalarining bir qismini yo'qotish orqali boyitish maqsadga muvofiqdir. Ishlatiladigan xomashyoda magniyning miqdori P_2O_5 miqdorining 6–8 % idan ortib ketmasligi lozim. Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfat uchun ombordagi optimal harorat ($65-80^{\circ}C$) 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 % P_2O_3 bo'lgan Qoratog' fosforitini 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 umum = 15,6 %; P_2O_5 o'zl. = 14,0 %; P_2O_5 erkin = 5,0 %; H_2O = 10,5 %.

Ishlab chiqarish ko'rsatkichlari. Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo parchalanishining to'laligi parchalanish koeffitsiyenti, ya'ni superfosfatdagi o'zlashadigan P_2O_5 ning umumiy P_2O_5 miqdoriga nisbati orqali talqin etiladi. Sulfat kislota me'yori qanchalik katta bo'lsa, parchalanish koeffitsiyenti ham shunchalik yuqori bo'ladi. 68–72 og'rlik qism me'yorida apatit konsentratidan olingan kamerali superfosfatdagi parchalanish koeffitsiyenti 83–

88% ga teng va superfosfatda ma'lum miqdordagi (11–12 %) erkin fosfat kislota bo'ladi. Superfosfatning ombordagi yetiltirish jarayonida esa parchalanish koeffitsiyenti 93–95 % ga yetadi, erkin fosfat kislotalari esa ~5 % gacha kamayadi.

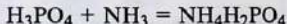
Olingan superfosfat miqdorining uni ishlab chiqarish uchun sarflangan fosfat miqdoriga nisbati superfosfat unumi deyiladi. Vaholanki, fosfatdagi P_2O_5 to'raligicha superfosfatga o'tadi, shuning uchun unum fosfatdagi P_2O_5 ning foiz miqdorini mahsulotdagi umumiy P_2O_5 ning foiz miqdoriga nisbati bilan ifodalanadi. Apatit konsentratidan yangi hosil qilingan superfosfatning unumi 1,94–2,01 ni, fosforitdan olingan superfosfat unumi esa 1,5–1,9 ni tashkil etadi. Superfosfatni omborda saqlanishi natijasida undan suvning bug'lanishi hisobiga unum ma'lum darajaga pasayadi.

Mahsulotning gigroskopikligi va uning neytrallanishi. Yuqori yerkin kislotalilikka (5 %dan yuqori P_2O_5) ega bo'lgan superfosfat 20°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 kislotalari 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 kislotalari oson parchalanuvchi neytrallovchi qo'shimchalar bilan neytrallanadi. Odatda, neytrallanish jarayoni donadorlash bilan bir vaqtda amalga oshiriladi. Neytrallovchi qo'shimcha sifatida oson parchalanadigan mayda fraksiyalik fosforit uni, suyak kukuni, ohak, bo'r, ohaktosh, ftoresizlantirilgan fosfatlar va boshqalar ishlatiladi. Tarkibida fosfor bo'lgan 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 kislotalari kalsiy birikmalari bilan

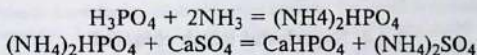
neytrallash natijasida mahsulot tarkibida qo'shimcha miq-dordagi kalsiy monofosfat hosil bo'ladi. Bunda superfosfatdagi qattiq komponentlar miqdori ortadi va uning fizik xossasi yaxshi-lanadi. Superfosfatdagi kislotalilikni keragidan ortiq darajada kamaytirish suvda kam eriydigan dikalsiyfosfatning hosil 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 aralashtirilishi 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 neytrallashdir. Ammoniyashtirish 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:

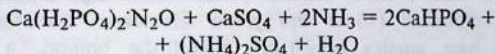


Neytrallash issiqligining ajralishi hisobiga massaning harorati 80–90°C gacha ko'tariladi va buning hisobiga superfosfat birmuncha quriydi. Bunda suvda eriydigan P_2O_5 miqdori kamaymaydi.

Nisbatan kuchliroq ammoniyashtirish natijasida hosil bo'lgan diammoniyfosfat kalsiy sulfat bilan ta'sirlashib, dikalsiyfosfatga aylanadi:

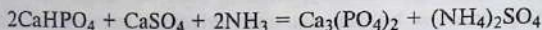


Monokalsiyfosfat ham dikalsiyfosfatga aylanadi:



Bunday chuqur ammoniyashtirish natijasida superfosfatdagi suvda eriydigan P_2O_5 miqdori anchagina kamayadi, ammo o'zla-

shadigan P_2O_5 miqdori sezilarli o'zgarmaydi. Ammoniyashtirishni yanada davom ettirish P_2O_5 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 bo'lgan ammoniyashtirilgan superfosfat olishda neytrallovchi vosita sifatida suyuq ammiaklar qo'llaniladi.

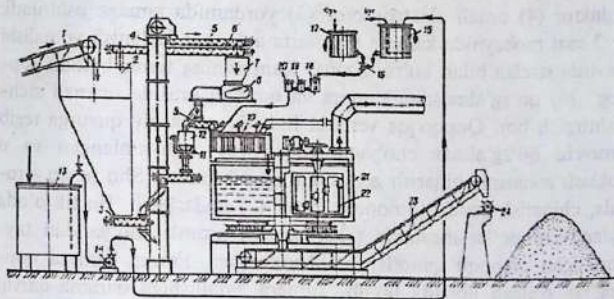
Superfosfatni ammoniyashtirish aylanuvchi barabanli ammoniyashtirgichga uzluksiz ravishda superfosfat kiritish va uning yo'nalishi bo'yicha oqimda gaz holatdagi ammiak yuborish orqali amalga oshiriladi. Ammiakning me'yori superfosfat massasining 2 %ini, uning yutilish darajasi esa 97–99 %ni tashkil etadi. Ammoniyashtirishda hosil bo'ladigan guvala holatdagi superfosfat elanadi va maydalanadi.

Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfatni ammoniyashtirish, ayniqsa, samarali hisoblanadi. Bunda kalsiy va magniy fosfat tuzlarining eritmadan to'la ajralishi kuzatiladi va $25^{\circ}C$ gacha sovitilganda nafaqat monokalsiyfosfat kristallanadi, balki magniy va ammoniy fosfatlari ham turli xil ikkilamshi va uchlamshi tuzlar kristallogidratlari holatida ajralib chiqadi. Shuning uchun Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfatni ammoniyashtirish natiijasida yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan mahsulot olinadi.

3.4.4. Superfosfat ishlab chiqarish

Superfosfat sexiga: fosfatli xomashyo ombori va sulfat kislota saqlagich; fosfatni sulfat kislotali parchalash amalga oshiriladigan xizmat bo'linmasi (xuddi shu yerda ajraladigan ftorli gazlarni yuttirish ham amalga oshiriladi); superfosfat ombori, u yerda mahsulotni bir qancha muddat yetiltiliradi va pishitilgan mahsulot hosil qilinadi. Uzluksiz usulda superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.19-rasmda tasvirlangan.

Zavodga keltirilgan apatit konsentrati (yoki fosforit uni) temir yo'l vagonlaridan tushiriladi va turli xil tashish moslamalari – elektromexanik kuraklar, lentali tashish moslamalari, shneklar, 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 qolishining oldini olish maqsadida siloslar tagiga o'rnatilgan yoriqli plitkalar orqali qisilgan havo berib turilgan holda aeratsiya yuzaga keltiriladi. Fosfatning me'yoriy berilishi o'lovli 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. Qoratog' fosforit uni yuqori oquvchan xossaga egadir, shuning uchun uni me'yorlashtirish 40–45 sekunddagi kukun miqdorini o'lovchi elektron to'g'rilagich o'rnatilgan miqdoriy tarozilarda amalga oshirish afzaldir.



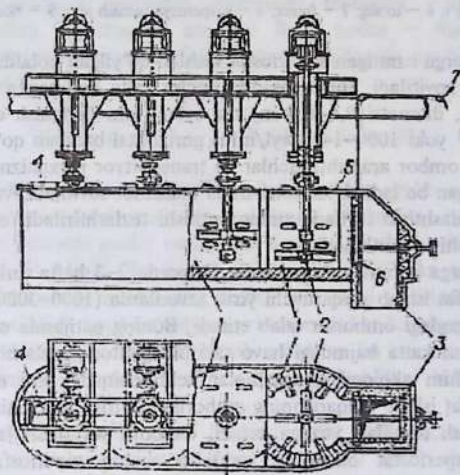
3.19-rasm. Superfosfat ishlab chiqarish sxemasi: 1 – apatit konsentrati uchun transportyor; 2 – bunker; 3 – shnekli ta'minlagich; 4 – cho'michli elevator; 5, 9 – shneklar; 6 – ortiqcha apatit konsentrati uchun qaytuvchi shnek; 7 – me'yorlashtirgich bunker; 8 – me'yorlashtirgich; 10 – aralashtirgich; 11 – o'lovli me'yorlashtirgichni 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 – minerali 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 – supyerfosfatni ombonga tashlagich.

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.

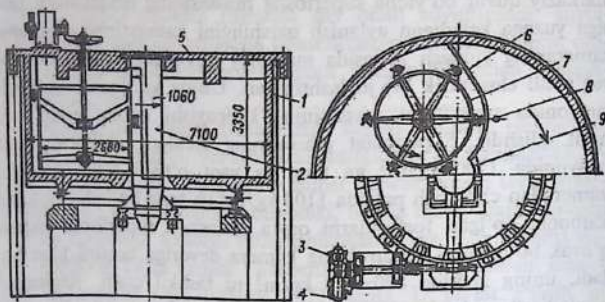
Apatitni kislota bilan aralashtirish uchun uzluksiz ishlaydigan uch yoki to'rt kamerali vertikal aralashtirgichlar qo'llaniladi (3.20-rasm). Suspenziya (bo'tqa) hajmi shiber (ishchi organi tekis shakldor plastinka) orqali tartibga solinadiki, bunda uning aralashtirilishi 5–7 min (Qoratog' fosforiti bilan ishlanganda esa — 2–3 min) davom ettirilishi ta'minlanadi. Suspenziya aralashtirgichdan superfosfat kamerasiga oqib tushadi (3.21-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 s⁻¹ (8–10 ayl/min) chastotada aylanadi.

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 qalindlikdagi superfosfat qatlami qirib olinadi. Qirilgan superfosfat markaziy quvurga undagi yirik tirqish orqali tushadi va undan esa mahsulotni omborga uzatuvchi transportyorga tushadi. Qo'zg'almas

markaziy quvur bo'yicha superfosfat massasining ishqalanishi 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 bo'lgan 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 ventilyatsiya quvuriga va undan esa absorbsion sistemaga so'riladi.



3.20-rasm. To'rt kamerali aralashtirgich: 1 – kameralar; 2 – aralashtirgichlar; 3 – suspenziya yig'gich quti; 4 – kirish tuynugi; 5 – qopqog; 6 – cho'yanli shiber; 7 – shiberni ko'tarish va tuchirish uchun mexanik chig'ir trosi.



3.21-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 – suspenziya tushish joyi; 9 – eksentrik.

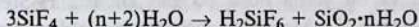
Omborga uzatilgan superfosfat tashlab qo‘yilgan holatda ma‘lum darajada sovitiladi. Bu maqsadda uncha katta bo‘lmagan (uzunligi 0,7–1 m, diametri 0,6–0,8 m) tez aylanuvchi (aylanish chastotasi $17\text{--}24\text{ s}^{-1}$ yoki 1000–1450 ayl/min) gorizontaal baraban qo‘llaniladi. Odatda, ombor aralashtirgichlar va transportyor mexanizmlar bilan jihozlangan bo‘ladi. Ular yordamida mahsulot sovitiladi, vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi, uning yetilishi tezlashtiriladi, ombordan chiqarilishi ta‘minlanadi.

Shularga qaramay, superfosfat omborda 2–3 hafta turib qoladi. Superfosfat ishlab shiqaruvchi yirik zavodlarda (1000–3000 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 0,53–0,55 t apatit konsentrati va 0,37–0,38 t sulfat kislota (100 %li) talab etiladi.

3.4.5. Superfosfat ishlab chiqarishda fluorli gazlarni tutib qolish

Tabiiy fosfatlarni kislotali qayta ishlashda ajraladigan vodorod fluorid xomashyo tarkibidagi kremnezem bilan ta'sirlashib kremniy (IV) – fluorid SiF_4 va ftorsilikat (geksaftorsilikat) H_2SiF_6 kislotaga aylanadi. Geksaftorsilikat kislota superfosfatdagi kationlar bilan qiyin eruvchan geksaftorsilikat (kremneftorid) larga aylanib, superfosfat tarkibida qolib ketadi. Fosfatli xomashyo tarkibidagi umumiy ftorning 55–60 %i superfosfat tarkibida qoladi, qolgan qismi esa SiF_4 shaklida ventilatsiya gazlari bilan yo'qotiladi. Tarkibida fluoridlar bo'lgan zaharli gazlarni atmosferaga chiqishini oldini olish maqsadida superfosfat ishlab chiqarishda ajraladigan gaz holatdagi reaksiya mahsulotlari tozalanishi lozimdir. Bunda tutib qolinadigan gazlardan ikkilamchi mahsulot – ftorsilikat kislota olish mumkin va uni esa fluorli tuzlar – fluoridlar va ftorsilikatlarga aylantiriladi. SiF_4 gazlari sovitilganda suv bug'i bilan ta'sirlashadi:



Aralashtirgichdan va superfosfat kamerasidan ajralib chiqadigan fluorli gazlarni adsorbsiyasi shu reaksiyaga asoslangan. Adsorbsion sistemaga keluvchi gazlar tarkibidagi ftorning ulushi unchalik katta emas (15–35 g/m³). Bu gazlarning harorati 65°C dan kam bo'lmashligi lozim, aks holda SiF_4 gazdagi suv bug'i ta'sirida gidrolizlanishi natijasida hosil bo'ladigan gelsimon silikat kislota gaz o'tuvchi quvurlarda quyqa tarzida o'tirib qoladi va bu esa gaz o'tkazish quvurlarini tez-tez tozalab turish kabi qiyinchilikni keltirib chiqaradi.

Superfosfat olishda gazli fazadan tutib qolinadigan fluoridlar miqdori xomashyoning tarkibi va boshqa bir qator sharoitlarga bog'liqdir: 1) fosfatdagi ishqoriy metall, magniy, aluminiy va temir kabi ftorni fluoridlar tarzida bog'lovchi va superfosfat tarkibida qoluvchi birikmalar qanchalik kam bo'lsa; 2) boshlang'ich sulfat kislota (shunga muvofiq holda superfosfat massasi suyuq fazasining tarkibidagi fosfat kislota) konsentratsiyasi va kameraning harorati

qanchalik katta bo'lsa, shunchalik ko'p miqdordagi ftoridlar olinadi.

Bundan tashqari, sulfat kislota me'yorini oshirish, aralashtirishni tezlashtirish, sistemadagi vakuumni kuchaytirish, aktiv kremniy dioksid kiritish va boshqalar orqali ham gazli fazadagi ftoridlar unumini oshirish mumkin. SiF_4 ning asosiy (80 %) qismi fosfatning sulfat kislota bilan aralashtirish bosqichida ajraladi. Kamerada esa ikkala bosqichda ajraladigan gazning 20 %i ajraladi. Ftoridli gazlar, shuningdek, superfosfatning kamerada yetiltirilishida ham ajraladi.

Ftoridli gazlarni suvli absorbsiyasi amalda SiF_4 ning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan H_2SiF_6 tumanini yuttirishga asoslangan. Superfosfat zavodlarida uni ikki-uch bosqichda amalga oshiriladi. Gaz dastlab tomchilatuvchi valikli gorizontal seksiyali idish (kamera)larda mexanik absorberlarda yuviladi, u yerda ftorning 90 %i ushlab qolinadi. So'ngra taxmonli minorada ftoridli birikmalarning qolgan qismi ushlab qolinadi. Minoraning pastki qismi kislotaga chidamli betondan tayyorlangan va ftorsilikat kislota uchun yig'gich vazifasini o'taydi. Minoraga suvni sepish orqali ta'minlanadi va bu yerda hosil bo'lgan kuchsiz H_2SiF_6 mexanik absorberga uzatiladi. Mexanik absorber po'latdan tayyorlangan bo'lib, uning ichki qismi gummirlangan yoki kislota bardosh plitkalar bilan niqoblangan bo'ladi.

Ishlab chiqariladigan mahsulot sifatidagi H_2SiF_6 ning tarkibi turli zavodlarda turlichadir, uning konsentratsiyasi 8–10 %dan 20–25 %gacha bo'ladi. Gazli fazadan ftorli gazlarni ushlab qolish 98–99 %ga yetadi.

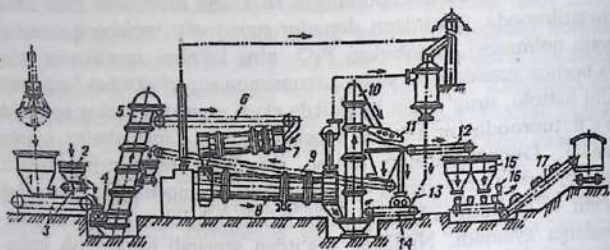
Sanitar talablarga ko'ra, superfosfat zavodi atrofidagi yaqin joylashgan aholi yashaydigan hududlarning atmosfera havosida binolarining ichida esa $0,005 \text{ mg/m}^3$ dan, ishlab chiqarish me'yorni saqlab turish uchun ventilatorlar orqali atmosferaga chiqariluvchi gazda ftorning miqdori 10 mg/m^3 dan oshmasligi kerak. Superfosfat zavodlarida bir tonna mahsulot ishlab chiqarish jarayonida ventilatorlar yordamida 250–300 m^3 gazni so'rilib atmosferaga chiqarib yuboriladi.

3.4.6. 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 hattoki, 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 koeffitsiyenti (FTK) ortadi.

Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 3.22-rasm-da 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 maydalanadi va aralashtiriladi. So'ngra aralashma elevator (5) ga tushadi, u yerga, shuningdek, donadorlangan superfosfatni elashdan qaytarilgan mayda fraksiyaretur muntazam ravishda kelib tushadi. Elevatorida uzatilgan aralashma transportyor (6) orqali donadorlagich (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 $0,125 \text{ s}^{-1}$ ($7,5 \text{ ayl/min}$) chastotada aylanuvchi barabandan 7 minut vaqt mobaynida o'tadi. Hosil bo'lgan nam donador mahsulot diametri 2,2 m, uzunligi 14 m va $0,125 \text{ s}^{-1}$ ($7,5 \text{ ayl/min}$) 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 mahsulotning haroratini 95°C dan oshirmaslik kerak. Shuning uchun superfosfat va qizdiruvchi gaz bir xil yo'nalishda beriladi, ya'ni qaynoqqaz oqimi ko'proq nam mahsulot bilan to'qnashadi, natijada, mahsulotning qizib ketish xavfi kamaytiriladi. Qizdiruvchi gaz

quritgichga kirishda 600°C , undan chiqishda esa $100-120^{\circ}\text{C}$ haroratda bo'ladi.



3.22-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.

Quritishda fluor birikmalari ($2\text{HF} + \text{SiF}_4$ 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.

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 granulatorda 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 %) 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.

Qoratog' fosforitidan donadorlangan superfosfat olish uning am-moniylashtirish jarayoni bilan birgalikda amalga oshiriladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonidan superfosfatni namlash va quritish bosqichlarini chiqarib tashlaydi, shuningdek, neytrallash uchun ishlatiladigan ohak sarfini qisqartiradi.

Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiak bilan $\text{pH} = 4\pm 4,5$ 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. Ammoniylashtirishda ajraladigan issiqlik hisobiga mahsulot namligi 4–5%ga kamayadi. Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiakli selitra yoki karbamidning ammiakatlari bilan ammoniylashtirish orqali, tarkibida 20–21 % ozuqa elementlari, shu jumladan, 5–6 % azot bo'lgan yaxshi fizik va agrokimyoviy xossali donadorlangan murakkab o'g'itlar olish mumkin.

Yetiltilgan superfosfatni gaz holatdagi ammiak bilan ammoniylashtirish, aylanuvchi gorizontal barabanlar — ammoniylagich-donadorlagichlarda amalga oshiriladi. So'ngra mahsulot omborga kelib tushadi, u yerda ammoniylangan donador superfosfat 3–4 sutka mobaynida aralashtirib turgan holda 28–32°C gacha sovitiladi. Sovitilgan mahsulot qoplanadi.

Ammiakdan foydalanish darajasi 93–96 %ni tashkil qiladi. Tarkibida 5–8 g/m³ NH_3 bo'lgan ammoniylashtirgichdan chiquvchi gaz suvli absorberga yuboriladi. Hosil bo'lgan ammiakli suv

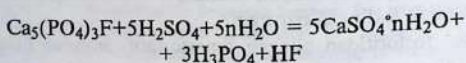
(2–2,5 % NH_3) superfosfat ishlab chiqarishda ishlatiladigan sulfat kislotalari suyuqlashtirishda foydalaniladi.

1 t ammoniylangan donador superfosfat olish uchun 1,02 t nordon superfosfat va ~190 kg ammiak sarflanadi. Tayyor mahsulot tarkibida (% hisobida): P_2O_5 umum.=16–16,8; P_2O_5 o'zl.=15–15,5; P_2O_5 s.e.=11,5–12; N=1,5–2,5; P_2O_5 erkin < 0,5 va 3 % namlik bo'ladi.

3.5. Ekstraksiya fosfat kislotasi

3.5.1. Ekstraksiya fosfat kislotasi olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlarning sulfat kislotali parchalanishi bo'yicha boradigan reaksiyaga:



va keyingi bosqichda suyuq fazadan sulfatli cho'kmani ajratib olishga asoslangan usul — ekstraksiya 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 chiqarishda ishlatiladi.

Sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirishning asosiy sharti fosfat kislotadan kalsiy sulfatning yetarli darajada yirik bo'lgan, oson ajraladigan va yaxshi yuviladigan kristallarini ajratib olishdan iboratdir. Bunga jarayonning ayrim bosqichlari uchun jihozlarni oqilona tanlash va ekstraksiyalashda belgilangan texnologik tartibni, ya'ni talab etiladigan (gips, yarimgidrat yoki anhidrid) shakldagi kalsiy sulfatning cho'ktirilishini va belgilangan konsentratsiyadagi mahsulot sifatidagi fosfat kislotasi olishni ta'minlovchi konsentratsiya, haroratli va boshqa parametrlarni ushlab turish orqali erishiladi.

Ekstraksiyalash jarayonida kalsiy sulfatning fosfat kislotadagi harakatchan suspenziyasini olish, uni aralashtirish va tashish mumkin bo'lishi lozimdir. Tabiiy fosfatni konsentrlangan sulfat kislotasi

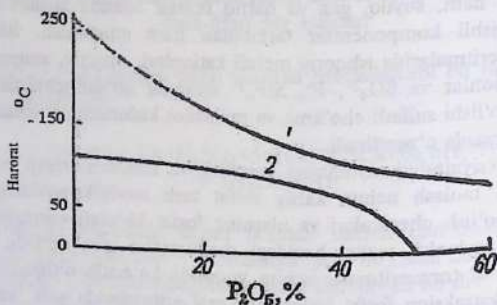
bilan to'g'ridan-to'g'ri aralashtirilganda fazalarga ajralishga amalda imkon bermaydigan quyuq suspenziya hosil bo'ladi. Uning harakatchanligini ta'minlash uchun «aylanma» kislota deb ataluvchi — mahsulot sifatidagi fosfat kislotaning bir qismi bilan fosfat kislotadan ajratib olingan fosfatli cho'kma (fosfogips) ni suvda yuvishda hosil bo'ladigan eritmaning aralashmasini retsirkulatsiyasi hisobiga suyuq va qattiq fazalarning massa nisbati (S:Q) 2:1 dan 3,5:1 oralig'ida ushlab turiladi.

Retsirkulatsiya 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 taqsimlandigan 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 ekstraksiyon 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°C da yarimgidratning katta qismi sistemaning birinchi kristallanuvchi fazasi hisoblanadi va 1,5–2 soat mobaynida gipsga aylanadi. Temir fosfatlari, kremnezem kabi qo'shimchalar bu jarayonni sezilarli darajada kuchaytiradi. Hosil bo'lgan gips tarkibida 10 %dan kam P_2O_5 bo'lgan eritmalarida bir necha oy va 25 %dan kam P_2O_5 bo'lgan eritmalarida bir necha kun mobaynida metastabil (stabil faza — angidrit) shaklda mavjud bo'la oladi. Ekstraksiyalash sharoitiga mos holda, suyuq faza suspenziyasi tarkibida 25–30 % P_2O_5 , harorat 70–80°C va massaning reaktorda turish vaqti 5–8

soat bo'lganda ajratiladigan cho'kma stabil angidrit emas, balki metas-tabil 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. 3.23-rasmda tasvirlangan diagrammada kalsiy sulfatni amaliy gidratatsiya darajasining ekstraksiya usuli (rejimi)—fosfat kislotaning konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Egri shiziqlik (2) dan pastki sohada kalsiy sulfat gips shaklida, egri shiziqlik (1) dan yuqorida angidrit shaklida, ular orasidagi sohada esa yarimgidrat shaklida ajraladi.



3.23-rasm. Harorat va eritmadagi 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 P_2O_5 bo'lgan kislota olinadi. 90–105°C haroratda amalga oshiriladigan yarimgidratli usulda 50 % gacha P_2O_5 bo'lgan kislota ishlab chiqarish imkoniyatini beradi. Ekstraksiyalashning kombinatsiyalashgan yarimgidrat-digidratli usullari yanada kengroq tarqalmoqda, unda dastlab yarimgidrat ho-sil qilinadi, so'ngra, suspenziyani suyultirish va sovitish orqali uni gipsga qayta kristallantiriladi. Bunday usullar xomashyodan unumli foydalangan holda yuqori konsentratsiyali (50 %gacha

P_2O_5) kislota olish imkoniyatini yaratadi. Angidridli rejim yuqori haroratda jihozlarning korroziyalanish xavfi katta bo'lganligi va kalsiy sulfatning mayda kristallaridan fosfat kislota va yuvishi 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, eritmada Ca_2^+ va SO_4^{2-} ionlarining nisbatiga va magniy, aluminiy, fluor birikmalari kabi qo'shimchalarning konsentratsiyasiga bog'liqdir. Ca_2 ionlari ortiqcha bo'lganda gips uzunligi 20–80 mkm bo'lgan yupqa ignasimon shaklda ajraladi; SO_4^{2-} 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 $SO_3:CaO$ molar nisbati imkoniyat darajasida 1,5–4,0 oralig'ida bo'lishi lozim. Yarimgidrat kristallantirilishida u stexiometrik nisbatga yaqin bo'lishi kerak, angidritda esa 10–15 ga teng bo'dadi. Ko'rsatib o'tilgan modifikatsiyalarga mos holda eritmada SO_3 1,5–2,5; 0,8–1,2 %; 2,5–4,5 % bo'lishi optimal hisoblanadi. Gipsning kristallanishini iloji boricha kam to'yingan eritmadan kristallanishini ta'minlash lozim. Bu shart-sharoitlar suspenziyaning intensiv aralashtirilishini, uning retsirkulatsiyasini (boshlang'ish komponentlarni kiritish qismiga qaytarish), sulfat va aylanma fosfat kislotalarni oldindan aralashtirishni va boshqa yo'l-yo'riqlarni amalga oshirish yo'li bilan ta'minlanadi. Ekstraksiyalashning digidratli usulida esa aksincha, ixcham sharsimon kristallar bo'laklari hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan yuqori to'yinuvchanlik ushlab turiladi.

Kalsiy sulfatning kristallanishiga eritmada qo'shimchalar ham ta'sir etadi. Kristallanishga eritmada $(AlFn)(3-n)^+$ turidagi kompleks ionlar hosil qiluvchi aluminiy va fluor birikmalari kabi qo'shimchalar yanada ko'proq ta'sir qiladi; $(AlFn)(3-n)^+$ 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 diffuziylanish 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 xomashyoturi va jarayon tartibiga qarab 4–8 soatni tashkil etadi. Bu yetarlicha yirik (albatta, cho'ktirishning optimal sharoitiga amal qilganda), filtrda oson ajraluvchi kristallar hosil bo'lishini ta'minlaydi va reagentlarni qisqa muddatda qo'shish natijasida yuzaga keluvchi jarayon ko'rsatkichlarga 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 aralash-tirilgan 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, aralashtirgishlar, 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:



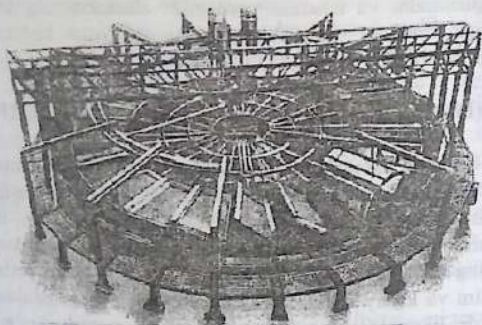
tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya ham sodir bo'lishi mumkin. Hosil bo'ladigan monokalsiyfosfat sulfat kislota bilan qayta ishlanib, kalsiy sulfat kristallantiriladi. Ekstraktorning birinchi bo'linmasiga, shuningdek, oxirgi yoki undan oldingi bo'linmadan suspenziyaning birtalay qismi qaytariladi — bu esa to'yinishning kamayishini va kalsiy sulfatning kristallanish sharoiti yaxshilanishini ta'minlaydi. Ekstraktorning gazli bo'shlig'idan xomashyoni parchalanishi natijasida ajraladigan ftorli gazlar absorbsion 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 reaksiya 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 aralashtiriladi va aylanadigan eritma tarzida ekstraktorga qaytariladi. Yuvish soniga bog'liq holda turli konsentratsiyadagi bir necha filtratlar hosil bo'ladi. Yuvish soni bo'yicha filtrlash sxemasi nomlanadi, masalan, uch-to'rt filtratli va h.k.

Fosfogipsning ajratilishi va yuvilishi barabanli lentali, aylanuvchi konveyer-tarnovli (karuselli) va boshqa vakuum-filtrlarda amalga oshiriladi. Filtrlarga qo'yiladigan asosiy talab bu fosfat kislotalardan cho'kmani yaxshi yuvib olishni ta'minlashdir.

Ko'pincha katta quvvatdagi ekstraksion sistemalarda tarnovli karusel vakuum-filtrlar qo'llaniladi (3.24-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 bo'lmasida esa 1,2 m. ni va chuqurligi 0,2 m. ni tashkil etadi. Tarnovlar aylanma rels bo'yicha harakatlanadigan g'ildirakli aravachalarga o'rnatilgan bo'ladi.



3.24-rasm. Tarnovlar karusel vakuum- filtr.

Ikkitasi — biri tarnov bilan birgalikda aylanuvchi harakatchan va ikkinchisi tegishli vakuum-yig'gichlardagi qo'zg'almas golovkalar yordamida filtratlar so'rib olinadi. Har bir tarnov filtrlash va yuvish doirasi (zonasi)dan o'tgandan so'ng, fosfogips qatlamini to'kish uchun avtomatik suratda ag'dariladi. Filtrlovchi to'qima yuviladi va havo bilan quritiladi. So'ngra tarnov yana ishchi holatga keladi va asosiy filtrlash doirasiga ko'chadi. Filtrlash yuzasi 40–100 m² ga teng. Bu filtrning afzalliklaridan biri — cho'kmani minimal miqdordagi suv bilan yuvish mumkin.

Vakuum-filtrlarda fosfogipsni ajratishda 1 m² filtrlash yuzasidan bir soat ichida 500–800 kg gips cho'kmasi yoki 1000–1400 kg yarimgidrat ajratiladi (quruq massa hisobida). Fosfogipsning gigroskopik namligi 35–40 %ni tashkil etadi. Olinadigan (quruq) fosfogipsning miqdori fosfatning navi va kalsiy sulfatning gidratlanish darajasiga bog'liq holatda qayta ishlanadigan tabiiy fosfat massasining 120–160 %ini tashkil etadi. Apatitning qayta ishlanishida kalsiy sulfat yarimgidratining unumi 140 %ni, digidratining unumi

esa 160 %ni tashkil qiladi. Yuvilgan sulfatli cho'kma filtrlash sexidan «quruq» holatda transportyor, avtomashina va boshqalar yordamida yo'qotiladi yoki suv bilan qoristirilib nasos yordamida chiqindi hovuzlariga haydaladi.

Qorotog', shuningdek, ayniqsa, Qizilqum fosforitlari tarkibida magniy, aluminiy va temir birikmalari singari qo'shimchalar ko'p bo'lganligi uchun ekstraksiyalash jarayonida bir talay qiyinchiliklar kelib chiqadi, ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari bir-muncha pasayadi va chiqindi fosfogipsning solishtirma hajmi ko'payadi.

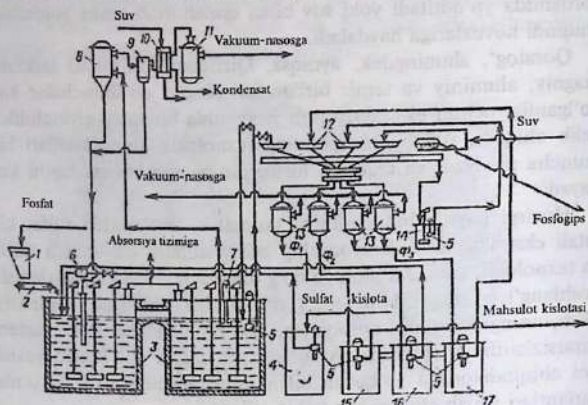
Hozirgi paytda butun dunyo sanoatlari amaliyotida sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonining kalsiy sulfatni cho'ktirish tartibi va texnologik sxemalar alohida bo'g'inlarining uskunali jihozlanishi: boshlang'ich reagentlarni me'yoriy kiritish, reaksiya suspenziya olish, uning haroratini boshqarish, ajralib chiqadigan florli gazlarni zararsizlantirish, suspenziyani ajratish va sulfatli cho'kmani yuvish, uni chiqindixonaga yo'qotish bilan farqlanuvchi bir necha o'nlab variantlari ishlab chiqarishga tatbiq etilgan.

3.5.2. Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli usuli

Jahon amaliyotida (shu bilan birgalikda bizning mamlakatimizda ham) ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish nisbatan sodda va ishonchli bo'lganligi sababli ko'pchilik hollarda digidratli usulga asoslangan. O'zbekistondagi «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi (Olmaliq) va Samarqand kimyo zavodi texnologik sistemasi har bir navbatining loyiha quvvati 136 ming t/yil P_2O_5 ga teng. Bu ishlab chiqarish korxonasida Qorotog' va Qizilqum fosforitlaridan ekstraksion fosfat kislota va undan ammofos olinadi.

Shunday quvvat bilan EFK ishlab chiqarishda temir-betonli korpus bilan niqoblangan to'g'ri burchakli o'n seksiyali ekstraktor (ishshi hajmi 740 m³) 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 m² (umumiy sirt yuzasi – 100 m²) bo'lgan tarnovli karusel vakuum-filtr va qo'shimcha jihozlar majmuasidan iborat texnologik tizimdan foydalaniladi. Ekstraktorlarining hajmi 1500 m³ dan katta va filtr sirt yuzasi

135 m² bo'lgan kushli sistemalar ham ishlatiladi. Ekstraksiya tizimini bundan ham kattalashtirish g'oyalari mavjuddir.



3.25-rasm. Digidratli usulda ekstraksiya fosfat kislota ishlab chiqarish sxemasi: 1 - fosfatli xomashyo uchun bunker; 2 - og'irlik o'lchov me'yorigishi; 3 - ikki bankali ekstraktor; 4 - sulfat kislota saqlagich; 5 - botirma nasoslar; 6 - sulfat kislota saqlagich; 7 - sirkulatsiyali botirma nasos; 8 - bug'latgich; 9 - tomchi ushlagich; 10 - kondensator; 11 - barbotajli neytrallagich; 12 - karusel vakuu-filtrning tarmovlari; 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.

3.25-rasmda apatit konsentratidan fosfat kislota (28–32 % P_2O_5) ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan (shunga o'xshash sxema bo'yisha Qorotog' fosforitidan 20–22 % P_2O_5 konsentratsiyali kislota olinadi). Fosfatning parchalanishi ~900 m³ hajmli ekstraktorda (to'ldirilish koeffitsiyenti 0,8) amalga oshiriladi. Ekstraktor ZI-35 markadagi xromnikel molibdenli 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 aralashtirgichlar o'rnatilgan bo'ladi. Birinchi reaktorga bunker (1)dan og'rik 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 sirkulatsiyali suspenziya [sirkulatsiyaning qaytarilishi $(8 \div 12):1$ nisbatda bo'ladi] va sulfat kislotasi yuboriladi (sulfat kislotaning bir qismi yoki to'la ikkinchi reaktorga ham berilishi mumkin).

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 pasaytirilgan 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 $3-50^\circ\text{C}$ 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 m^2 bo'lgan filtr kattaligi: uzunasi — $3,27 \text{ m}$, ichki eni — $0,97 \text{ m}$, tashqi — $1,92 \text{ m}$, chuqurligi — $0,2 \text{ m}$ bo'lgan tarnovdan iborat. Filtrlovchi material sifatida fosfat kislotaga chidamli bo'lgan — lavsanli va boshqa sintetik to'qimalar ishlatiladi.

Gaz-suyuqlik aralashma separator (13)larda ajratiladi, ularda vakuum-nasoslar yordami bilan $65-85 \text{ kPa}$ 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 uchinchii filtrat F_3 bilan yuvishdan hosil bo'lgan ikkinchi filtrat F_2

ham tushadi. Filtrat F_3 — suspenziya choʻkmasining filtrli toʻqimani regeneratsiyalash (yigʻgich 14) dan olingan eritma va qaynoq ($60-70^{\circ}\text{C}$) toza suv bilan yuvilishi natijasida hosil boʻladi (yigʻgich 17). Yuvilgan gips tarnovdan chiqindixonaga, agarda suspenziya shaklida chiqarilsa yigʻgichga yoki «quruq» holda chiqarilsa, transportyor lentasiga uzatiladi. Filtratlardagi P_2O_5 miqdori — boshlangʻich xomashyo sifatida apatit konsentrati ishlatilganda: F_1 da — 28–32 %, F_2 da — 22–25%, F_3 da esa — 5–10 %; fosforit floto-konsentrati ishlatilganda esa: F_1 da — 21–22%, F_2 da — 14–15 %, F_3 da esa — 5–7 % boʻladi.

Ekstraksiya uchun 93 %li sulfat kislota ishlatish afzaldir. Bunda texnologik jarayondagi suv balansi yaxshilanadi — gipsning yuvilishini koʻp miqdordagi suv bilan amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Natijada, chiqindixonaga chiqariluvchi fosfogips bilan yoʻqotiladigan fosfat kislota va zararsizlantirish lozim boʻlgan oqova suvlar miqdori kamayadi.

Kislota konsentratsiyasining oshirilishi olinadigan fosfat kislota-dagi P_2O_5 miqdorini oʻzgartirmaydi, uning konsentratsiyasi yuqorida taʼkidlanganidek, 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 florning (asosan SiF_4 tarzida) 3–5%igina gazli faza bilan ajraladi (~80 %i mahsulot kislotasiga, 15–17%i esa fosfogipsga oʻtadi). Sovitish usuli va ventilyatorning uzatishga bogʻliq holda ekstraktordan ajratib olinadigan gaz tarkibidagi floridlar konsentratsiyasi, flor hisobida $0,2-2,5 \text{ g/m}^3$ ni tashkil etadi. Ekstraksiya sexida oʻrnatilgan absorbsiya sistemalari, asosan, chiqindi gazlarini tozalash uchun moʻljallangan, bunda hosil boʻladigan H_2SiF_6 ning kuchsiz eritmaları neytrallashtirish stansiyalariga yuboriladi yoki fosfogipsni yuvish uchun ishlatiladi.

Tabiiy fosfatlardan ekstraksiya fosfat kislota ishlab chiqarish koʻrsatkichlari analitik maʼlumotlar boʻyicha aniqlanadi: P_2O_5 ning texnologik unumi (kunum,%), yaʼni P_2O_5 ning xomashyodan fosfat kislotaga oʻtish darajasi apatitni qayta ishlashda — 95–96 % ni va turli fosforitlar uchun — 71–94 %ni tashkil qiladi. U P_2O_5 ning

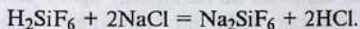
eritmaga ajralish koeffitsiyenti (K_{ajr} , %) dan 2–3 %ga kichikdir. Buni fosfogipsni fosfat kislotadan yuvilishining to'la bo'lmasligi bilan izohlanadi: yuvilish koeffitsiyenti (K_{yuvish} , %) odatda 97–99 %ni tashkil etadi. Vaholanki:

$$K_{\text{unum}} = K_{\text{ajr}} \cdot K_{\text{yuvish}} 100 \text{ ga teng.}$$

Ekstraksiyalashning digidratli usulida kislotaga P_2O_5 ning mahsulotli (xo'jalik) unumi 93–95 %ni tashkil etadi, shunga mos ravishda 1 t P_2O_5 li mahsulotga 2,73–2,65 t apatit (1075–1045 kg P_2O_5) va 2,48–2,45 t (CaO ni bog'lash uchun stexiometrik me'yordagi, ya'ni 1 t apatitga 0,915 t) 100 %li sulfat kislota sarflanadi. Fosforitlarni qayta ishlashdagi sarf koeffitsiyentlari 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 fluor 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 kislotaga 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'radi va shuning uchun uni ishlab chiqarishga yaqin hududlardagina mineral o'g'it sifatida foydalanilishi mumkin, chunki ozuqa elementi juda kam bo'lganligi uchun bir joydan ikkinchi joyga tashish iqtisodiy samarasizdir. Fosfogips sho'rxok tuproqlarni gipslashtirishda yoki shuvoq alebastrlari va boshqa quyma qurilish buyumlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. Uning sementli shixta tarkibida termik parchalanishi natijasida sementli klinker va sulfitli gazlarga aylantirilishi mumkin. Sulfit 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 fosfogipsdan yirik masshtabda foydalanish yo'lga qo'yilmagan — u ishlab chiqarishning to'planayotgan chiqindisi hisoblanadi. Chunki fosfogipsga qaraganda, tabiatda keng tarqalgan kalsiy sulfatni qayta ishlash ancha soddadir. Vaqti kelib, bu sanoat chiqindisi ham — kerakli ishlab chiqarish korxonalari uchun eng zarur va qimmatli xomashyo manbasiga aylanishi mumkin.

Qoratog' (Qizilqum) fosforitlaridan ekstraksion fosfat kislota olishdagi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari apatit konsentratini qayta ishlashdagiga nisbatan yomondir: olinadigan kislota konsentrat-siyasi past (21–22 % P_2O_5), uning tarkibida ko'p miqdordagi qo'shimchalar bo'lganligi uchun qisman netrallangan bo'ladi, nisbatan ko'p miqdordagi chiqindi — fosfogips hosil bo'ladi. CO_2 ajralishidan reaksiya massaning ko'piklanishi hisobiga ekstraktor hajmidan to'la foydalanilmaydi, bu esa sistemaning unumdorligini pasaytiradi. Ko'pik hosil bo'lishini kamaytirishga xomashyodagi karbonatlarni oldindan parchalash — rudani kuydirish yoki fosforit unini ekstraktorga uzatishdan oldin ozgina miqdordagi kislota bilan namlash orqali erishiladi.

Fosforit flotokonsentratlardan digidratli usulda olinadigan ekstraksion fosfat kislota tarkibida: 20–22 % P_2O_5 ; 2,2–3,5% SO_3 ; 0,2–0,4 % CaO ; 1,8–2,0 % MgO ; 0,4–1,2% Al_2O_3 ; 0,4–0,8% Fe_2O_3 ; 1,4–2,1 % F bo'ladi.

3.5.3. Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli

Yarimgidratli usullar ekstraksiyalash jaryonida to'g'ridan-to'g'ri konsentrlangan fosfat kislota olish yo'llari bo'yicha izlanishlar natijasida yaratildi. Ularning amaliyotda tatbiq etilishi shuni ko'rsatadi, bunda ular ham afzallikka (reaktor va filtrlash qurilmalarining yuqori intensivlikka egaligi, mahsulot kislotasi konsentratsiyasining 35–48 % P_2O_5 gacha ortishi, sulfatli cho'kma chiqindisining kamayishi), ham yetarlicha kamchilikka (reaksion muhit agressivligining ortishi, P_2O_5 va fluor yo'qotilishining ortishi, nostabil yarimgidrat cho'kmasining qisman gidratlanishi natijasida filtr tagligiga yopishib qolgan cho'kmaning o'sishi hisobiga filtrning yirtilib ishdan chiqishi va h.k.) egadirlar. Bu kamchiliklar birin-ketin bartaraf etilmoqda va jahon amaliyotidagi yarimgidratli usulning o'zini yanada kengaymoqda.

Fosfat kislotani ekstraksiyalashning yarimgidratli jarayoni bir necha sxemalar bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Ulardan birida barcha reagentlarni reaktorning birinchi bo'linmasiga kiritish bilan xuddi yuqorida bayon etilgan digidratli usuldagidek jarayon amalga oshiriladi. Yarimgidratning cho'kishi suyuq faza tarkibida 35–38 % P_2O_5 va 1–1,5 % SO_3 , harorat 95–105°C bo'lganda sodir bo'ladi. Boshqa xil variantda esa apatitni oldindan 3–4 karra ko'p miqdordagi konsentrlangan (45–48 % P_2O_5) fosfat kislota (birinchi filtrat va aylanma suspenziya) bilan 95–102°C da parchalanadi; olingan monokalsiyfosfat bo'lgan suspenziya, so'ngra 92–93 %li sulfat kislota bilan qayta ishlanadi. Apatitni parchalash va yarimgidratni kristallantirish bosqichlarining jihozli bo'linishi natijasida xomashyodan yuqori darajada (97–98,5 %) foydalanishga erishiladi va tarkibida: 0,2–0,4 % CaO ; 0,5–0,8 % SO_3 ; 1–1,2 % $(Fe,Al)_2O_3$; 1–1,1 % F yoki 0,2–0,3 % F (suspenziya suyuq

fazasini soda yordamida florsizlantirish orqali) bo'lgan konsentrlangan (45–48 % P_2O_5) mahsulot kislotasi olinadi.

Yarimgidratli jaryonlarda nostabil kalsiy sulfat cho'kmasini suv bilan yuvish va sexdan yo'qotishni ta'minlash kerak. Ammo uni digidratga o'tkazish, hattoki suvli suspenziyaga ma'lum miqdordagi stabilizatorlar [masalan, $Ca(OH)_2$] qo'shilganda ham sekin kechadi. Bu esa uning uzatilishini suvli suspenziya holatida quvurli gidrouzatgichlarda uzatilishini talab etadi. Suyuq fazadagi P_2O_5 konsentratsiyasi va reaktordagi harorat nisbatan yuqori bo'lganligi uchun, digidratli jarayonga nisbatan yarimgidratli jarayonlarda ajraladigan gazli fazadagi florning miqdori ko'p bo'ladi va 15–50 % ni tashkil qiladi; uning tutib qolinishi va boshqa maqsadlarda foydalanilishini ta'minlash lozim bo'ladi. Umuman olganda, yarimgidratli jarayonlardagi P_2O_5 ning texnologik unumi digidratliga nisbatan 1–2 %ga kam bo'ladi, shunga mos holda mahsulotli unum ham kamayadi.

Keyingi paytlarda jahon amaliyotida yarimgidrat-digidratli jarayonlar keng tarqalmoqda. Ularda fosfat rudasi yarimgidrat hosil qilib parchalanadi, so'ngra u gidratlanadi, ya'ni digidratga qayta kristallantiriladi. Bu esa kislotaga yuqori unum bilan P_2O_5 ning (98–99 %) o'tishini va keyingi maqsadlarda ishlatish imkoniyatini oshiruvchi, tarkibida juda kam miqdordagi suvda eruvchan P_2O_5 bo'lgan gips hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bunday jarayonning yutug'i shundaki, unda nisbatan yirik zarrachali xomashyolarni kislotaga o'tadigan P_2O_5 unumini pasaytirmagan holda qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Chunki yarimgidratning digidratga qayta kristallanish jarayonida ham sulfatli qobiq bilan ajralib qolgan fosfat zarrachalarining parchalanishi davom etadi.

Yuqori haroratni ushlab turish yo'li bilan yarimgidratning sekin gidratlanishiga qaratilgan yarimgidratli usuldan farqli ravishda, kombinatsiyalashgan jarayonda, tarkibida kam miqdordagi P_2O_5 ushlab qoladigan yirik kristalli ($200 \div 500 \times 40 \div 80$ mkm) gipsning ajralishiga erishilgan holda gidratlanish sharoiti har tomonlama boshqariladi. Kombinatsiyalashgan jarayonning birinchi variantiga: 90–95°C da fosforitning sulfat va aylanma fosfat kislotalar bilan aralashishidagi yarimgidratning cho'ktirilish, suspenziyaning 50–60°C gacha sovitilish va gipsning kristallanishida kristall markazlari

hosil qiluvchi qo'shimchalar, sulfat kislota va Al_3^+ bilan birgalikda kristall o'sishini 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 eritmalarida 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.

Oxirgi yillarda bundanda takomillashgan — mahsulot kislotasini oraliq bosqichda ajratib olishga asoslangan yarimgidrat-digidratli usullari yaratildi. Yarimgidratning cho'ktirilishi 90–100°C haroratda 45–50% P_2O_5 bo'lgan eritmalarida 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 ekstraktsion fosfat kislotasi va boshqa mahsulotlarga qayta ishlaydigan sanoatlardagi gazlarni fitor 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, ekstraktsion fosfat kislotasi sexida absorbsion qurilmadan chiqadigan gaz, ya'ni 60 mg/m³ gacha qoldiq fitor bo'lgan nam havo ekstraktorga qaytarilishi mumkin, u yerda u qaynoq reaksiyon suspenziya bilan to'qnashadi va ekstraktordagi talab etiladigan darajadagi haroratni ushlab turadi, bug'lanadigan suv hisobiga qiziydi va to'yinadi. Shu yo'l bilan ekstraktordagi ortiqcha reaksiya issiqligi ham chiqarib olinadi. So'ngra, 1 m³ quruq havo hisobiga ~3 g fitor to'g'ri keladigan anchagina namlangan gaz yana absorbsion sistemaga keladi, u yerda undan fitor birikmalarining asosiy massasi va suv bug'i ajratib olinadi, sovutilgan geksaftorsilikat kislotasi bilan absorbsiyalashga uzatilishi hisobiga uning harorati yana pasayadi.

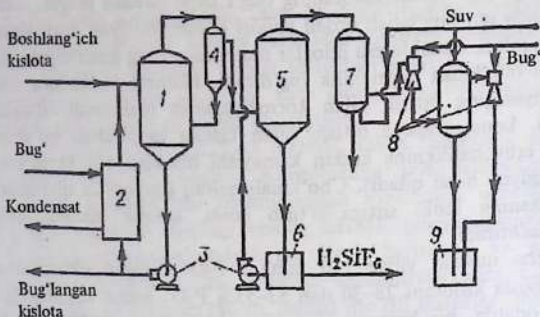
3.5.4. Fosfat kislotani konsentrlash

Qo'shaloq superfosfat, ammosfos, nitroammosfoska ishlab chiqarish uchun 45–55% P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotasi, ammoniy polifosfatlari va suyuq o'g'itlar olish uchun esa — 72–83% P₂O₅ li fosfat kislotalari talab etiladi. Bunday hollarda ekstraktsion fosfat kislotasi bug'latiladi. Ma'lumki, har qanday (98 %li H₃PO₄ gacha) konsen-

tratsiyadagi toza fosfat kislotaning bug'i faqat suvdan iborat, nazariy olganda uni bug'latish orqali yuqori konsentratsiyali eritmalarini olish mumkin. Amalda esa jihozlar materiallarining korroziyalanishi hisobiga bug'latish qiyinchilik tug'diradi. Harorat va kislota konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyalanish tezlashadi. Bundan tashqari, konsentratsiya ortishi bilan kislota tarkibidagi qo'shimchalar, eruvchanlikning keskin kamayishi hisobiga cho'kmaga tushadi (quyqa hosil qiladi). Cho'kmali qoldiq (quyqa)lar qizdiriluvchi yuzaning ichki sirtiga o'tirib qolib, issiqlik almashinuvini yomonlashtiradi.

Loyiha quvvati yiliga 110 ming t P_2O_5 bo'lgan ekstraksiyalı 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 (3.26-rasm). Vakuum-nasos yordamida apparat ichida $\sim 0,09$ MPa li vakuum hosil qilinadi. Bu esa bug'latishni nisbatan past ($80-90^{\circ}C$) haroratda amalga oshirish imkoniyatini beradi. Apparat korpusi gummirlangan, qizdiruvchi kamera grafitli (kislota va bug' harakatlanadigan yo'llari bo'lgan grafitli bloklardan iborat, issiqlik almashinuv yuza maydoni ~ 158 m² ga teng) bo'ladi. Qizdiriluvchining cho'kmali quyqa hosil qilib qolishini oldini olish maqsadida, uzluksiz ravishda kuchsiz kislota qo'shish orqali konsentrlangan kislotaning majburiy intensiv sirkulatsiyasi (sirkulatsiyaning qaytarilishi 100–150 marta) amalga oshiriladi. Shu tufayli sirkulatsiyali eritma konsentratsiyasi aralashishdan so'ng ham kam o'zgaradi. Bunday kislotadagi qo'shimchalarning eruvchanligi boshlang'ich kislotadagiga qaraganda anchagina kam bo'ladi. Shuning uchun aralashtirilgan vaqtda kuchsiz kislotadagi qo'shimchalar kristallanadi. Ularni tindirgichdayoq ajratib olish va so'ngra bug'latuvchi apparatga yo'llash maqsadga muvofiqdir. Bug'latilgan kislotani sirkulatsiyali konturdan muntazam chiqarib turiladi.

Qizdiruvchi kameraning ichki yuzasiga kalsiy sulfat va flor-silikatlardan iborat qo'shimchalar o'tirib qoladi. Bu har uch kunda toza suv bilan yuvib turishni talab etadi. Nisbatan ko'proq vaqt ishlatilganda quyqa bu yuzani yanada to'laroq egallab oladi, uni mexanik usullar bilan tozalanadi va so'ngra H_2SiF_6 ning 4–5 %li eritmasi bilan yuviladi.



3.26-rasm. Fosfat kislotani konsentrlash uchun vakuum-bug'latgichli qurilma sxemasi: 1 - bug'latuvchi apparat (bug'latgich) korpusi; 2 - qizdiruvchi kamera; 3 - sirkulatsiya nasosi; 4 - tomchi ushlagich; 5 - ftorli gazlar absorberi (yuvish minorasi); 6 - H_2SiF_6 - eritmasining barometrik yig'gichi; 7 - yuza kondensatori; 8 - ikki bosqichli ejektorli (so'rg'ich) qurilma; 9 - barometrik bak.

Ekstraksiyon fosfat kislotaning konsentratsiyasi ortishi bilan unda erigan geksaftorsilikat kislotaning bug' bosimi ham ortadi. Shu tufayli fosfat kislotani 52–57 % P_2O_5 gacha bug'latishda boshlang'ich kislotadagi ftorning 80–90 %i ($2\text{HF} + \text{SiF}_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) gazli fazaga ajralib chiqadi; mahsulot kislotasidagi ftorning miqdori 0,5–0,8 %gacha kamayadi. Shuningdek, bug'latgishdan chiqadigan gazlar tarkibida ko'p miqdordagi suv bug'i bo'ladi, uni ftoridlar absorbsiyasida kondensatsiyalanishini kamaytirish uchun absorbsiyalash jarayoni qaynoq ($60\text{--}70^\circ\text{C}$) 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 $1650\text{--}1750 \text{ kg/m}^3$ zichlikka ega, uning tarkibida: 52–54 % P_2O_5 ; 3,4–4,2 % SO_3 ; 1,2–1,3 % $(\text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_3$; 0,1–0,4 % SiO_2 ; 0,5–0,8 % F bo'ladi.

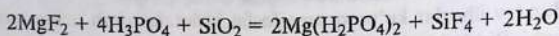
Ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latish uchun barbotajli konsentratorlar – kislota bardosh materialli kameralar ham ishlatiladi,

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 orqali tozalanadi. Kameraga o'txona gazlari 650–900°C haroratda beriladi. Ayniqsa, tabiiy gaz yondiriladigan grafitli botirma yondirgishli konsentratorlar intensiv ishlaydi. Barbotajli konsentrator va botirma yondir-gichli apparatlarda gaz o'zi bilan birga anchagina miqdordagi fosfat kislota bug'ini olib chiqadi, uni esa elektrofiltrlarda tutib qolish lozim bo'ladi. Tarkibida 8,5–9 g/m³ flor (elektrofiltrga kirishdan oldin havo bilan aralashishi hisobiga – 3 g/m³) bo'lgan chiqindi gazlarini tozalashdan ko'p miqdordagi P₂O₅ bo'lgan H₂SiF₆ eritmasi olinadi; ularni ishlatish qiyinchilik tug'diradi. Tuman hosil bo'lishi – P₂O₅ yo'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 % P₂O₅ bo'lgan 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 konsentratorlar o'mida 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 og'imi yuboriladi, hosil bo'ladigan gaz-suyuqlikli aralashma yuqori qismidan chiqariladi. Suyuqlik ajratilgandan keyin va issiqligidan bug'latiladigan kislota isitishda foydalanilgandan so'ng, chiqindi gazi, absorbsiya qurilmalarida kislota tumani, SiF₄ va HF dan tozalanadi. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan, tarkibida 68–70% P₂O₅ bo'lgan kislota olish uchun konsentrlashni ikkita ketma-ket bosqichda: 1-chisida 52–54 dan 64 %gacha, 2-chisida esa 68–70% P₂O₅ gacha o'tkaziladi.

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24–25% P_2O_5) Qoratog' fosforitlaridan ekstraksiyalash jarayonida 20–22% P_2O_5 li fosfat kislotasi olinadi. Odatdagi usullarda 37–38% P_2O_5 gacha bug'latilishi va 30–40°C dan past haroratgacha sovitilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo'qotadi. Bu esa undan ftorsizlantirilgan o'g'itlar, qo'shaloq superfosfat, suyuq kompleks o'g'itlar olish imkoniyatlarini yo'qotadi. O'tgan asrning 80-yillariga qadar buning sababini kislotadagi $MgSiF_6$ ning parchalanishi natijasida gaz holatdagi SiF_4 va MgF_2 ning kolloid eritmasi hosil bo'lishi orqali izohlashga urinilgan. Go'yoki eritma sovitilganda MgF_2 ning to'yinishi hisobiga sistema qovushqoq, kam harakatchan massa (gel) ga aylanadi. Yana shuni ko'rsatib o'tiladiki, ko'p komponentli tuz sistemalari eruvchanliklarini o'rganish orqali, bug'latiladigan kislotaga kam aktiv kremniy dioksid (masalan, kremnegel) qo'shilganda fosfat kislotasi bilan MgF_2 ning kimyoviy ta'sirlashuvi yengillashadi, yuqori haroratda reaksiya:



tenglama bilan sodir bo'lib, kislotadagi ftor SiF_4 tarzida yo'qotiladi va yaxshi eriydigan monomagniyfosfat hosil bo'ladi, deb nazariy jihatdan asoslashga urinilgan. Lekin bu urinishlar ishlab chiqarishda o'z yechimini topmadi.

O'zbekiston kimyogarlarining qator yillar davomida Qoratog' fosforitidan sulfat kislotasi ekstraksiyalashdan olingan fosfat kislotasini konsentrlash, uning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish yuzasidan o'tkazgan tadqiqotlari natijasida tarkibida magniy birikmalari bo'lgan fosfat kislotalarning konsentrlanishida quyilib qolish sabablari ham nazariy, ham amaliy jihatdan asoslandi va bu borada ijobiy natijalarga erishildi.

Namangan muhandislik-pedagogika instituti professori, texnika fanlari doktori Q. Gafurovning olib borgan zahmatli mehnatlari natijasida, tarkibida magniy bo'lgan EFK larning konsentrlash jarayonida quyilib qolish sabablari ham ilmiy, ham amaliy jihatdan asoslab berildi. Nafaqat quyilish sabablari, balki bunday kislotarni konsentrlashda quyilib qolishini oldini olish yo'llari ham oshilib, amaliy jihatdan sinovdan muvaffaqiyatli o'tkazildi.

20°C haroratdagi suvda va NH_4NO_3 (kimyoviy toza — k.t.) ning 1% li suvli eritmasida MgHPO_4 (k.t.) va MgF_2 (k.t.) larning izotermik eruvchanligini o'rganish — MgHPO_4 (k.t.) va MgF_2 larning suvdagi eruvchanligi muvofiq ravishda 1,392 va 0,117 % (MgO bo'yicha 0,464 va 0,0755 %), ammoniy nitrat eritmasidagi eruvchanligi esa muvofiq ravishda 9,99% va 0,248% (MgO bo'yicha 3,330 va 0,160 %) bo'lishini aniqlash imkoniyatini yaratdi. Shunday ekan, 1,0 %li ammiakli selitra eritmasida magniy tuzlarining eruvchanligi MgHPO_4 uchun etti marta, MgF_2 uchun ikki marta ortadi.

20°C haroratda 0,1, 0,5 va 1,0 molyarli ammiakli selitra eritmalarida MgF_2 ning eruvchanligini o'rganish natijasida MgF_2 ning eruvchanligi konsentratsiyaning ortishi bilan deyarli o'zgarmasligi aniqlandi. Masalan, 0,1 molarli ammiakli selitra eritmasida MgF_2 ning eruvchanligi 0,2478 % (0,1598 % MgO , ya'ni 0,040 mol MgF_2) ni, 0,5 molyarli eritmada 0,2694 % (0,17388 % MgO , ya'ni 0,0435 mol MgF_2) ni va 1,0 molyar eritmada esa 0,2695 % (0,1753 % MgO , ya'ni 0,0435 mol MgF_2) ni tashkil etadi.

$\text{MgSO}_4\text{—H}_3\text{PO}_4\text{—NH}_4\text{NO}_3\text{—H}_2\text{O}$ sistemasini o'rganish natijasida 0–60% P_2O_5 konsentratsiyali intervalda $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ning eruvchanligi $\text{MgSO}_4\text{—H}_3\text{PO}_4\text{—H}_2\text{O}$ sistemasidagiga nisbatan 2–1,5 %ga ortishi aniqlandi.

Tarkibida magniy bo'lgan fosforitlarni fosfat kislotaga sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonida magniy birikmalarining to'la ekstraksion fosfat kislotaga tarkibiga o'tishi kuzatiladi. Bunday EFK ni bug'latish jarayonida eritmadagi barcha tuzlarning to'yinishi bilan bir qatorda dastlab magniy ionlarining sulfat ionlari bilan birikib MgSO_4 , so'ngra shu bilan bir vaqtda uning gidratlanishi hisobiga $\text{MgSO}_4\cdot \text{H}_2\text{O}$ dan toki $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ gacha bo'lgan gidratlanish jarayoni sodir bo'ladi. Bu esa EFK ning quyilib qolishi va oquvchanligini yo'qotishiga sabab bo'luvchi omillardan biridir. Bundan tashqari, eritmaning quyilishiga EFK tarkibidagi boshqa kation va anionlardan iborat qo'shimchalar ham o'z ta'sirini ma'lum darajada ko'rsatadi.

Shuning uchun ekstraksion fosfat kislotani bug'latishda kislotani quyilib qolishiga olib keladigan undagi qiyin eruvchan qo'shimchalarni eritish maqsadida va ekstraksion fosfat kislotani konsen-

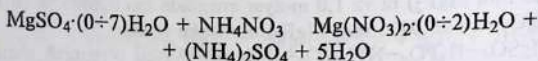
trlashda uning qovushqog'ligini kamaytiruvchi agent sifatida ammoniy nitrat ishlatilgan.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksion fosfat kislotalarni bug'latishdan oldin uning tarkibidagi magniyning miqdoriga muvofiq holda:

$$m_{NH_4NO_3} = 0,5 + 0,25 \cdot n_{MgO}$$

bu yerda, m – EFK ga qo'shiladigan ammoniy nitratning og'rlik miqdori; n – EFK dagi MgO ning og'rlik miqdori; 0,5 – doimiy son formula bo'yisha ammoniy nitrat qo'shiladi va eritmani 50–55 % P_2O_5 gacha bug'latiladi.

Ammoniy nitrat ekstraksion fosfat kislotani bug'latish jarayonida va hosil qilingan konsentrlangan kislotalarda ularning fizik-kimyoviy xossalariga ijobiy ta'sir ko'rsatishini 3.10-jadvaldagi ma'lumotlarda ko'rish mumkin. Eritmadagi $MgSO_4 \cdot (1 \pm 7)H_2O$ ammoniy nitrat bilan ta'sirlashadi:



Bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotalarning tavsifi

3.10-jadval

Tarkibiy %			Zichligi, g/sm ³ (20°C da)	Qovushqoqligi, spz (20°C da)	Ftorsizlanish darajasi, %	100 g kislotalardan suv ajratib olish, g
P ₂ O ₅	F	N				
Ammoniy nitrat qo'shimchasiz						
22,7	1,80	–	1,273	4,27	–	–
28,4	2,16	–	1,365	9,10	4,0	20,5
36,75	2,35	–	1,500	19,00	19,1	38,5
41,24	1,48	–	1,717	125,00	54,5	45,5
47,78	1,47	–	1,726	174,00	61,5	52,5
55,5	0,62	–	1,863	2059,00	86,1	59,0
Ammoniy nitrat qo'shimchasi bilan						
22,51	1,78	0,35	1,273	4,27	–	–
37,14	1,82	0,54	1,503	17,2	38,0	39,5
57,5	0,36	–	1,918	4427,00	92,2	60,5
55,44	0,70	0,83	1,840	367,0	87,1	99,5
0,88	0,78	1,780	255,0	78,4	56,0	

EFK ni bug'latish jarayonida suvning kamayishi hisobiga, Le-shatele prinsipiga muvofiq, reaksiya muvozanat o'ng tomonga siljiydi. Natijada, yaxshi fizik-kimyoviy va reologik xossaga ega bo'lgan, hattoki uzoq vaqt minusli haroratlarda turib qolganda ham quyilib qolmaydigan oquvchan kislota olinadi. Olingan kislota tarkibidagi ftorning miqdorini 0,3 %gacha pasaytirish mumkin, natijada, bunday kislotalardan ftorsizlangan yuqori konsentratsiyali o'g'itlar olinish usullari yuzaga shiqdi. Magniyli ekstraksiya fosfat kislotalarni bug'latish yo'li bilan (30–35 % P_2O_5 gacha) konsentrlash orqali esa qo'shaloq superfosfatlar turidagi o'g'itlar olish imkoniyatini yaratdi. Bunday usullarda (50–55 % P_2O_5 gacha) konsentrlangan kislota tarkibida turli tuzlarning to'yingan eritma holatida bo'lishi, uning hattoki 50–55 % P_2O_5 li eritmalarida (apatitli kislotalardan farqli ravishda) polifosfat kislotalarning mavjud bo'lishini ta'minlaydi, bu esa ulardan polifosfatli va suyuq suspenziyalik kompleks o'g'itlar olish imkoniyatini oshib berdi.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiya fosfat kislotani bug'latishdan oldin kationitli magniysizlantirish usuli ham ishlab chiqilgan. Bu usulda tarkibida» 20 % P_2O_5 , 2–3 % MgO va boshqa qo'shimchalar bo'lgan ekstraksiya fosfat kislota ion almashinish yo'li bilan tozalanadi, hosil qilingan kislotani talab etilgan (60–70 % P_2O_5) konsentratsiyagacha bug'latiladi, ular asosida ammoniy polifosfatli va boshqa suyuq hamda qattiq shakldagi o'g'itlar olinadi.

Ekstraksiya fosfat kislotani odatdagi kationitli tozalashda kislota eritmasi kationitdan o'tkaziladi, so'ngra ifloslangan kationitni suv bilan yuviladi va kuchli mineral — sulfat, nitrat, xlorid kislotalar bilan regeneratsiyalanadi; regeneratsiyalangan kationit suv bilan yana yuviladi va unda yana ekstraksiya fosfat kislotani tozalash mumkin bo'ladi. Bu usul kationitni tozalash bilan bog'liq ko'p bosqichli jarayon bo'lganligi sababli jarayon davomiyligining uzunligi, ishlab chiqarish samaradorligining pastligi, yo'qotiladigan fosfat kislotaning (tozalanadigan kislotaning 5% gacha) siklga qaytarilmasligi kabi yetarlicha kamchilikka egadir. Bundan tashqari, regeneratsiyalashdan hosil bo'ladigan eritmani neytrallashtirish va ularni chiqindixonalarda saqlash kabi muammolarni keltirib shiqaradi.

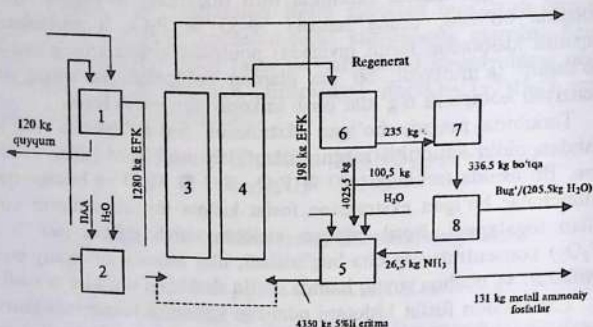
Shuning uchun kationitni yopiq sikldagi regeneratsiyalash yo'li bilan ekstraksiya fosfat kislotani kationitli tozalash orqali sama-

rador usulga erishilgan. Buning uchun ammiakli shakldagi ionitlar ishlatiladi. Bunda kationitni regeneratsiyalash uchun $\text{NH}_3:\text{P}_2\text{O}_5$ massa nisbati 0,3-0,42, ko'pincha 0,36 ga teng bo'lgan ammoniy fosfatlarining 5 %li suvli eritmalari ishlatiladi. Bu usulda regeneratsiyalashdan oldingi va keyingi kationitni yuvish jarayonlari o'tkazilmaydi, bu esa ishlab chiqarish intensivligini oshiradi va fosfat kislotaga yo'qotilishini kamaytiradi.

Kationitli usulda ekstraksiyon fosfat kislotani tozalash jarayoni bosqichlari bo'yicha materiallar oqimi 3.27-rasmda tasvirlangan.

1400 kg EFK ($21 \div \text{P}_2\text{O}_5$) 1268 kg tozalangan EFK

970 kg EFK bug'lanishiga



3.27-rasm. Tindirish va ion almashinish bosqichlari bo'yicha materiallar harakati:

- 1 – tindirgich; 2 – PAA tayyorlash uchun idish; 3 va 4 – ionitli kolonnalar;
5 – regeneratsiyalovchi eritma tayyorlash uchun idish; 6 – ajratuvchi qurilma;
7 – aralashtirgich; 8 – donadorlagich-quritgich.

Idish (1) da poliakrilamid (PAA) ning 0,1% li suvli eritmasi tayyorlanadi. Bu eritma ekstraksiyon fosfat kislotadagi qattiq zarra-chalarni cho'ktirish uchun (EFK dagi qattiq fazaning 0,03 % me'yorida) tindirgich (1) ga uzatiladi. Ionitli kolonnalar (3) va (4) ning biri ishchi holatda bo'lganda ikkinchisi regeneratsiyalanayotgan bo'ladi. Tindirilgan EFK ionitli kolonna (3) yoki (4) ga uzatiladi va u yerda EFK kationlardan tozalanadi. Tozalangan EFKning bir

qismi regeneratsiyalovchi eritma hosil qilish uchun idish (5) ga, qolgan qismi esa mahsulot sifatida bug'latish jarayoniga yuboriladi. Ekstraksiyon fosfat kislota idish (5) da gaz holatdagi ammiak bilan neytrallanadi va suv bilan suyultirib turiladi. Hosil qilingan ammoniy fosfatlarining 5 %li eritmasi regeneratsiyalanadigan ionitli kolonnaga uzatiladi va u yerda ionitning ishchi holatini qayta tiklaydi. Ionitli kolonnadan chiqadigan regenerat ajratish qurilmasi (6) ga uzatiladi va u erda qattiq va suyuq faza ajratiladi. Regenerat suyuq fazasining asosiy qismi regeneratsiyalovchi eritmaga qo'shiladi, qattiq fazasi esa bir qism suyuq faza bilan birgalikda aralashtirgich (7) orqali donadorlagich-quritgich (8) da donadorlash va quritish uchun yuboriladi. Bunda tarkibida ko'p qismi magniy-ammoniyfosfat bo'lgan sitratli eruvchan magniyli o'g'it qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Bu usulning afzalligi, birinchidan, ionitlarni regeneratsiya jarayoni ichki siklda amalga oshiriladi; ikkinchidan, ishlab chiqarishda chiqindi bo'lmaydi; ushinchidan, EFK tozalangandan va kationitni regeneratsiyalangandan so'ng ionitni suv bilan yuvishning hojati yo'qdir; to'rtinchidan tozalangan EFK ni bug'latish yo'li bilan nisbatan yuqori konsentratsiyali (60–70 % P_2O_5) kislota olish mumkin.

Shunday qilib, tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotalarning konsentrlashdan tortib, toki murakkab o'g'itlar olishgacha bo'lgan muammolar amaliy jihatdan o'z yechimini topdi.

3.6. Qo'shaloq superfosfat

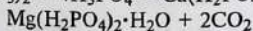
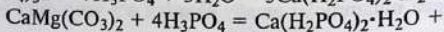
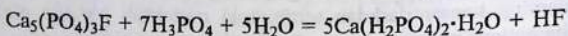
Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotalari bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan, asosan fosfatli birikmalar (monokalsiyfosfat va ma'lum miqdordagi erkin fosfat kislotalari) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kalsiy sulfat qo'shimchasi — fosfatning, tarkibida sulfation bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislota bilan parchalanishi yoki ruda tarkibida sulfatlarni bo'lishi hisobidan ishtirok etishi mumkin. Chunki qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun, odatda ekstraksiyon fosfat kislotalari 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_5 o'zl.=42–50% (xomashyo sifatiga bog'liq holda); P_2O_5 umum. = 45–56 %; P_2O_5 s.e. = 38–42 % va P_2O_5 erkin = 1,5–5 % bo'ladi.

Qo'shaloq superfosfat konsentrlangan fosfat kislotasi (P_2O_5 52–54 % P_2O_5) ishlatilgan holda kamerali (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va 28–36 % P_2O_5 li kislotasi qo'llagan holda og'imli (kame-rasiz) usullarda olinadi. Kamerali superfosfat omborga tashlangan holda etiltiriladi. Oqimli usulda esa birdaniga donadorlangan (om-borli yetiltirishsiz) mahsulot olinadi. Kamera-oqimli usul ham mavjud bo'lib, unda oson parchalanadigan fosforit unidan olingan kamerali superfosfat yetiltirish bosqishsiz to'g'ridan-to'g'ri dona-dorlash va quritishga uzatiladi.

3.6.1. Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlar tarkibidagi minerallarning fosfat kislotasi bilan parchalanishi quyidagi asosiy reaksiyalar bo'yicha sodir bo'ladi:



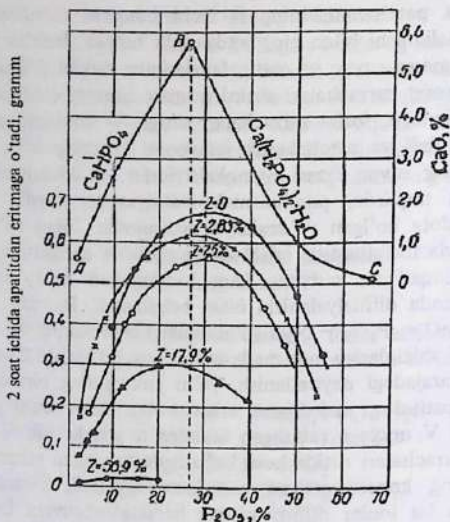
Ma'lum xomashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me'yori – ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ish ekstraksiya fosfat kislotasi eritmasidagi neytrallovchi (CaO , MgO , P_2O_3) va kislotali (H_2SO_4) qo'shimchalarning bo'lishini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Qo'shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqishga ajratish mumkin. Birinchi bosqishda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralashtirilishidan harakatchan suspenziyada ta'sirlashuv jarayoni sodir bo'ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislotasi, moko-kalsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo'ladi. Ular-ni 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 hattoki 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 N^+ ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspensiyaning suyuq fazasi monokalsiyfosfat va dikalsiyfosfat bilan to'yingan taqdirda, parchalanish reaksiyasi to'xtaydi. Tarkibida fosfat kislota bo'lgan va reaksiya mahsulotlari bilan to'yinmagan eritmalarda fosfatlarning erish tezligi — fosfat zarrachalari sirtidan ajralib chiqadigan nisbatan kam harakatchan kalsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun $CaO - P_2O_5 - N_2O$ sistemasidagi eruvchanlik va apatitning erish egri shiziqlariga mos ma'lumotlar asos bo'ladi (3.28-rasm).

Oz darajadagi neytrallanish, ya'ni jarayonning birinchi bosqichida apatitning maksimum erish tezligi eruvchanlik diagrammasidagi V nuqtaga tutashgan holatiga to'g'ri keladi. V nuqtada, fosfat zarrachalari sirtida hosil bo'ladigan to'yingan eritmada Ca^{2+} ionlarining konsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyasining harakaltiruvchi kuchi ham katta bo'ladi. Shuning uchun jarayonning birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislota qo'llanilishi maqsadga muvofiq, u $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ va $CaHPO_4$ lar bilan muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan, $75^{\circ}C$ 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. Hattoki, bu holda ham kislota 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°C harorat oralig'ida tarkibida 46–47% P_2O_5 bo'lgan monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi eritmalarda apatitning parchalanish tezligi eng yuqori darajaga erishishi aniqlandi.



3.28-расм. Апатитнинг qismiga neytrallangan (Z – turli neytrallanish darajali, %) fosfat kislotasi eritmalarida erish egri chiziqni 40°C dagi $CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasi izotermasi (AVS chiziq) bilan taqqoslash.

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 koeffitsiyenti ~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

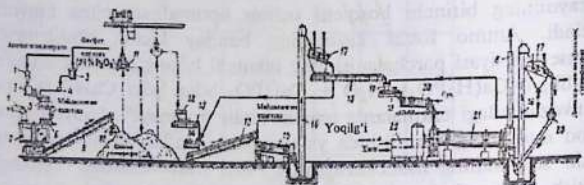
kislota javob beradi. Birinchi bosqich oxirida 75-100°C da undagi xomashyoning maksimal (muvozanatli) parchalanish darajasini 10% ga ko'tarish mumkin emas va parchalanish tezligi ham nisbatan kam bo'ladi. Qachonki, ikkinchi bosqichda apatitning parchalanish koeffitsiyenti ~60% ga yetsa, suyuq fazaning tarkibi maksimal parchalanish tezligiga muvofiq keladi, superfosfat suspenziyasi qota boshlaydi va reaksiya keskin pasayadi. Bundan keyingi parchalanishi, omborda, samerali superfosfatning uzoq vaqt (15-30 sutka) yotishida sodir bo'ladi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal harorati 40-60°C ni tashkil yetadi, uning pasayishi yoki ortishi apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog', Qizil-qum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45-50% P_2O_5 bo'lgan 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.

Kamerasiz usullarda fosforitlar 50-100°C haroratdagi 28-40% P_2O_5 bo'lgan fosfat kislota bilan qayta ishlanadi, bu ko'p darajada jarayonning birinchi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang'ich konsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay bo'lib, u $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaHPO_4$ bilan yoki $CaHPO_4$ bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir bo'lmaydi. Jarayon reaksiya massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo'qotilishi sistemaning monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o'tish va apatitning keyingi parchalanishini ta'minlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiya 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.

3.6.2. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish

3.29-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 usuliga o'xshaydi. Apatit konsentrati va konsentrlangan fosfat kislota aralashtirgichga uzluk-siz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenziyaga ozgina miqdorda (apatit massasining 3% gacha) maydalangan ohaktosh kukuni qo'shiladi. Shu hisobiga kamerada shakllanadigan superfosfat massasi (ohaktoshning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan karbonat angidrid hisobiga) g'ovaklashib qoladi va kameradan osonlik bilan frezer yordamida tushiriladi. Massaning turish vaqti aralashtirgichda 3–6 minutni, kamerada 1–1,5 soatni, harorati esa aralashtirgichda 70–80°C ni, kamerada 90–100°C ni tashkil qiladi. Hozirda qo'llanilayotgan (7,1m diametrli) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12–13 t ni, fosfat kislota (52–54% P_2O_5) 22–24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kameraadagi massani shakllantirish balandligi 1,2–2 m, ga teng. Fosfat kislota konsentrlangan sulfat kislota ham qo'shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislota solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi P_2O_5 ni qisman (51–52 %gacha) kamaytiradi.



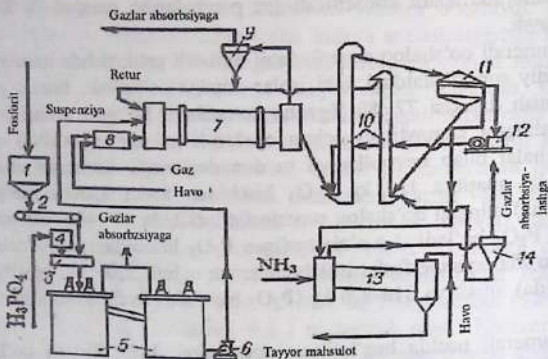
3.29-rasm. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi: 1 – bunker; 2 – me'yorlashtirgich; 3 – quyish baki; 4 – sarflagich; 5 – aralashtirgich; 6 – suspenziyani ohaktosh kukuni bilan shnekli aralashtirgich; 7 – superfosfat kamerasi; 8 – absorberlarga storli gazlarni o'tkazish uchun gaz o'tkazgich quvur; 9 – kamerali superfosfatning lentali konveyeri; 10 – kamerali superfosfatni yoyib tashlagich; 11 – greyferli (kovshli) aralashtirgich; 12 – qo'shaloq superfosfat uchun bunker; 13 – lentali konveyer; 14 – dezintegrator; 15 – neytrallash barabani; 16 – elevator; 17 – elak; 18 – neytrallangan superfosfat uchun bunker; 19 – lentali ta'minlagich; 20 – donadorlagich; 21 – quritish barabani; 22 – yog'lig'i yondirgich; 23 – tegirmon.

Kamerada apatit konsentrating parchalanish darajasi 70 %dan oshmaydi.

Kamerali qo'shaloq superfosfatni omborli yetiltirishda ham xuddi oddiy superfosfatdagi kabi ishlar amalga oshiriladi, bunda parchalanish darajasi 77–80 %gacha ko'tariladi. So'ngra uning erkin kislotaliligini 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 ekstraksiyon fosfat kislota qo'llanilishi talab etiladi. Uning kamchiligi, xuddi oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi, mahsulotning uzoq vaqt omborda yetiltilishidir; bu esa – yirik omborli inshootlarga, mehnat 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 ekstraksiyon fosfat kislotaning ishlatilishiga asoslangan kamerali va kamera-oqimli usullarda qo'shaloq superfosfat olishdagi ftorli birikmalarning ajralishi unchalik ko'p emas. Masalan, apatit (~3% ftor bo'lgan) 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 sovitishda esa 10–15%i) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70–80%i esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftorning konsentratsiyasi (asosan, SiF_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 eritmasi mahsulot sifatida bo'lmaydi. Jarayonni o'tkazish va donadorlash bo'linmalaridagi absorbsiya tarmoqlarining qurilmalari oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi tarmoqlar bilan bir xilda bo'ladi.



3.30-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'yoralashtirgich; 3 – aralashtirgich;
 4 – fosfat kislota me'yoralashtirgichi; 5 – reaktorlar; 6 – nasoslar;
 7 – BDQ apparati; 8 – yog'lig'i yondirgich; 9, 14 – siklon (chang tutgich) lar;
 10 – elevatorlar; 11 – elak; 12 – tegirmon; 13 – ammoniylashtirgich; 14 – siklon.

Hozirgi paytda qo'shaloq superfosfatning oqimli sxema bo'yicha boradigan usullari ko'proq qo'llanilmoqda. 3.30-rasmda apatit konsentratidan olingan ekstraksiyon fosfat kislota va oson parchalanadigan kingisepp fosforiti asosida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemalaridan biri tasvirlangan. Fosforit bunker (1) dan lentali o'lchov me'yoralashtirgichi (2) orqali aralashtirgich (3) ga beriladi. Xuddi shu yerga me'yoralashtirgich (4) orqali fosfat kislota (28-36% P_2O_5) kelib tushadi. Yuqori konsentratsiyali kislotaning qovushqog'ligi katta bo'lganligi uchun hosil bo'ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislota (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 absorbsion eritmalar bilan suyultiriladi. Suspenziya aralashtirgichdan uzluksiz ravishda reasorlar (5) ga tushadi, ularning hajmi undagi reaksion 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 hesh qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to'xtaydi.

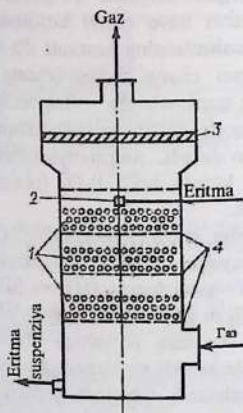
Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikalsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi. Haroratning ortishi bilan dikalsiyfosfatning eruvchanligi kamayadi, shuning uchun katta intensivlikdagi uning kristallanishi fosforit zarrachalari sirtining shunday qismida sodir bo'ladiki, u yerda suspenziya massasidagiga nisbatan parchalanishning ekzotermikligi hisobiga harorat yuqori bo'ladi. Fosforit sirtidagi quyqali qatlamda, shuningdek, ekstraksiya fosfat kislotadagi F — ionlaridan hosil bo'ladigan kalsiy fluoridning mayda kristallari ham bo'lishi mumkin.

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

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar o'lchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (3.31-rasm). U gorizontal yuzaga nisbatan 1-3° qiyalikda o'rnatilgan 35 m, gacha uzunlikdagi, 1 m dan 4,5 m gacha diametrdagi aylanuvchi barabandan iborat bo'lib, temir-beton taglik ustidagi tayansh roliklari (2) ga tayantirilgan. Qisqich roliklari (3) esa barabanning surilishining oldini oladi. Barabanning aylantirishi elektrodvigatel (4) da hosil qilingan aylanma harakatning reduktor (5), tishli g'ildiraklar (6) orqali tishli chambarak (14) ga uzatilishi orqali amalga oshiriladi. Barabanning kirish qismida parrakli qabul qiluvchi moslama (13), butun uzunligi bo'yicha esa ko'tarib tashlovchi moslamalar (8) va chiqish qismida ichki returni tagi teshik konus (15) dan suspenziyani sachratish zonasiga uzatish uchun qaytargish shnek (7) o'rnatilgan. Tashqi retur esa quvur (11) dan uzatiladi. Yuklash kamerasi (9) ning oldingi tirqichiga apparatga beriladigan suspenziyani qisilgan havo (0,7-0,8 MPa) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka (10) o'rnatilgan bo'ladi. Bunda suspenziya namligi ~35% bo'lishi lozim.

Issiqlik so'rg'ich yuklash kamerasiga ichki quvur (12) orqali kiradi. Ko'tarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning

Qo'shaloq superfosfatning yuqori harorat ($130-140^{\circ}\text{C}$) dagi qisqa muddat (30-40 minut) li qurutilishini amalga oshirish orqali uning ancha shuqur degidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokalsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari ($60-65\%$ P_2O_5 umum., $52-56\%$ P_2O_5 o'zl., $18-32\%$ P_2O_5 s.e.) bo'lgan bunday o'g'itlar — tuproqdagi fos-for zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar qatoriga kiradi.



3.32-rasm. Qayta tiklanadigan shar to'ldirgichli absorber sxemasi: 1 — sharlar qatlami; 2 — forsunka; 3 — tomchi uchlagich; 4 — panjara; 5 — ko'pik qatlami stabilizatorli.

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 boshladi. 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 kislota 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, sovitiladi 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 monokal-siyfosfat 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 bo'lgan yangi fosfat kislota ham qo'shiladi. Bu usullar xomashyo-ni parchalanish darajasini juda yuqori daraja (98-99%) ga yetish imkoniyatini beradi, ammo 1 t o'zlashadigan R_2O_5 li mahsulot olishga sarflanadigan fosfat kislotaning, oldingi bayon etilgan usullardagiga nisbatan anchagina, kattaligi bilan ajralib turadi; bundan tashqari, suspenziyada filtrlanish xususiyatiga ega bo'lgan o'lchamdagi kristallarni hosil qilish qiyin kechadi. Shuning uchun bayon etilgan bu usul ishlab chiqarishga tatbiq etilmagan.

Boyitilgan fosforitlarni (28% P_2O_5) polifosfat kislota (73-77% P_2O_5) parchalash orqali tarkibida orto- va polifosfatlar aralashmasi bo'lgan tez qotuvchi massa olish mumkin. Uni yetiltirishda, ayniq-sa, yuqori haroratda, kondensirlangan fosfatlarning monokalsiy-fosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo'ladi. Mahsulot ammoniylashtirilgandan so'ng, tarkibida: 47-49% P_2O_5 o'zl, (shu bilan birgalikda uning 90% i P_2O_5 s.e.) va 3-7% N bo'lgan polisuperfosfat deb ataluvchi o'g'it olinishi mumkin.

3.6.3. Superfos

Superfos nomi bilan ataladigan uzoq muddat o'zlashadigan yangi turdagi o'g'it ishlab chiqarish usuli ham yaratilgan. Bu ki-

myoviy boyitilgan va kislotalar bilan aktivlangan tarkibida qiyin o'zlashadigan shakldagi P_2O_5 bo'lgan (Qoratog', Qizilqum, Pribaltika, Chilisoj 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 kislotasi (yoki gaz holatidagi oltingugurt dioksid) qo'shiladi. Muhit $rH < 4$ da karbonatlar — dolomit va kalsit, $rH < 2,5$ 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 flotatsiyalash orqali oson yo'qotilishi mumkin.

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

Superfos tarkibida 38-40% P_2O_5 , undan 19-20% suvda eruvchan shaklda bo'ladi va samaradorligi jihatdan qo'shaloq superfosfatga tenglashtiriladi. 1t P_2O_5 li superfos ishlab chiqarishga kislotasari (1-1,3 t H_2SO_4 va 0,355 t P_2O_5 li fosfat kislota) esa 1t P_2O_5 li qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishga nisbatan ikki marta kamdir. Kimyoviy boyitishda hosil bo'ladigan va tarkibida Mg^{2+} va NRO_4^{2-} ionlari bo'lgan eritmadan qimmatli o'g'it hisoblangan magniyammoniyfosfat $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$ ni cho'ktirish uchun ammoniylash amalga oshiriladi. Fosfatli xomashyodagi P_2O_5 dan foydalanish samaradorligi 95% ga yetadi. Jarayon yopiq suv aylanma siklida amalga oshiriladi.

3.7. Qoratog' fosforiti asosidagi qo'shaloq superfosfat

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24-25% P_2O_5) Qoratog' fosforitlaridan ekstraksiyalash jarayonida 20-22% P_2O_5 li fosfat kislota olinadi. Bunday kislotaaning 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 Qoratog' (Qizilqum, Kingisepp va boshqa) fosforitidan olingan ekstraksion fosfat kislota to'g'ridan-to'g'ri konsentrlash jarayonida qovuchqoqligi keskin ortadi, uning 37-38% P_2O_5 gacha bug'latilishidan olingan mahsulot kislota o'zining salbiy fizik-kimyoviy xossaga ega ekanligini namoyon etadi, ya'ni kislota qovuchqog'ligi katta bo'lib, 30-40°C dan past haroratgacha sovitilishi 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 SO_2 hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali Qobiqning buzilishi ta'minlanadi. Hozirgi paytda dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini apatitdan olingan ekstraksion fosfat kislota kamerali (45-50% P_2O_5 li kislota) va oqimli (28-36% P_2O_5 li kislota) usullar bilan parchalanish jarayonlari o'rganilib, qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usullari ham ishlab chiqilgan.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksion fosfat kislota bug'latish yo'li bilan konsentrlash (50-55% P_2O_5 gacha), buning natijasida olingan kislota fizik-kimyoviy xossalarini atroflicha o'rganish yuzasidan (NamMPI, «Kimyoviy texnologiya» kafedrası, prof. Q.G'afurov boshchiligidā) olib borilgan tadqiqotlar samarasi yuksak darajada bo'ldi. Natijada, magniyli (hattoki, yuqori magniyli — boyitilmagan) fosforitlardan olingan ekstraksion fosfat kislota fosforitlarni parchalash yo'li bilan oqimli usulda qo'shaloq superfosfat turidagi (shu jumladan, ftorsizlangan) o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalari yaratilgan va ishlab chiqarishda sinovdan o'tkazilgan (Olmalıq «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi, 1990-yil, 1000 tonna). Olingan o'g'itlarning agrokimyoviy tekshiruv (O'zbekiston paxtachilik ilmiy-tadqiqot instituti, 1990—1995-yillar) natija-

lariga ko'ra, boshqa turdagi konsentrlangan o'g'itlarga nisbatan tarkibida kalsiy tutishligi sababli ustun ekanligi aniqlangan.

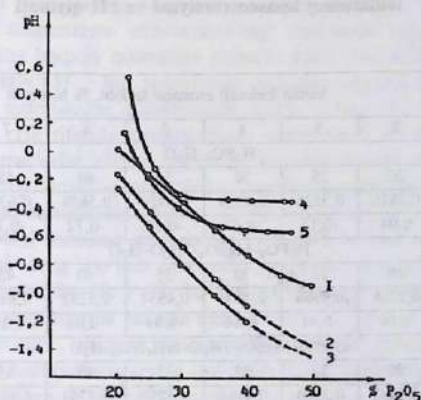
3.7.1. Qorotog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari

Tabiiy fosfatlarni kislotali parchalash jarayonida eng muhim texnologik ko'rsatkichlardan biri — parchalanish darajasi qiymatining superfosfat suspenziyasi suyuq fazasining to'yinish darajasiga bog'liq bo'lishligi bilan bir qatorda, kislotali dissotsilangan vodorod ionlarining miqdoriga ham bog'liqdir. Eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi parchalanish jarayonida kislotali kuchini belgilab beradi. U qanchalik katta bo'lsa, tabiiy fosfat ham shunchalik to'liq parchalanadi.

Kislotali eritmasining kislotalilik kuchini belgilash uchun yuqorida (3-bob, 3.1.3-bo'limda) ta'kidlab o'tilgan fosfat kislotali eritmalarining termodinamik xossalari va elektr o'tkazuvchanligi bilan birgalikda ulardagi fosfat kislotali birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va eritma rH qiymatiga ham e'tiborni qaratish lozimdir.

Toza fosfat kislotali ($H_3PO_4-N_2O$ sistemasi) 20-50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarining elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi (3.6-rasm) shuni ko'rsatadiki, 25-45°C haroratda fosfat kislotali ~30% P_2O_5 va ~50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarida fosfatlarni parchalash yuqori samaraga olib keladi, chunki bunda fosfat kislotali eritmasining elektr o'tkazuvchanligi nisbatan yuqori bo'ladi. Haroratning 50-70°C ga ko'tarilishi kislotali aktivligini mos holda 35-37% P_2O_5 va 50-55% P_2O_5 konsentratsiyali eritma tomonga surilishini ko'rsatadi. Fosfat kislotali eritmaga magniy birikmasi ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ning kiritilishi ($H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$ sistemasi) natijasida, eritmaning elektr o'tkazuvchanligi (yoki fosfat kislotali eritmaning aktivligi) keskin kamayadi (3.7-rasm). Bu fosfat kislotali shunday eritmalaridagi fosfat kislotali birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ($H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$) da (3.11-jadval) va eritmalarining pH qiymatida ham o'z aksini topadi (3.34-rasm). Magniyli fosfatlarning fosfat kislotali parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan dimagniyfosfatning eruvchanligi

eritma tarkibida fosfatlar (P_2O_5) miqdorining ortishi bilan ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi. Buni $H_3PO_4 \leftrightarrow H^+ + H_2PO_4^-$ dissotsilanish natijasida hosil bo'ladigan H^+ ionlari monomagniyfosfatning erishi va dissotsilanishi: $MgHPO_4 \leftrightarrow Mg^{2+} + HPO_4^{2-}$ dan hosil bo'ladigan HPO_4^{2-} ionlarini birlashtirib, $H_2PO_4^-$ ionlariga aylanishi, bu esa $MgHPO_4$ ning dissotsilanish muvozanatini o'ng tomonga siljitishi va oqibatda dimagniyfosfat eruvchanligi ortishi orqali izohlanadi. Demak, bundan ko'rinadiki, fosfat kislotali eritmalarida magniy kationining ishtirok etishi natijasida $H^+ + HPO_4^{2-} \leftrightarrow H_2PO_4^-$ muvozanatining o'ng tomonga siljishi hisobiga ular magniysiz fosfat kislotali eritmalariga nisbatan neytrallangan bo'ladi.



3.34-rasm. Fosfat kislotali eritmalar pH qiymatining ular tarkibi va kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi: 1 – $H_3PO_4-H_2O$; 2 – $N_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-H_2O$; 3 – $H_3PO_4-MgSO_4 \cdot 7H_2O-NH_4NO_3-H_2O$; 4 – EFK; 5 – EFK+ NH_4NO_3 .

Magniyli fosfat kislotali eritmalariga belgilangan me'yordagi (3-bob, 3.1.3-bo'lim bo'yicha) ammoniy nitratning qo'shilishi ($H_3PO_4 - MgSO_4 \cdot 7H_2O - NH_4NO_3 - H_2O$ sistemi) bunday eritmalarining 20-35% P_2O_5 konsentratsiyali intervalida elektr o'tkazuvchanligi hamda fosfat kislota birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasining birmuncha ortishiga va pH qiymatining kamayishiga olib keladi. Bu

esa magniyli fosfat kislotalar aktivligining ammoniy nitrat ishtirokida o'rtishini ko'rsatadi. Shu munosabat bilan qaratog' fosforitidan olingan ekstraksion fosfat kislota (EFK) va unga belgilangan me'yorda ammoniy nitrat qo'shib bug'latilishidan hosil qilingan (EFK+ NH_4NO_3 sistemasi) turli konsentratsiyali eritma-larning pH qiymatini (3.34-rasm) va ulardagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasini ham aniqlangan (3.11-jadval). Bunda ammoniy nitrat ekstraksion fosfat kislolaning pH qiymatini kamaytirishi va shunga mos holda birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasini oshirishi kuzatilgan.

Fosfat kislotali eritmalar va EFK dagi birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va rH qiymati

3.11-jadval

Komponentlar	Fosfat kislotali eritmalar tarkibi, % hisobida						
1	2	3	4	5	6	7	8
$\text{H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$							
P_2O_5	20	25	30	35	40	45	50
$[\text{H}^+]$	0,2816	0,3125	0,4229	0,4929	0,5638	0,6372	0,7042
PH	0,04	-0,15	-0,36	-0,55	-0,72	-0,72	-0,92
$\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O-H}_2\text{O}$							
P_2O_5	20	25	30	35	40	45	47,3
$[\text{H}^+]$	0,2758	0,3306	0,4003	0,4554	0,5292	0,6127	0,6492
PH	0,16	-0,41	-0,66	-0,89	-0,08	-1,20 dan kichik	
$\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$							
P_2O_5	20	25	30	35	40	45	46,6
$[\text{H}^+]$	0,3032	0,3660	0,4161	0,4757	0,5544	0,6127	0,6492
PH	0,24	-0,52	-0,79	-1,00	-1,19	Mence-1,20	
Ekstraksion fosfat kislota							
P_2O_5	21,50	25,50	29,32	36,84	40,56	45,75	46,85
$[\text{H}^+]$	0,2395	0,2844	0,3283	0,3881	0,4349	0,4871	0,4977
PH	0,57	-0,12	-0,21	-0,33	-0,34	-0,34	-0,35
Ekstraksion fosfat kislota+ NH_4NO_3							
P_2O_5	21,18	24,85	29,38	36,21	39,98	43,01	46,44
$[\text{H}^+]$	0,2383	0,2808	0,3322	0,3903	0,4389	0,46611	0,5028
PH	0,17	-0,17	-0,40	-0,52	-0,57	-0,57	-0,57

Shunisi qiziqarlilik, EFK konsentratsiyasi 20% dan 40% P_2O_5 ga ortishi bilan eritma pH qiymati 0,57 dan -0,34 ga kamayadi va shunga mos holda fosfat kislotasi birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasi ortadi, ammo konsentratsiyaning yanada ko'tarilishi natijasida birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasining ortib borgan holda eritmalar rH qiymatlari deyarli o'zgarasdan qoladi. Bu esa go'yoki pH qiymati eritma kislotaliligini to'la ifodalay olmayotgandek ko'rsatadi. Bunday holat ammoniy nitrat qo'shilgan ekstraksiya fosfat kilotaning yuqoriroq konsentratsiyali eritmalarida ham kuzatiladi. Bu hodisani «Vichner-Palman effekti» (yoki «suspensiyali effekt») deb ataladigan kolloid eritmalaridagi jarayon orqali tushuntirilishi mumkin. Kolloid eritmalarining yuqori konsentratsiyali eritmalarida «suspensiyali effekt» sodir bo'ladi. Bunda «eritma - suspensiya» muvozanatidagi sistemada suspensiya rH qiymati uning haqiqiy qiymatiga nisbatan katta yoki kichik bo'ladi. Bunda effektiv pH - bu suspensiya muallaq zaryadli zarrachalari o'rtasidagi sistemaning lokallashtgan qismi uchun rN qiymatidir. $rH = rH_s - rH_e$ sifatida aniqlanadigan suspensiyali effekt belgisi - muallaq zarrachalar zaryad qiymatiga muvofiq kelishi lozim. Agar suspensiyadagi muallaq zarrachalar manfiy zaryadli bo'lsa $rH_s < rH_e$, muallaq zarrachalar musbat zaryadli bo'lsa $rH_s > rH_e$ bo'ladi. Suspensiyadagi muallaq zarrachalar zaryadsiz bo'lsa, suspensiyali effekt nolga teng bo'ladi. Demak, magniyli ekstraksiya fosfat kislotasi eritmalarida $rH_s > rH_e$ bo'ladi, ya'ni ularda musbat zaryadli zarrachalar dominantlik holatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, magniy ionlari fosfat kislotasi eritmalarini bir-muncha neytrallaydi va buning natijasida fosfat kislotaning aktivligi kamayadi. Magniyli fosfat kislotalarining aktivligi ammoniy nitrat ishtirokida oshiriladi. Lekin ammoniy nitratning belgilangan me'yordan ortiqcha qo'shilishi natijasida eritmaning to'yinishi tezlashadi, bu esa fosfat kislotaning dissotsilanishini kamaytiradi va natijada, fosfat kislotasi eritma aktivligi pasayadi.

Bundan tabiiy fosfatlarni magniyli ekstraksiya fosfat kislotasi bilan parchalanish jarayonini ammoniy nitrat ishtirokida amalga oshirish maqsadga muvofiqligi ko'rinadi. Buning uchun sulfat kislotasi usul bilan olingan 20-21% P_2O_5 li kislotaga undagi magniy miqdoriga muvofiq holda:

$$m\text{NH}_4\text{NO}_3 = 0,5 + 0,25 \div 0,5n\text{Mgo}$$

formulaga asosan ammoniy nitrat qo'shiladi va kislota bug'latish yo'li bilan konsentrlanadi.

3.7.2. Qoratog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it ishlab chiqarish

Magniyli fosforitlarni undan olingan ekstraksion fosfat kislota 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 formuladan foydalaniladi:

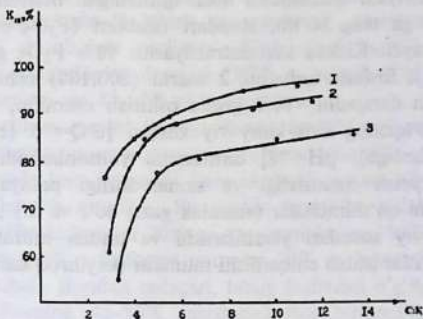
$$= -165,12 + 1,21Z_1 + 1,63Z_2 + 20,2Z_3 + 0,91Z_4 - 0,004Z_2^2 - 5,05Z_3^2 - 0,005Z_4^2$$

formuladan foydalaniladi. Bunda: Y — tabiiy fosfatning aktivlangan EFK da parchalanish darajasi, %; Z_1 — EFK konsentratsiyasi, P_2O_5 hisobida; Z_2 — EFK(100% P_2O_5):100 og'.q. fosforit nisbati; Z_3 — EFK ga qo'shiladigan NH_4NO_3 , %; 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.

Ekstraksion fosfat kislota 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 kislota konsentratsiyasiga mos holdagi fosforit me'yori olinadi, ya'ni qanchalik yuqori konsentratsiyali

kislota ishlatilsa, EFK(100% P_2O_5):fosforit nisbati ham shunchalik darajada katta bo'lishi lozimdir (3.35-rasm).

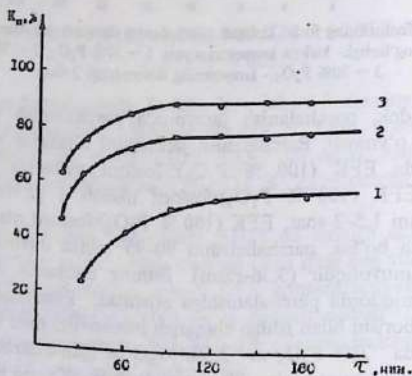


3.35-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining suspenziya S:Q nisbatiga bog'liqligi:- kislota konsentratsiyasi: 1 – 37% P_2O_5 ; 2 – 35% P_2O_5 ; 3 – 30% P_2O_5 ;- jarayonning davomiyligi 2 soat.

Shuningdek, parchalanish jarayonida parchalanish vaqti ham muhim rol o'ynaydi. Parchalanish jarayonini o'tkazish vaqti ko'p- roq 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 (3.36-rasm). Buning natijasida fosforitning eng ko'p miqdorda parchalanishiga erishiladi. Parchalanish davri- ning ortib borishi bilan ishlab chiqarish intensivligi ham kamayadi.

Tarkibida ~20% P_2O_5 va ~2,5% MgO bo'lgan ekstraktsion fosfat kislotaga uning massasining 2%i atrofida NH_4NO_3 qo'shib bug'la- tilishidan hosil qilingan 35-37% P_2O_5 konsentratsiyali aktivlangan kislotada fosforitning FK(100% P_2O_5):fosforit=100:100 nisbatida va 60°C haroratda 1,5 soat parchalanishidan tarkibida: P_2O_5 umum.= 37-38%; P_2O_5 o'zl.=34-36%; P_2O_5 s.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'yoring 1,5

marta oshirilishi [EFK ($100\%P_2O_5$): fosforit=150:100 nisbatida] natijasida parchalanish darajasini 85% gacha ko'tarish mumkin, lekin suspenziyani quritishdan hosil qilinadigan mahsulotda P_2O_5 erkin= $\sim 6,7$ ga teng bo'lib, standart talablari (P_2O_5 erkin+ 5) ga javob bermaydi. Kislota konsentratsiyasini 40% P_2O_5 ga va EFK ($100\%P_2O_5$): fosforit nisbatini 2 marta (200:100) oshirish orqali parchalanish darajasini $\sim 90\%$ 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.) ish-tirokida fizik-kimyoviy xossalari yaxshilanishi va undan murakkab azot-fosforli o'g'itlar ishlab chiqarilishi mumkin (keyinroq tanisha-miz).



3.36-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining vaqt bo'yicha o'zgarishi: -kislota konsentratsiyasi: 1-37% P_2O_5 ; 2-35% P_2O_5 ; 3-30% P_2O_5 ; - EFK($100\% P_2O_5$):fosforit nisbat: 1-1:1; 2-1,5:1; 3-1,5:1; - jarayonning harorati: 1-60°C; 2-60°C; 3-80°C.

Optimal sharoitda olingan superfosfat suspenziyasini 100-105°C da quritish orqali tarkibida: P_2O_5 umum.= $\sim 48\%$; P_2O_5 o'zl.=46,5%; P_2O_5 s.e.=42,8%; P_2O_5 erkin= $\sim 1,8\%$; N= $\sim 1\%$; F=1,8% bo'lgan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it olinadi. Uni boshqa

shu kabi o'g'itlardan farqlash uchun qo'shaloq superfosfat Q deb nomlangan (keyinshalik, 6-bobda ammoniylashgan qo'shaloq superfosfat-Q o'g'iti ishlab chiqarish usuli to'g'risida bayon etiladi; qo'shaloq superfosfat-Q ishlab chiqarishning texnologik sxemasi ham xuddi shu bobda berilgan). Mahsulotni quritish natijasida fosforitning parchalanish darajasi ~85% ga yetadi. O'g'itning florsizlanish darajasi esa 45-50% ni tashkil etadi.

Bayon etilgan usulni hozirgi kunda amalda bo'lgan Qoratog' fosforiti 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 ammiakning 100% ga iqtisod qilinishi, chiqindi — fosfogips unumini 20% ga kamaytirish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, tabiiy fosfatdan o'g'itga bevosita o'tadigan florning 45-50% miqdorini flor 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 flor birikmalarining qo'shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

O'g'it tarkibidagi flor miqdorini, yanada kamaytirilishiga erishish 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 ~37% P_2O_5 li kislota hosil qilinishi orqali aralashtiriladi. Hosil qilingan kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatning florsizlanish darajasi 70-75% ga yetadi.

3.8. Ozuqali kalsiy fosfatlar

Kimyo sanoatida ishlab chiqariladigan ko'p birikmalar, masalan, kalsiy, natriy, ammoniy fosfatlar chorvachilikda keng qo'llaniladi. Ular ba'zi mineral tuzlar bilan birgalikda hayvon hamda parranda ozuqalariga qo'shib beriladi. Tabiiy ozuqalar tarkibida fosfor miqdori kam bo'lganda, bunday fosfatli ozuqa qo'shimchasi hayvonlarning mahsuldorligini oshiradi — qoramollar yaxshi o'sadi

va semiradi, go'shtning sifati yaxshilanadi, sutdagi yog' miqdori ortadi.

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

Mamlakatimizda mineral ozuqa sifatida ko'p miqdordagi kalsiy fosfatlari — ftorsizlantirilgan fosfat (trikalsiyfosfat), ozuqali monokalsiyfosfat, ozuqali dikalsiyfosfat (pretsipitat), suyak uni, shuningdek, mono- va dinatritfosfatlar, mono- va diammoniyfosfatlar, karbamid fosfati qo'llaniladi. Odatda, bir sutkada mayda hayvonlar (qo'y, echki va b.) ga 10-20 g, buzoqlarga 50-100 g va qoramollarga 100-200 g karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar beriladi. 1 t karbamid fosfati yoki shunga ekvivalent miqdordagi boshqa ozuqali fosfatlar — sigirlardan sog'ib olinadigan sut miqdorini 8-10 t ga, go'shtni 5-6 s gacha oshirib, 2,5 t oqsil o'rmini bosadi. Hayvonlar ozuqasiga ba'zi birikmalardan juda oz miqdorida qo'shib berilganda ham yuqori samara beradi. Aminokislotalar, vitaminlar, antibiotiklar va mikroelementlar shunday birikmalar jumlasidandir.

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

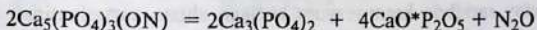
kam bo'lmagan CaO bo'ladi. Ftorning miqdori oldindan chegaralanmaydi.

3.8.1. Ftorsizlangan fosfatlar

Ftorsizlangan fosfatlar, ftorning $\text{HF} + \text{SiF}_4$ tarzidagi (tarkibida HF ko'p bo'lgan) aralashmasini gazli fazaga yo'qotilishi bilan birgalikda olib boriladigan tabiiy fosfatlarni termik qayta ishlash yo'li orqali olinadi. Termik parchalanishda fosfatlar suv bug'i ishtirokida nisbatan tez va to'la ftorsizlanadi. $1400\text{--}1550^\circ\text{C}$ da apatitni gidrotermik qayta ishlash, dastlab, kristall panjaradagi ftorning gidroksid guruhi bilan almashishiga:



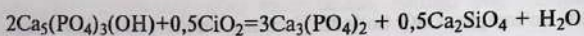
so'ngra esa, gidroksigapatitning parchalanishiga:



olib keladi.

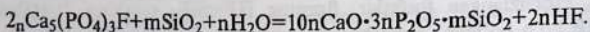
Parchalanish mahsulotlari limon kislotada eruvchi a-trikalsiyfosfat va tetrakalsiyfosfatdan iboratdir. Trikalsiyfosfat ikki xil — a va B modifikatsiyada mavjud bo'ladi, ularning bir-biriga aylanish nuqtasi 1180°C ga tengdir. Bu haroratdan pastda o'zlashmaydigan b-modifikatsiya, yuqorida esa o'zlashuvchan (limonli va sitratli eruvchan) amorf a-modifikatsiya turg'un (stabil) bo'ladi. Amorf trikalsiyfosfatning a-shaklini uni tez sovitish (toblash) orqali saqlab qolish mumkin.

Kremnezyom ishtirokida a-shaklning b-shaklga o'tish harorati pasayadi va bu o'tishning tezligi ham shuncha sekinlashadi, natijada, mahsulot-hattoki havoda suyuqlanmani sekin sovitilganda ham o'zining qimmatli xossasini yo'qotmaydi. Ftorsizlanish jarayoni esa birmuncha tezlashadi, chunki kremnezyom apatitning kristall tuzilishini buzish xususiyatiga egadir; bunda shixtadagi kremnezyomning miqdoriga bog'liq holda, turli tarkibdagi kalsiy fosfat va silikatlarining qattiq eritmaları — silikofosfatlari hosil bo'ladi. Masalan, gidroksidapatitning parchalanishida kremnezyom:



reaksiya bo'yicha ishtirok etadi.

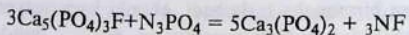
Apatitning kremnezyom ishtirokida gidrotermik parchalanishini umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:



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

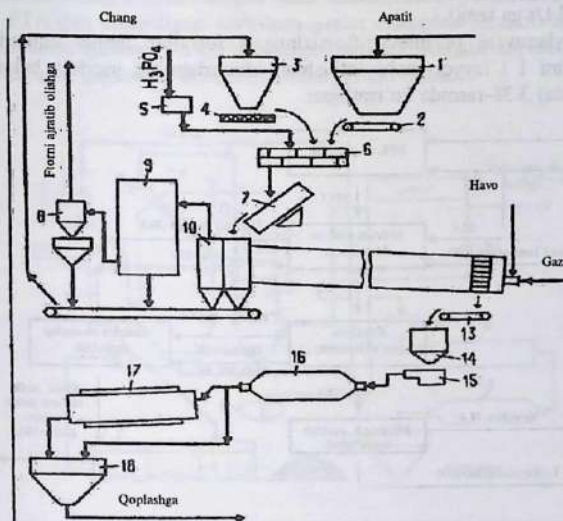
Apatit konsentrati va 20-25% (apatit massasiga nisbatan) kremnezyomdan iborat shixta nisbatan past haroratda suyuqlanadi. Shunday tarkibda kremnezyom bo'lgan shixta suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olishda ishlatiladi. Kuydirishda esa sezilarli darajada suyuq faza hosil bo'lishidan qutulish uchun undagi kremnezyom miqdorini oshirish yoki kamaytirish kerak. AQSH da shixtaga umumiy massaning 50% gacha kremnezyom qo'shiladi, ya'ni bir xil miqdordagi fosforit va qum aralashtiriladi. Bunda olingan mahsulot 20% gacha limon kislotada eriydigan P_2O_5 tutadi.

MDHda kuydirish bilan fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi kremnezyom (qum) ning oz miqdorda qo'shilishi yoki kremnezyomsiz amalga oshiriladi, ammo ular ftorsizlangan fosfat kislota bilan $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5=3$ molar nisbatda (fosfat massasining 4-6% miqdorida) namlanadi va pechdagi changlanishni kamaytirish uchun donadorlanadi. Fosfat kislota ishtirokida jarayonning harorati 1380-1420°C gacha pasayadi. Yuqorida keltirilgan ftorsizlanish reaksiya-sidan tashqari:



reaksiya ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning umumiy ko'rinishidir. Reagentlar aralashtirilishidan, dastlab, mono-kalsiyfosfat hosil bo'ladi, so'ngra haroratning ko'tarilishi natijasida, kalsiy meta- va polifosfatlarga aylanadi va ularning o'zaro ta'sirlashuvidan esa

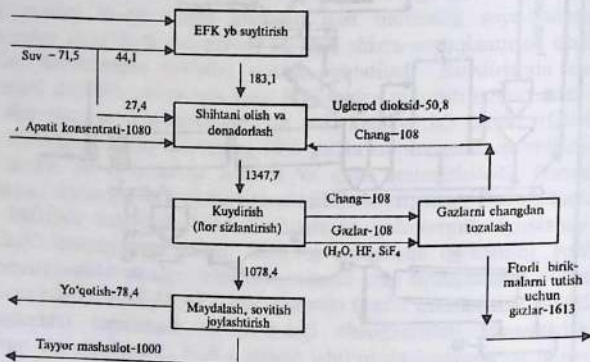
trikalsiyfosfat hosil bo'ladi. Fosfat kislotaning qo'shilishi ftorsizlanishni tezlashtiradi va mahsulotdagi P_2O_5 miqdorini oshiradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlar (masalan, Qoratog' va Qizilqum fosforitlari)ning fosfat kislota bilan namlanishi ularning suyuqlanish haroratini oshiradi. Bu shunday fosforitlarni aylanuvchi pechlarda 1250-1300°C haroratda kuydirish orqali ftorsizlantirish imkonini beradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlarni ftorsizlantirishning boshqa usulida ular siklonli yoki konvertorli pechlarda 1500-1600°C da suyuqlantiriladi.



3.37-rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:
 1 – apatit uchun bunker; 2 – og'irlik o'lchov me'yoralashtirgichi; 3 – chang uchun bunker; 4 – ta'minlagich; 5 – fosfat kislota me'yoralashtirgichi; 6 – ikki valli aralashtirgich; 7 – likopchasimon donadorlagich; 8 – siklon (chang tutgich); 9 – issiqlik yutdirish qozoni; 10 – changli kamera; 11 – aylanuvchi pech; 12 – rekuperator; 13 – konveyer; 14 – klinker (qorishma) uchun bunker; 15 – tebranuvchi ta'minlagich; 16 – tegirmon; 17 – sovitish barabani; 18 – tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni (3.37-rasm) quyidagi: apatit va qaytarilgan changni fosfat kislotaga va suv bilan aralashtirish; shixtani donadorlash; donachalarni kuydirish; mahsulotni maydalash; tayyor mahsulotni sovitish, qoplash va iste'molchiga jo'natish; pechdan chiqadigan o'txona gazlarini issiqlik yutdirish qozonida sovitish (bug' ishlab chiqarish); gazlarni changdan tozalash; o'txona gazlaridagi ftorli birikmalarni ajratib olish va ularni ftorli mahsulotlarga aylantirish bosqichlardan iboratdir. Aylanuvchi pechning diametri 3,6 m va uzunligi 100 m (tayyor mahsulot bo'yicha unumdorligi: loyihali – 6 t/s; erishilgani – 7,3 t/s ga teng).

Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi 1 t tayyor mahsulot ishlab chiqarishning moddiy balansi (kg, da) 3.38-rasmida ko'rsatilgan.

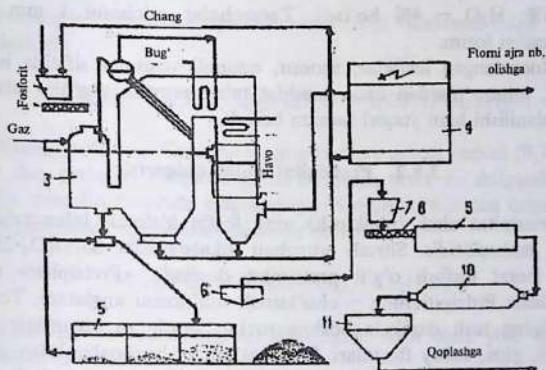


3.38-rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarishning moddiy balansi.

Fosfatli xomashyoni suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni har biri 150 t/sutka unumdorlikda ishlaydigan energotexnologik agregat (ETA) lar vositasida amalga oshiriladi (3.39-rasm).

Siklonli kameralarga tarkibida 28% dan kam bo'lmagan P_2O_5 va ~15% erimaydigan qoldiq bo'lgan xomashyo beriladi. Erimaydigan qoldiqning ko'rsatilgan me'yordan kam yoki ko'p bo'lishi xomashyo suyuqlanish haroratining ortishiga, buning natijasida esa texnologik jarayonning buzilishiga olib keladi. Siklonning yuqori qismida tabiiy gazni havo og'imida yondiriladi. Kameraga fosforit unini yuklash 7 t/s ni, tabiiy gaz sarfi esa 3000-3200 m^3/s ni, qorishmani agregatdan chiqish harorati 1450-1480 $^{\circ}C$ ni, bug' ishlab chiqarish esa 20-30 t/s ni tashkil yetadi. Hozirgi paytda texnologik sistemaning ish unumdorligini oshirish uchun agregatlarda tabiiy gazni havoning texnik kislorod bilan aralashmasida yondiriladi.

ETA dan chiqadigan sovutilgan gazlar changdan tozalash uchun birin-ketin siklonga va elektrofiltrga uzatiladi. Kelgusi apparatlarda tozalangan gazlardan ftorli birikmalar ajratib olinadi.



3.39-rasm. Siklonli kamerada ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – fosforit uchun bunker; 2 – ta'minlagich; 3 – energotexnologik agregat;
- 4 – elektrofiltr; 5 – tindiruvchi hovuz; 6 – greyferli (kovshli) uzatgich;
- 7 – ftorsizlangan fosfat uchun bunker; 8 – ta'minlagich; 9 – quritish barabani;
- 10 – tegirmon; 11 – tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

Siklonli qorishmadan chiqadigan suyuqlanma mo'l suv oqimida toblanadi. Suyuqlanmani toblash natijasida tarkibida ko'p miqdor-

dagi 0,4% li xlorid kislotada eruvchan P_2O_5 bo'lgan mahsulot olinadi. Suyuqlanmaning qotishi natijasida hosil bo'lgan donachali mahsulotni suvdan ajratilishi tindirgichli hovuzlarda amalga oshiriladi. So'ngra mahsulot ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Birinchi bosqichda materialdan suv greyferli (kovshli) kranlarda o'z-o'zidan hovuzga oqib tushishi orqali ajratiladi. Ikkinchi bosqichda esa material baraban quritgichlarda quritiladi. Shundan so'ng mahsulot sharli tegirmonlarda maydalanadi va qog'oz qoplarga joylanadi. Siklonli pech yuqori solishtirma unumdorlikka — $2,5 \text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$ ga ega, ammo unga yog'lig'i va energiya sarfi juda yuqoridir.

Belgilangan Davlat standartlari talablariga muvofiq, oliy va birinchi navdagi ftorsizlangan ozuqali fosfatlar ishlab chiqariladi. Ulardagi komponentlar, navlariga mos ravishda: P_2O_5 (0,4% li HCl da eruvchan) — 41 va 28% dan kam emas; CaO — 34 va 30%; F — 0,2% dan ko'p emas; As — 0,0002 va 0,001%; Pb — 0,002 va 0,003%; H_2O — 4% bo'ladi. Zarrachalar o'lchami 1 mm dan oshmasligi lozim.

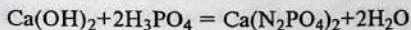
Ftorsizlangan fosfatlar, asosan, ozuqali vositalar sifatida ishlatiladi, ammo ulardan uzoq muddat ta'sir etuvchi o'g'itlar sifatida foydalanilishi ham yuqori samara beradi.

3.8.2. Pretsipitat ishlab chiqarish

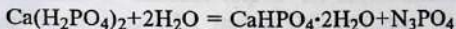
Pretsipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan ta'sirlashish mahsulotidir. Sitratli eruvchan dikalsiyfosfat $\text{CaH}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan iborat fosforli o'g'it pretsipitat deyiladi. «Pretsipitat» so'zi nemischa *Präzipitierung* — cho'ktirish ma'nosini anglatadi. Texnik pretsipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va alyuminiy fosfatlari, gips, kalsiy ftoridlari karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo'ladi. Texnik pretsipitatdagi P_2O_5 (tsit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali pretsipitat (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, pretsipitat samarador o'g'it hisoblansada, bu maqsad uchun uni maxsus ishlab shiqarilmaydi, 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 pretsipitatga nisbatan arzon tushadi. O'g'itli pretsipitat suyakni qayta ishlovchi zavodlarda jelatina ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan kuchsiz fosfat kislotali eritmalardan olinadi.

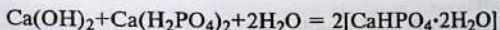
Pretsipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokalsiyfosfat hosil bo'ladi.



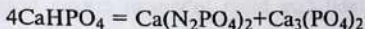
So'ngra fosfat kislotaning neytrallanib borishi natijasida monokalsiyfosfat inkongruent parchalanadi va dikalsiyfosfat cho'kmasi ajralib chiqadi:



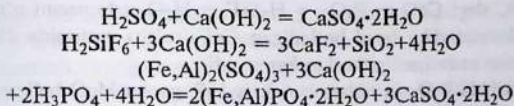
Shuningdek, monokalsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham ta'sirlashadi:



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 pretsipitatning filtrlanishini qiyinlashtiradi.

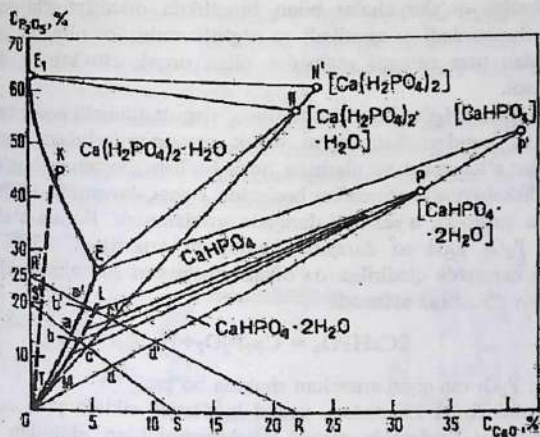
Dikalsiyfosfatning pretsipitlanish jarayoni asosida $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasining holat diagrammasi yotadi. $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida 36°C dan quyi haroratda sitratli eruvchan dikalsiyfosfat digidrat $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (bruchit), yuqori haroratda esa — suvsiz CaHPO_4 (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina 60°C dan yuqori haroradagina 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 kislolaning tarkibida 12% SaO bo'lgan (S nuqta) ohak suti bilan pretsipitlash va 25% P_2O_5 konsentratsiyali (R' nuqta) kislalani — tarkibida ~22% SaO bo'lgan (R nuqta) va S:Q nisbati 1,5:1 ga teng bo'lgan ohaktosh suspenziyasi bilan pretsipitlash sharoiti 40°C dagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi diagrammasida ko'rsatilgan (3.40-rasm). Pretsipitlashda sistema tarkibi SS' va RR' biriktiruvchi shiziqalar bo'ylab o'zgaradi.

Muvozanatdagi sharoitda kislalani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashtirish — erkin H_3PO_4 va $\text{Sa}(\text{N}_2\text{PO}_4)_2$ dan iborat suyuq faza a va a' nuqtalarda, CaNPO_4 ga nisbati bo'yicha to'yingan bo'lishi kerak. Amalda esa to'yinish keyinroq, qattiq fazadagi $\text{CaNPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 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 pretsipitatning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (S va S' 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 bo'lgan 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.

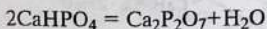


3.40-rasm. Fosfat kislotadan dikalsiy-fosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi: 40°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi izotemasida OE – stabil va ML – metastabil tarmog'i; 60°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasida KT – CaHPO_4 ning eruvchanlik tarmog'i.

$\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislota ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kishi kerak. Amalda esa pretsipitlashning oxirida ohaktoshning va ayniqsa, ohakning bir qismi dikalsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlar o'tishini qiyinlashtiruvchi qobiq bilan o'ralib qoladi va reaksiya keskin sekinlashadi. Fosfat kislotani ohaktosh bilan talab etilgan darajagacha neytrallash mumkin emasligi nafaqat qobiqlanish tufayli, balki fosfat kislota birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. Shuning uchun sanoat sharoitida pretsipitlash dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikalsiyfosfat filtrda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish – uni dekantatsiyalash (filtrlanmasdan) orqali quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirishi mumkin. Bu jarayon ikkita bosqichda amalga oshirilishi mum-

kin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikalsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, u 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 pretsipitatlashdagi 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.

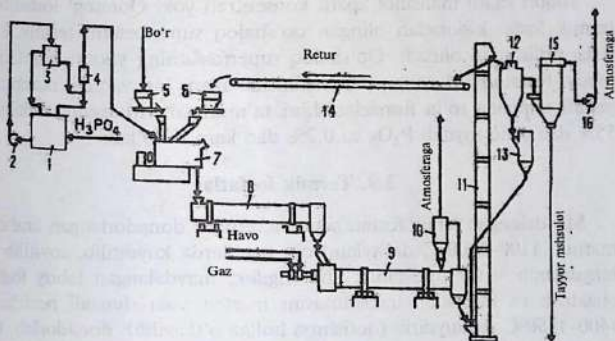
Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish siklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraktsion fosfat kislotadan ozuqabop dikalsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filtrlash uchun zarurat tug'ilmaydi va konsentrlangan (50-55% P_2O_5 li) fosfat kislota ishlatish mumkin. MDHda ozuqabop dikalsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

Texnologik jarayon va pretsipitatlash sxemasi, asosan, fosfat kislotali eritmalar konsentratsiyasi orqali belgilanadi.

O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli haroratgacha qizdirilgan fosfat kislota gorizontal aralashtirgichda bo'r va retur bilan $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5=0,7-0,8$ 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 bo'lgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda $45-50^\circ\text{C}$ haroratda 90 minut yetiltiriladi. Shundan so'ng mahsulotda yana 4-6% monokalsiyfosfat va 18% gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgishda me'yoriga (3% dan kam H_2O) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda $550-600^\circ\text{C}$, chiqishda esa $100-110^\circ\text{C}$ harorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning harorati 90°C dan oshmasligi kerak. So'ngra u separatorlardan o'tkaziladi; mayda fraksiyaning bir qismi (retur) aralashtir-

gichga qaytariladi, yirik fraksiya ($>0,5$ mm) esa dezintegrorda maydalanadi. O'lchami $<0,5$ mm. dan kichik zarrachalar yengli filtrga tushadi, u yerda separatordan keladigan havo bilan changlatilib, tayyor mahsulot ajratib olinadi.

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



3.41-rasm. O'g'itli pretsipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi: 1 – fosfat kislota 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 – ventilator.

3.8.3. Monokalsiyfosfat

Ozuqabop monokalsiyfosfat kavsh qaytaruvchi hayvonlar uchun yuqori sifatli ozuqa hisoblanadi; shu bilan bir paytda u kislotali reaksiyaga ega bo'lganligi uchun silosli ozuqalarning konservantlari hisoblanadi. Uni yetarli darajada toza fosfat kislotalari – termik fosfat kislotasi yoki oldindan zararli qo'shimchalardan tozalangan ekstraktsion fosfat kislotasini apatit konsentrati yoki bo'r bilan neytrallash orqali olinadi. Ekstraktsion fosfat kislotasini ftorsizlantirish soda yordamida amalga oshiriladi. Jarayonni amalga oshirish 3.41-rasmda tasvirlangan sxemada amalga oshirilishi mumkin, lekin bunda bara-

banli reaktor o'rnida ikki o'qli shnekli aralashtirgish qo'llaniladi. Bundan tashqari, hosil qilingan massani quritishda kam eriydigan polifosfatlar hosil bo'lishining oldini olish maqsadida mahsulotni barabanli quritgichdan 15–20 minutda o'tishi ta'minlanadi. So'ngra uni barabanli sovitgichda havo oqimida 30–40°C gacha quritiladi. Qolgan jarayonlar pretsipitat olishdagi kabi amalga oshiriladi. Bu usul bo'yicha tarkibida: 0,4% HCl da eriydigan 50–51% P_2O_5 va 0,2% dan kam F bo'lgan 2-navli mahsulot olinadi.

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

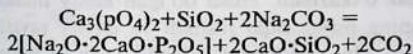
3.9. Termik fosfatlar

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

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

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

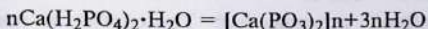
Tri-kalsiyfosfat, kremniy dioksid va sodadan iborat aralashmani kuydirish natijasida natriy-kalsiy fosfat va kalsiy ortosilikat hosil bo'ladi:



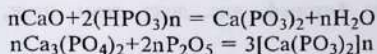
Kalsiy fosfatlari va silikatlari $5\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ yoki $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ turidagi silikofosfatlar hosil qiladi; CaO ortiqcha va kam bo'lsa yoki SiO_2 qatnashmasa, tetrakalsiyfosfat $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ hosil bo'lishi mumkin. Bu barcha birikmalar limon kislotada ham, ammoniy sitratda ham eriydi va shuning uchun ularning tarkibidagi P_2O_5 o'simliklarga o'zlashadi.

Tarkibida fosfor miqdori ko'p bo'lgan cho'yanlardan po'lat olishda hosil bo'ladigan tomasshlak va Marten pechi shlaklari (martenli shlak) o'z tarkibiga ko'ra, termofosfat va fosfatli qotishmalarga o'xshaydi. Ulardan o'g'it ishlab chiqarish qattiq shlaklarni ezish va maydalashga asoslangan. Tomasshlak tarkibida 11–23% P_2O_5 va 38–59% CaO , martenli shlak tarkibida esa 7–14% P_2O_5 bo'ladi. Ular tarkibidagi P_2O_5 limon kislota va ammoniy sitratda eruvchan bo'ladi.

Xuddi shunday o'g'itlarga kalsiy metafosfat $[\text{Ca}(\text{PO}_3)_2]$ ham kiradi. Toza kalsiy metafosfat tarkibida 71,7% P_2O_5 , texnik mahsulotda esa — 65% gacha o'zlashadigan P_2O_5 bo'ladi. Ozuqa elementining yuqori konsentratsiyali bo'lishi uning asosiy yutuqlaridan biridir. U ammoniy sitratning neytral eritmasida eriydi, suv ta'sirida esa sekinlik bilan suvda eruvchan monokalsiyfosfatga aylanadi. Kalsiy metafosfatni 275–300°C haroratda kalsiy digidrofosfatni suvsizlantirish orqali ham olinishi mumkin:



Ohak yoxud kalsiy fosfat yoki digidrofosfat bilan 1000–1200°C haroratda P_2O_5 ni (shuningdek, metafosfat kislotani) ta'sirlashtirilib ham kalsiy metafosfat olinadi:



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

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. - Л., Химия. 1989. - 352-с.
2. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчина и А.А.Бродского. - М.: Химия, 1987. - 464-с.
3. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения. Справочник / Под ред. А.А.Соколовского. - М. Химия, 1982. - 400-с.
4. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. - Ташкент: ФАН, 1992. - 200-с.
5. Вишнякова А.А. Фосфорные удобрения из Каратуских, гулиобских и других фосфоритов. - Ташкент: ФАН, 1973. - 235-с.
6. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. - Л.: Химия, 1981. - 224-с.
7. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейшенко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. - М.: Химия, 1976. - 196-с.
8. Двойной суперфосфат: Технология и применение / М.А.Шапкин, Т.И.Завертяева, Р.Ю.Зинюк, Б.Д.Гуллер. - Л.: Химия, 1987. - 216-с.
9. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов кислотной переработки фосфоритов Каратау: Автореф. дис. докт. техн. наук, - Ташкент, 1990. - 52-с.

10. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Ташкент, 1994. - 25-с.

11. Бейтс Р. Определение рН: Теория и практика. - Л. Химия, 1968. - 400-с.

12. Констант З.А., Диндуне А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. - Рига: Зинатне, 1987. - 371-с.

IV bob. KALIYLI O'G'ITLAR

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

Xlorli kaliyli o'g'itlarga: silvinit, kainit, tabiiy rudalarni qayta ishlash konsentrlangan mahsulotlari — kaliy xlorid va ularning konsentrlangan kaliyli mahsulotlar bilan aralashmasi kiradi. Xlorsiz kaliyli o'g'itlarga esa: kaliy sulfat, kaliy va magniy sulfatlarning qo'shaloq tuzi — kaliymagneziya (unda oz miqdordagi kaliy va natriy xloridlari qo'shimchasi bo'ladi); kainitlangbeynit rudalarini flotatsion boyitish yo'li bilan olinadigan kaliy-magniyli konsentrat kiradi.

Kaliyli mahsulotlar va xomashyolarning sifati ulardagi kaliy (K_2O hisobida) miqdori orqali aniqlanadi.

Kaliyli mahsulotlar sanoatining asosiy mahsuloti kaliy xlorid bo'lib, ularning 95% mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Qolgan 5% liyning — KOH , $KClO_3$, K_2CO_3 , KNO_3 , KCN va boshqa birikmalariga aylantiriladi. Ular qora va rangli metallurgiyada, qurilishda, shisha ishlab chiqarishda, qog'oz, lak-bo'yoq charrm oshlash sanoatlarida, farmatsevtikada va boshqa sohalarida ishlatiladi.

O'g'it sifatida yanchilgan silvinit, aralash o'g'it (kaliy xlorid va yanchilgan silvinit aralashmasi) va kaliy xlorid ishlatiladi. Yanchilgan silvinit tarkibida 22% KCl (14% K_2O) bo'lib, o'lchami 4 mm. dan yirik bo'lgan zarrachalar 20% dan ortmasligi kerak. Aralash o'g'it tarkibidagi K_2O miqdori 40% dan kam bo'lmaydi va H_2O 2% dan oshmasligi lozim. Tarkibida 52,4% KCl (63,1% K_2O) bo'ladigan kaliy xlorid — rangsiz kubsimon kristallardan iborat bo'ladi. Uning zichligi 1990 kg/m^3 bo'lib, $776^\circ C$ da suyuqlanadi. Kaliy xloridning tabiiy minerali — silvin va rudalari tarkibida

qo'shimchalar bo'lganligi sababli rangli bo'ladi. Kaliy xloridning 20°C dagi to'yingan eritmasida — 25,6% va 100°C dagi to'yingan eritmasida esa — 35,9% KCl bo'ladi.

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

Kaliy sulfat K_2SO_4 — rangsiz kristall modda bo'lib, rombik (a) va geksagonal (b) shakllarda bo'ladi. Kaliy sulfat a-shaklining b-shaklga o'tish harorati 584°C ni tashkil etadi. U 1069°C da suyuqlanadi. Kaliy sulfatning 20°C dagi to'yingan eritmasida 10,0% va 100°C dagi to'yingan eritmasida 19,49% K_2SO_4 bo'ladi. Toza kaliy sulfatda 54,06% K_2O bo'ladi.

Xlorsiz kaliyli o'g'itlar: KCl ni sulfat kislotali qayta ishlashdan olinadigan K_2SO_4 tarkibida 1- va 2-navlariga muvofiq holda 50 va 48% dan kam bo'lmagan K_2O , 2–3% dan ko'p bo'lmagan Cl va 0,1% H_2O bo'ladi; polimineral rudalarni qayta ishlashidan olinadigan K_2SO_4 tarkibida 46% dan kam bo'lmagan K_2O , 4% dan ortiq bo'lmagan natriy birikmalari (Na_2CO_3 hisobida) va 0,5% H_2O bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kalimagneziya — shyonit tarkibida 28% K_2O , 8% MgO, 15% dan ortiq bo'lmagan Cl, donadorlik turiga muvofiq holda 7 va 10% H_2O bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kaliy-magniyli konsentrat — kainitlangbeynit rudalarini flotatsiyali boyitish yo'li bilan olinadi va unda 17,5% K_2O , 9% dan kam bo'lmagan MgO, 20% dan ko'p bo'lmagan Cl va 4% H_2O bo'ladi; kainit rudasi tarkibida $\text{MgSO}_4 \cdot \text{KCl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ bo'lib, unda 9,5% K_2O va 5% dan ko'p bo'lmagan H_2O bor.

4.1. Kaliyli tuzlar xomashyosi

Kaliyli tuzlar olishda kaliyning xloridli va sulfatli tuzlariga boy bo'lgan cho'kindi minerallar va tabiiy tuz eritmalari asosiy xomashyolar hisoblanadi. Kaliy xlorid, asosan silvinit rudasidan olinadi. U silvin KCl va galit NaCl aralashmasidan iboratdir. Yana bir turdagi xomashyo — karnallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ hisoblanadi. Uning tarkibida qo'shimcha sifatida NaCl ham bo'ladi.

Kaliy sulfat ishlab chiqarish xomashyosi sifatida: langbeynit $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$, kainit $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, shenit $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar ishlatiladi.

Tarkibida kaliy bo'lgan va suvda erimaydigan yoki qiyin eriydigan minerallari: poligalit $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, leysit $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$, alunit $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$, nefelin $[(\text{K}, \text{Na})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2] \cdot \text{NSiO}_2$ va boshqalar kaliyli xomashyo sifatida bevosita ishlatilmasada, ulardan (alunit va nefelin) glenozem olishda K_2SO_4 va K_2CO_3 qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Sinnirit — CaSi_3O_8 va CaSiO_4 lar kelajakda ishlatish uchun muhim xomashyolar hisoblanadi.

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

Verxnekamsk konidagi kaliy-magniyli tuzlar xloridlar shaklida bo'lib, qadimgi Perm dengizining bug'lanishidan hosil bo'lgan. Bu konning maydoni 3500 km^2 bo'lib, qatlamning qalinligi 1000 metrgacha yetadi. Karnallit va silvinit qatlamlari 90–220 metr chuqurlikda, quyi silvinit maydonining qalinligi 7–8 m. dan 40 metrgacha bo'lib, bir-biridan KCl qatlami bilan ajralib turadigan oltita 6–8 metr qalinlikdagi silvinit qatlamlaridan iborat. Ruda tarkibida 17–40% KCl , 0,2–0,3% MgCl_2 , 1–4,5% erimaydigan qoldiq bo'-

ladi. Yuqori yuza qalinligi 20–115 metr bo‘lib, 9 ta qatlamni tashkil qiladi. Bu qatlamlar karnallit, silvinit va kulrang, havorang hamda ko‘k gallit aralashmalaridan iboratdir. Silvinit rudasi tarkibida 21–39% KCl, 0,2–1,2% $MgCl_2$, 0,9–6,3% erimaydigan qoldiq, karnallit rudasi tarkibida esa 13,5–20,5% KCl, 14,5–19% $MgCl_2$, 1,4–4,5% erimaydigan qoldiq bo‘ladi.

Karpate konidagi kaliy tuzlari sulfat-xloridlar shaklida bo‘lib, xloridli qatlamlar silvinit (8–19% K_2O) va boshqa rudalardan iborat. Sulfat-xloridli qatlamlarning 35–36% kainitdan (10–12% K_2O), 20–40% galitdan, 3–7% poligalitdan va 6–15% tuproq materiallaridan iborat. Kainit-langbeynit qatlamlarining 20–30% ini kainit, 10–20% ini langbeynit, 30–40% ini galit, 5–10% ini kazerit $MgSO_4 \cdot H_2O$ va ~20% ini tuproq materiallari tashkil etadi.

Tabiatda kaliy sulfatli konlar kaliy xloridli konlarga nisbatan kamroq uchraydi. Okean suvlarida 0,05% atrofida kaliy ionlari bo‘ladi. Ular quruqlikdagi kaliyli tuzlar zaxirasidan o‘n milliondan ziyodroq ko‘p hisoblanadi. Suv havzalarida dengiz suvlarini bug‘latilib kaliy tuzlari olinishi mumkin. Xuddi shu usul bilan yuqori minerallashgan O‘lik dengiz suvidan kaliy xlorid tuzi olinadi. Ayrim turdagi sanoat korxonalarining chiqindilari kaliyli tuzlarning qo‘shimcha manbai hisoblanadi. Masalan, sement ishlab chiqarish zavodlarining elektrofiltrlarida tutib qolingan chang tarkibida 20–30% gacha K_2O (K_2SO_4 va K_2CO_3 shaklida) bo‘lishi mumkin. Chunki, shixta tarkibida 0,2–1% K_2O bo‘ladi. Rangli metallurgiya korxonalari: magniy metalli ishlab chiqarishda kaliy xlorid elektrolit tarkibida, aluminiy metalli ishlab chiqarishda nefklin va alunit xomashyolari tarkibida kaliy bo‘ladi. Ularning ikkilamchi mahsuloti sifatida KCl, K_2SO_4 va K_2CO_3 lar ishlab chiqariladi.

Silvinit va karnallit rudalaridan kaliy xlorid quyidagi usullarda olinadi:

- xomashyoni mexanik usul bilan ishlov berish yoki ko‘pincha (80% dan ko‘proq) flotatsiyalash usuli bilan KCl olinadi;

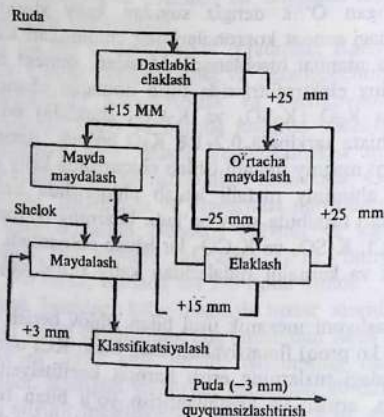
- rudadagi tuzlarning erish harorat koeffitsiyentlariga asoslangan bo‘lib, eritish va kristallantirish yo‘li bilan tuzlar ketma-ket ajratib olinadi. Bu usul issiqlik yoki galurgik (lotincha – «tuz ishi») yoxud kimyoviy usul deyiladi;

- yuqoridagi usullarda sulfatli jinslar ham qayta ishlanadi;

– sho‘r suvlardan kaliyli tuzlar turli usullar bilan ajratib olinadi. Masalan, O‘lik dengiz sho‘r suvlari bug‘latuvchi havzalarda konsentrlanadi. Bunda karnallit ajratib olinadi va u qayta ishlanib kaliy xlorid olinadi.

4.1.2. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo‘li bilan kaliy xlorid olish

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



4.1-rasm. Flotatsiyalashga tayyorlanadigan kaliyli rudani boyitish sxemasi.

Ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil topadi:

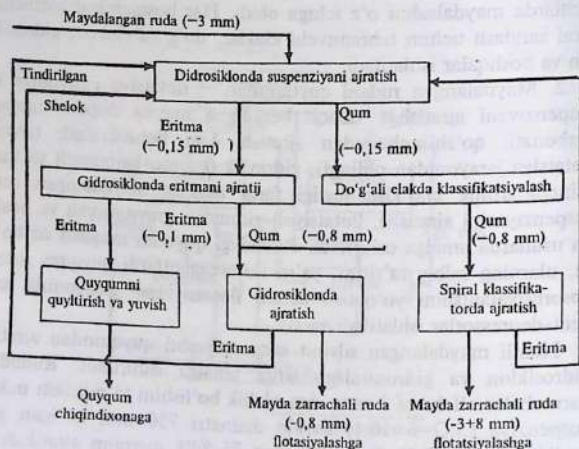
1. Rudani maydalash. Boshlang'ich ruda tarkibiga kiruvchi minerallarning mexanik aralashmasi hosil bo'lishini ta'minlovchi zarrachalar o'lchamigacha maydalanadi. Flotatsiyalanadigan silvinit uchun rudani iloji boricha 1–3 mm. li o'lchamda maydalash lozim, yanada maydalanish esa flotatsiyalashda mahsulot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

2. Maydalangan rudani quyqumdan — flotatsiya jarayoniga va suspenziyani ajratishga xalaqit beradigan mayda dispers tuproq-karbonatli qo'shimchalardan ajratish. Uni flotatsiyalash (asosiy flotatsiya jarayonidan oldingi), gidravlik (tuproq-karbonatli va tuzli minerallarning cho'kish tezligi farqi asosida maydalangan ruda suspenziyasini ajratish), flotatsiyali-gidravlik, gravitatsiyali va boshqa usullarda amalga oshiriladi. Rudadagi quyqum miqdori oz bo'lsa, ularning salbiy ta'sirini, ya'ni flotoreagentlarni quyqum sirtiga absorbsiyalanishini yo'qotish uchun flotatsiyalash jarayonida reagent-depressorlar ishlatiladi.

Namli maydalangan silvinit suspenziyasini quyqumdan ajratish gidrosiklon va gidrosaralagishlarda amalga oshiriladi. Rudadagi zarrachalar o'lchami 3 mm. dan kichik bo'lishini ta'minlash uchun suspenziya ($S:Q=6\div 10:1$) avvalo diametri 750 mm bo'lgan gidrosiklonda ajratiladi. Suspenziyadan 75–80% quyqum ajratiladi. U gidroseparator ($d=18$ m) ga yuboriladi (4.2-rasm). Suspenziya fraksiyaga ajratilgandan so'ng, 0,8 mm. dan kichik zarrachali qumlar qaytadan gidrosiklonga yuboriladi. Suspenziya spiral saralagichga

yuboriladi. Quyqumni quyiltirish va yuvish esa diametri 30 metri quyiltirgichlarda amalga oshiriladi. Tindirilgan va yuvindi suvlar texnologik siklga qaytariladi. Quyqum chiqarib tashlanadi. Gidro-siklon (2-bosqich) va spiral saralagichdan chiqqan tozalangan xomashyo flotatsiyaga yuboriladi, oqova suvlar esa siklga qaytariladi.

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



4.2-rasm. Silvinit rudasini quyqumsizlantirish sxemasi.

Reagent modifikatorlar teruvchilarning minerallar yuzasiga sorbsiyalanishini kamaytiradi, tuproqli quyqumning koagulasiya va flotatsiyasini ta'minlab, silvin flotatsiyasini faollashtiradi.

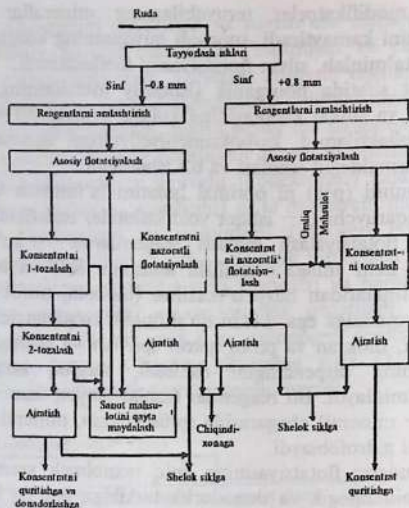
Flokulyant sifatida noorganik (ishqoriy metallarning poli- va metafosfatlari va silikat kislotasining kolloid eritmaları) va organik moddalar (poliakrilamid, karboksimetilsellyuloza, lignosulfonatlar, mochevina formaldegid smolasi va b.) ishlatiladi.

Eritma muhiti (pH) ni optimal holatini ta'minlash uchun esa muhitni boshqaruvchilar — ishqor yoki kislotalar ishlatiladi.

Silvinitni flotatsiyalash maxsus reagentlarsiz — ko'pik hosil qiluvchilarsiz ham amaga oshirilishi mumkin. KCl va NaCl ning to'yingan eritmalaridan havo o'tkazilsa, (barbotaj usuli) o'zi ham ko'piklanish xossasiga ega. Lekin qo'shimcha ko'piklatgichlar (qayrag'och moyi, dioksan va piran qatori spirtlari va boshqalar) havo pufakchalarining dispersililigini oshiradi, turg'oq ko'pik hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bu reagentlar fazalar (suyuq faza — havo va suyuq faza — mineral) chegarasida sorbsiyalanib, mineral zarrachalarning sirtini gidrofoblaydi.

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

Yirik va mayda fraksiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi 4.3-rasmda tasvirlangan. Mayda fraksiyali flotatsiyalashda oldindan mexanik quyqumsizlantirilgan konsentratni ikki marta va chiqindini nazoratli bir marta flotatsiya qilinadi. Bunda kollektor sifatida — qayrag'och moyi amini, depressor sifatida — karboksilmetilsellyuloza ishlatiladi. Oraliq mahsulot qo'shimcha maydalashga yuborilib, yana asosiy flotatsiyaga qaytariladi. Konsentratni sentrifugada ajratilib, «qaynovchi qatlamli» quritgishga yuboriladi.



4.3-rasm. Silvinit mayda va yirik donachali fraksiyalarining alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi.

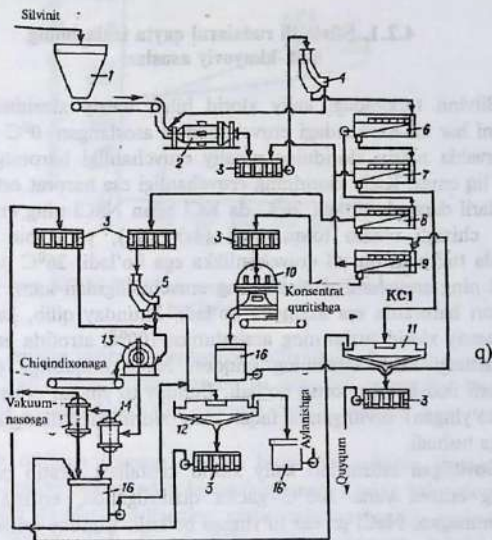
Yirik fraksiyali flotatsiyalashda esa konsentrat bir marta qayta tozalanadi va chiqindini nazoratli flotatsiyalash amalga oshiriladi. Konsentrat vakuum-filtrda ajratib olinib, quritgichga yuboriladi.

4. Suspenziyani quyultirish va filtrlash yo'li bilan ajratish (suv-sizlantirish), nam konsentratni tayyor mahsulotga qayta ishlash (quritish va mayda fraksiyani donadorlash).

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

Kamerali mahsulot (silvin va galit zarrachalari) silvin flotatsiyasi sikliga yuboriladi. Qayta tozalash flotatsiyasidan o'tgandan so'ng

tuproqli quyqum quyultiriladi va yuviladi. Biroq flotatsiyalanishda hosil bo'ladigan ko'pik parchalanib, bu jarayonga xalaqit beradi va ma'lum miqdordagi kaliy xloridning suyuq faza bilan chiqib ketib qolishiga (yo'qotilishiga) sabab bo'ladi. Bunda kaliy xloridning yo'qotilishini kamaytirish uchun tashlanadigan galit suspenziyasini 60–70°C haroratgacha qizdirilsa, KCl eriydi. So'ngra chiqindi ajratilib, chiqarib tashlanadi. Eritma esa vakuum-kristalizatorda sovutilib, KCl kristallari ajratib olinadi.



4.4-rasm. Oldindan tuproqli quyqum flotatsiyalangan silvinitdan kaliy xlorid ishlabchiqarishning flotatsiyali usuli sxemasi. 1 – bunker; 2 – tayoqchali tegirmon; 3 – aralashtirgich; 4, 5 – do'g'ali elaklar; 6, 7, 8, 9 – quyqumni flotatsiyalash va qayta tozalash, sillvinni asosiy flotatsiyalash, KCl konsentratini qayta tozalashga muvofiq keluvchi flotatsiya mashinalari; 10 – sentrifuga; 11 – quyqumni quyuglashtirgich; 12 – galit chiqindilarini quyultirgich; 13 – galit chiqindisi uchun vakuum-filtr; 14 – vakuum-yig'ichi; 15 – resiver; 16 – aylanma eritma yig'ichi.

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

4.2. Eritish va alohida kristallantirish usuli bilan kaliy xlorid olish

4.2.1. Silvinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari

Silvinit tarkibidagi kaliy xlorid bilan natriy xloridni ajratish, ularni har xil haroratdagi eruvchanligiga asoslangan. 0°C da 100°C intervalda natriy xloridning amaliy eruvchanligi haroratga deyarli bog'liq emas. Kaliy xloridning eruvchanligi esa harorat ortishi bilan sezilarli darajada ortadi. 26°C da KCl bilan NaCl ning eruvchanlik egri chizig'i o'zaro to'qnashadi (4.5-rasm), ya'ni bu haroratda ikkala tuz ham bir xil eruvchanlikka ega bo'ladi. 26°C dan pastda KCl ning eruvchanligi NaCl ning eruvchanligidan kam, 26°C dan yuqori haroratda esa aksincha bo'ladi. Shunday qilib, kaliy xlorid va natriy xlorid tuzlarining aralashmasi 100°C atrofida eritilganda, eritmadagi kaliy xloridning miqdori NaCl miqdoriga qaraganda deyarli ikki barobar ortiq bo'ladi. Bunday to'yingan eritma (100°C da to'yingan) sovitilganda faqat kaliy xlorid kristallarigina cho'k-maga tushadi.

Sovitilgan eritmadan kaliy xlorid kristallari ajratib olingandan so'ng eritma yana 100°C gacha qizdirilganda, eritma KCl ga to'yinmagan, NaCl ga esa to'yingan bo'ladi. Bunday eritmaga yana silvinit qo'shilib ishlov berilsa, faqat KCl eritmaga o'tadi. Silvinitga shunday yo'l bilan ishlov berilib, KCl ni ajratib olish — ishqorlash usuli deb ataladi.

Silvinit rudasini qayta ishlash prinsipial sxemasida quyidagi asosiy bosqichlar amalga oshiriladi:

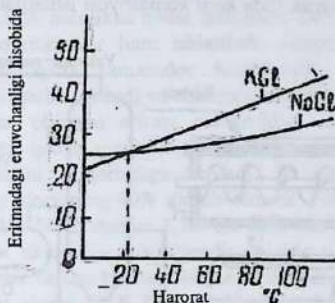
1) maydalangan silvinitni KCl ning kristallanishidan qolgan eritma bilan ishlanadi; bunda silvinitdan eritmaga KCl o'tadi, NaCl esa deyarli to'la chiqindida qoladi;

2) *issiq shelokni* cho'kindidan ajratish va qattiq moddalar (tuzli quyqum va b.) dan tindirish; chiqindini va tuproqli quyqumni yuvish;

3) *shelokni* vakuumli sovitish — KCl ni kristallantirish;

4) KCl kristallarini eritmadan ajratib olish va quritish;

5) eritmani qizdirish va siklga qaytarish.



4.5-rasm. KCl va NaCl ning suvda eruvchanligining haroratga bog'liqligi.

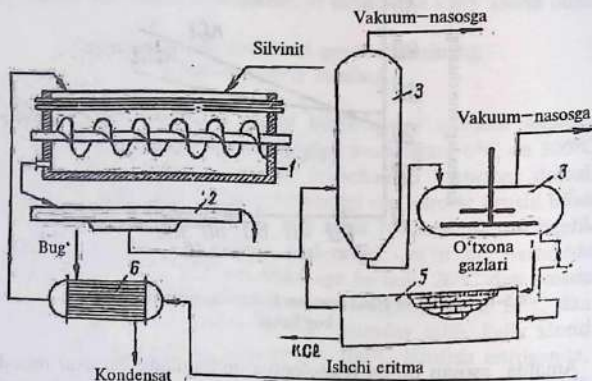
Amalda, asosan ushbu texnologiya qo'llaniladi. Bu usul murakkab tarkibli (ko'p miqdordagi tuproq va magniyli minerallar bo'lganida ham) rudalardan kaliy xloridni ajratib olishda ham qo'llaniladi.

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

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

4.2.2. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish prinsipial sxemasi

Eritish va kristallantirish usulida silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi 4.6-rasmida tasvirlangan. Ishlab chiqarish korxonalarida tarkibida: 24–33% KCl, 61–71% NaCl, 0,2–0,3% $MgCl_2$, 1,3–1,7% $CaSO_4$ va 1,4–3,2% erimaydigan qoldiq bo'lgan verxnensk ruda koni xomashyosi ishlatiladi.



4.6-rasm. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi.

O'lchami 5 mm. dan yirik bo'lmagan silvinit donachalari tuz tegirmonidan bunkerga tuchadi. Undan avtomatik tarozili lentali transportyor yordamida uzunligi 21,8 m, diametri 2,76 m bo'lgan shnekli erituvchi (1) ga tushadi. Shnekning aylanish shastotasi 0,13–0,17 s^{-1} ga teng. Shnekli erituvchida kerakli darajagacha maydalangan silvinit NaCl bilan to'yingan 107–112°C li eritma bilan ishlanadi. Bu jarayonda erimay qolgan NaCl ni filtr (2) da filtrlash yo'li bilan kaliy xlorid eritmasidan ajratiladi. Eritmadagi KCl gummirlangan po'latdan yasalgan bir necha bosqichli vakuum-kristalizatsion apparatlar (3) da kristalizatsiyalanadi. Bu apparat-

larning birinchisi vertikal, qolganlari esa gorizontal joylashgan bo'lib, ular mexanikaviy aralashtirgichlar bilan jihozlangan. Vakuum darajasi apparatlarda sekin-asta: birinchisida 360 mm, keyingisida esa 740 mm simob ust. ga qadar ortib boradi. Bu apparatlarda suv bug'lanadi, eritma soviy boshlaydi, KCl esa sho'kmaga tusha boshlaydi. Cho'kmaga tushgan kaliy xlorid kristallari sentrifuga (4) yordamida ajratib olinib, barabanli quritgich (5) da issiq gaz yordamida 1–1,5 % namlikka qadar quritiladi. Quritishda «qaynovchi qatlamli» quritgichlar ham ishlatiladi. «Qaynovchi qatlamli» quritgichlar anchagina samarador hisoblanadi, chunki ularda yoqilg'i 20–30% gacha tejaladi va changsiz mahsulot olinadi.

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

1 tonna kaliy xlorid (95% KCl) olish uchun 5 t atrofida silvinit (22% KCl), 1,6 Mj bug', 90 Mj elektroenergiya, 9 m³ suv, 15 kg shartli yoqlig'i (barabanli quritgichda), 180 g birlamchi aminlar, 12 g poliakrilamid sarf bo'ladi.

1 tonna mahsulot bilan birgalikda, tarkibida: 91–95% NaCl, 1,2–3,5% KCl, 0,2% gacha MgCl₂ 0,6–2% CaSO₄ va 4% gacha erimaydigan qoldiq bo'lgan 2,5–3,5 tonna chiqindi (galit), 0,5 t tuproq va tuzli quyqum hosil bo'ladi.

Galit chiqindisi bilan 5% gacha KCl yo'qotilishi mumkin. Ayniqsa, xomashyo tarkibidagi Q5 mm.li fraksiya ko'paysa, quyqum bilan yana 3% atrofida KCl yo'qotiladi. KCl ning umumiy yo'qotilishi 8–10% ga yetib, mahsulot unumi 90–92% ni tashkil etadi. Agar KCl kristallanganidan so'ng, mayda kristallarni eritish uchun tuproqli quyqum yuvilgan suv ishlatilsa, natijada, sirkulatsiyadagi suv miqdori oshadi va uning yuvilishi yaxshilanadi. Bunda mahsulot unumi 95–96% ga yetadi. Bunday usul 10% dan ortiq tuproqli quyqumi bo'lgan silvinit uchun ham yaroqlidir. Quyultirilgan quyqumda 75% gacha erimaydigan birikmalar bo'ladi. Bunda tindirilgan oqova suv yuvilgan rudani eritish uchun yuboriladi.

4.3. Kaliy sulfat

Kaliy sulfat olish usullarini ikki guruhga bo'lish mumkin:

1-usul. Bu usul polimineral kaliy sulfatli rudalarni galurgik, flotatsiyali yoki kombinatsiyalangan sxemalarda qayta ishlashga asoslangan.

2-usul. Bu usul natriy, magniy, ammoniy, kalsiyning sulfatli tuzlari, sulfat kislota va boshqalar bilan kaliy xloridning konversiyalanishiga asoslangan.

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

4.3.1. Polimineral rudalarni qayta ishlash

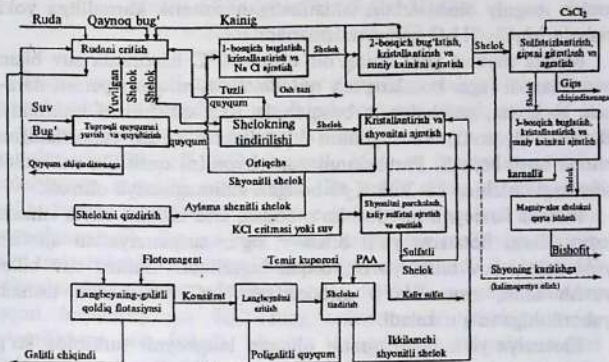
Dunyoda xlorid-sulfatli turdagi eng yirik kaliyli ruda (zaxirasi 2,5 mlrd.t) koni Prikarpatada joylashgan.

Rudaning kimyoviy va mineral tarkibi murakkab bo'lganligi uchun uni qayta ishlash anchagina qiyin kechadi. Bunda Na^+ , K^+ , $\text{Mg}_2^+ \parallel \text{SO}_4^{2-}$, Cl^- , H_2O sistemasida tuzlarning o'zaro eruvchanligi hisobga olinib, qayta ishlashni turlicha sxemalarda olib borilishi mumkin.

Sulfatli sxema (4.7-rasm) uch bosqichdan iborat: 1) rudani asosiy mahsulotlar — kaliy sulfat va kalimagnezziyaga qayta ishlash; 2) langbeynitli qoldiqni qayta ishlash va flotatsiyalash; 3) shyonit shelokidan kaliy tuzlarini ajratib olish.

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

$2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, angidrit $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar bo'ladi.



4.7-rasm. Prikarpat polimineral rudasini qayta ishlash sxemasi.

Quyqum sho'ktirilgandan so'ng issiq shelok birinchi tindirgichdan vakuum-kristallantirish qurilmasiga shyonitni ajratib olish uchun yuboriladi. NaCl siz toza shyonitni kristallantirish uchun shelokka suv, shyonitni parchalab kaliy sulfat olishda hosil bo'ladigan eritmalar, shuningdek, «sun'iy karnit» deb ataladigan flotatsiyalash bo'linmasidan keladigan langbeynitli shelok qo'shildi. Shyonyitning kristallanishi 20°C da tugallanadi. Olingan suspenziya quyultiriladi va filtrlanadi. Bir qism eritma rudani eritishga, qolgan qismi esa tozalangan xlor magniyli shelok ishlab chiqarish uchun va kaliyli tuzlarni ajratib olishga ishlatiladi (buni xlor magniyli sikl deyiladi). U quyidagicha kechadi: 1) osh tuzi ajratilishi bilan amalga oshiriladigan shelokni bug'latishning birinchi bosqichi; 2) shyonitli siklga yoki rudani eritishga qaytariladigan KCl, NaCl va MgSO_4 aralashmasi — «sun'iy karnit» ni kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug'latishning ikkinchi bosqichi; 3) 25% li CaCl_2 eritmasi bilan karnitli shelokni sulfatsizlantirish; 4) «sun'iy karnit» ni kristallantirish bosqichiga qaytariladigan KCl, NaCl va MgCl_2 aralashmasi — «sun'iy karnalit» ni

kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug'latishning uchinchi bosqichi. Tarkibida $MgCl_2$ bo'lgan tozalangan shelok — elektrolitik usulda magniy olish uchun ishlatiladigan sintetik karnallitga yoki bishofit $MgCl_2 \cdot 2H_2O$ ga qayta ishlanadi.

Barcha shyonit yoki uning bir qismi $500^\circ C$ haroratda suv bilan parchalanadi (agar boshlang'ich rudada silvin miqdori yetarli darajada bo'lmasa, parchalanish bosqichida KCl qo'shilishi mumkin). Bunda kaliy sulfat va shyonitni kristallantirilishiga yuboriladigan eritma hosil bo'ladi. Parchalanmagan shyonitni quritilib, mahsulot sifatidagi tarkibida 28–30% K_2O bo'lgan kalimagneziya olinadi.

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

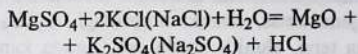
Flotatsiya yo'li bilan ajratib olingan langbeynit tarkibida ko'p miqdorda poligalit bo'ladi. Uni quritilgach, kaliy-magniyli o'g'it (17,5–19,5% K_2O) sifatida ishlatiladi. Konsentrlangan kaliyli o'g'it olish uchun langbeynit flotokonsentrati $90^\circ C$ haroratda suvda eritiladi, shelokni (undagi flotoreagentlarni bog'lash uchun) temir kuporosi eritmasi bilan qayta ishlanadi, quyqumdan tindiriladi va shyonitni vakuum-kristallantirish uchun yuboriladi. Yana boshqa murakkabroq usulda — langbeynit *sheloki* $20^\circ C$ gacha sovitiladi, kristallangan shyonit ajratib olinadi va asosiy shyonit oqimiga qo'shilib, kaliy sulfat olish uchun suv bilan parchalanish bosqichiga yuboriladi. Poligalit esa chiqindi tarzida chiqadi.

4.3.2. Rudalarni qayta ishlashning boshqa usullari

Kaliyning polimineral rudalaridan gidrotermik usulda xlorsiz kaliyli o'g'it olinishi mumkin. Bunda ishqoriy metallar xloridlari sulfatlarga konversiyalanadi.

Havo kislorodi, ayniqsa, suv bug'i $800^\circ C$ haroratda konversiyalanishni tezlashtiradi. Magniy xlorid kislorod bilan ta'sirlashganda magniy oksid va xlor, suv bug'i bilan ta'sirlashganda esa magniy oksid va vodorod xlorid hosil bo'ladi. Kainit yoki kaliy

(natriy) xlorid va magniy sulfat aralashmasi qizdirilganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

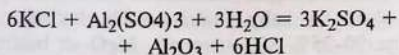


Bunda suv bug'i qanchalik ko'p berilsa, reaksiya shunchalik intensivlashadi. Chiqadigan gaz fazada vodorod xlorid, qoldiqda esa — magniy oksid va kaliy (natriy) sulfat bo'ladi. Agar reaksiya aralashmasiga 20–25% SiO_2 (trepel), MgO va boshqalar qo'shilsa reaksiyaning kechishi osonlashadi. Bu holda massa shoshiluvchan bo'lib, haroratni 800–900°C gacha ko'tarish imkoniyati yaratiladi (suyuqlanmaydi). Bu esa bug' bilan massaning reaksiyaga kirishishini tezlashtiradi va shixtani tashishni osonlashtiradi. Bu haroratda kaliy xloridni sulfatga aylanish darajasi 90–95% ga yetadi. Bundan yuqori haroratda esa KCl ning uchuvshanligi hisobiga uning yo'qotilishiga olib keladi. Magniy va natriy xloridlarning treptel ishtirokida uchuvchanligi sezilarli darajada emas va asosiy reaksiyani kechishi uchun noqulaylik keltirib chiqarmaydi.

Xuddi shunday jarayon, ammo nisbatan yuqori haroratda magniy sulfat o'rniga gips ishlatilishi orqali ham amalga oshirilishi mumkin. Bu holda shixtaga trepel qo'shish CaO ni $\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2$ tarzida bog'lash uchun zarurdir.

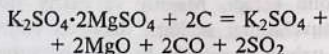
Prikarpatye rudasini gidrotermik ishlov berishdagi konversiya mahsuloti — tarkibida kaliy va natriy sulfatlari bo'lgan suvda eriydigan qismdan va tarkibida trepel, magniy oksid va magniy silikat bo'lgan suvda erimaydigan qismdan iboratdir. Kuydirish mahsulotidagi eruvchi tuzlar — 100–106°C haroratda, yuvuvchi suv bilan suyultirilgan qaytuvshi eritma bilan eritiladi. Hosil qilingan *shelok* vakuum-kristallizatorda bosqichli sovitiladi; 100–30°C harorat oralig'ida glazerit $3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ kristallanadi. Uni 20°C gacha sovitish natijasida mirabalit $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kristallantiriladi; mirabalit kristallanishidan qolgan eritma kuydirilgan rudani eritishga yuboriladi. Bu usul bo'yicha tayyor mahsulot sifatida glazerit va natriy sulfat olinadi. Tarkibida 40% K_2O bo'lgan glazerit to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ham yoki kaliy sulfat olish uchun ham ishlatilishi mumkin.

Shunday gidrotermik usulda alunit $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$ dan kaliy sulfat olinishi mumkin. Alunitdan alyuminiy oksid olishda kaliy sulfat qo'shimcha mahsulot hisoblanadi, ammo uning sifati a'lo darajada emas, chunki alunitdagi K_2SO_4 ning nazariy miqdori 23% ga teng, alunitli jinsda esa yanada kam bo'ladi. Suv bug'i ishtirokida $700^{\circ}C$ haroratda alunit va kaliy xlorid o'rtasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



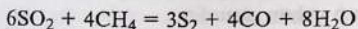
Bunda 1 t K_2O ga 6,8 t 27% li HCl eritmasi to'g'ri keladigan qo'shimcha mahsulot hosil bo'ladi.

NaCl dan tozalab yuvilgan langbeynit tuzi ko'mir yoki koks bilan barabanli qorishtirgichda aralashtirilib (92% langbeynit va 8% ko'mir), $800-900^{\circ}C$ haroratda shaxtali pechda qayta ishlansa:



reaksiyasi sodir bo'ladi.

Pechdagi massani tarkibida 95% metan bo'lgan tabiiy gaz bilan amalga oshiriladi. Bunda metan SO_2 ni oltingugurtgacha qaytaradi:



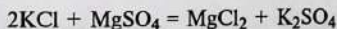
Qattiq fazadagi kaliy sulfat suv bilan eritilib ($100^{\circ}C$ da), magniy oksidi filtrlashda ajratiladi. Filtrat tindirgichli-kristallizatorlarda sovitilib kaliy sulfat kristali olinadi.

1 t langbeynit tuzidan 100 kg K_2SO_4 (96%), 75 kg MgO (85%) va 20 kg oltingugurt olinadi.

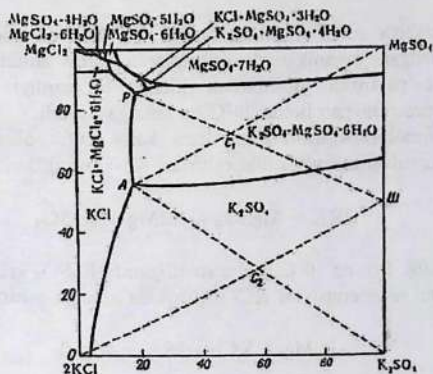
Poligalitni nitrat yoki fosfat kislotalar bilan parchalanib, murakkab o'g'itlar olish usullari ham yaratilgan.

4.3.3. Konversiya usulida kaliy sulfat olish

Kaliy xlorid va magniy sulfat (epsomit $MgSO_4 \cdot 7H_2O$) larning o'zaro ta'sirlashuvidan kaliy sulfat olishni ko'rib shiqamiz. Ularning o'zaro ta'sirlashuvi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



$\text{K}^+, \text{Mg}^{2+} \parallel \text{SO}_4^{2-}, \text{Cl}^- (\text{H}_2\text{O})$ sistemasining (25°C dagi) izoter-
masi 4.8-ramda ko'rsatilgan.

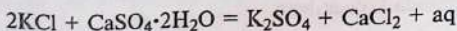


4.8-rasm. 25°C dagi $2\text{KCl} + \text{MgSO}_4 \leftrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ suvli
sistemaning eruvchanligi.

Jarayon ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda shyonit kristallantiriladi. Shyonitning maksimal unumini ta'minlash uchun boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi S_1 nuqta shR chiziqlida yotishi kerak. Bu shiziq shyonit polyusi sh dan R nuqtaga qarab yuradi. Uning holati ishlangan (qaytarilgan) eritma tarkibiga to'g'ri keladi. U shyonit, silvin va kainit bilan to'yingan. Eritma R – shyonit sheloki – sikldan chiqariladi, shyonit esa kaliy xlorid bilan suv eritmasi muhitida ishlanadi. Bunda kaliy sulfat va eritma A hosil bo'ladi. Eritma A kaliy xlorid, kaliy sulfat va shyonit bilan to'yingan. Bu eritma konversiyaning birinchi bosqichida to'la ishlatiladi va jarayon tutashadi. To'la yopiq siklni amalga oshirish uchun bir qism epsomitni 2-bosqichga yoki KCl ($\sim 1/3$ qismini) birinchi bosqichga berish kerak.

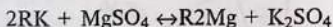
Yuqori sifatli ($\sim 52\%$ K_2O) kaliy sulfat olish uchun yuqori sifatli KCl ishlatish kerak.

Organik ekstragent (masalan, monoetanolaminning suvli eritmasi) yordamida kaliy xlorid va gips konversiyalanishi mumkin:



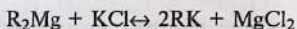
Bu reaksiya suvli eritmada teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Konsentrlangan organik-suvli eritmalarda kaliy sulfatning eruvchanlik ko'paytmasi gipsnikidan kichik bo'lganligi uchun bu reaksiya qizdirilmagan holda 20°C da amalga oshadi.

Ion almashinish usuli bilan ham kaliy sulfat olish mumkin. 90°C haroratdagi magniy sulfat eritmasi K⁺-kationitdan o'tkazilsa:



sodir bo'ladi. Eritma 10°C gacha sovitilganda K₂SO₄ kristallanadi.

Kationit regeneratsiyasi KCl ishtirokida amalga oshiriladi:



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Технология калийных удобрений / Под ред. В.В.Печковского. — Минск: Высшая школа, 1978. — 304-с.
2. Титков С.Н., Мамедов А.И., Соловьев Е.И. Обогащение калийных руд. — М.: Недра, 1982. — 216-с.
3. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. — Л.: Химия, 1989. — 263-295-с.
4. Кашкаров О.Д., Соколов И.Д. Технология калийных удобрений. — Л., Химия, 1978. — 248-с.
5. Грабовенко В.А. Производство бесхлорных калийных удобрений. — Л.: Химия, 1980. — 256-с.
6. Александрович Х.М. Основы применения реагентов при флотации калийных руд. — Минск: Наука и техника, 1973. — 296-с.

V bob. MIKROO'G'TTLAR

5.1. Mikroelementlar

D.I.Mendeleyev davriy sistemasidagi elementlarning 80% i mikroelementlar hisoblanib, ular yer qobig'i, o'simliklar va hayvonlar organizmida (quruq modda hisobida) 0,01% dan oshmaydi.

Ayrim og'ir metallar (simob, qo'rg'oshin kabi) o'simlik va tirik organizmlar uchun zararli bo'lib, qolgan elementlar esa ularning rivojlanishiga ijobiy ta'sir etadi. Asosiy ozuqa moddasi mikroelement bo'lgan mineral o'g'itlar mikroo'g'itlar deyiladi.

Organizmlarning yetarli rivojlanishi uchun tirik organizmlar mikroelementlarni ozuqadan, o'simliklar esa tuproqdan o'zlashtiradi. Tuproqqa esa mikroorganizmlar tuproq hosil qiluvchi tog' jinslari, tabiiy suvlar va kosmik changlar orqali tushadi. Bundan tashqari, sun'iy usulda mikroo'g'itlar beriladi.

Tadqiqotchi E.V.Bobko, M.A.Belousov, O.F.Tueva, M.Ya.Shkolnik, U.E.Brenshli va K.Uoringtonlar o'simliklar uchun ahamiyatli bo'lgan mikroelementlarning xossalari (1927–1934-yillarda) o'rganishgan. Ularning mulohazalari 5.1-jadvalda keltirilgan.

Mikroelementlarning o'simliklarga ta'siri

5.1-jadval

Zarur	Zararli	Tushunarsiz	Ahamiyanti
Bor kobalt mis marganes molibden rux	Mishyak xrom nikel qo'rg'oshin boriy selen xlor	Litiy stronsiy rubidiy rady yod natriy	Kumush, qakay, oltin, surma, berilliy, titan, vismut, vanadiy, kadmiiy, volfram, sieziy, brom, simob va boshqalar

Brenchli va Uoringtonlar o'simliklarga mikroelementlar o'ziga xos ta'sir etishini aniqlashgan. Ular (1927-yil) tekshirgan 52 ta element o'simliklarga ta'sirida borning o'rnini bosa olmasligini aniqlashgan.

G.I.Bertran (1905-yil), X.Agyulon (1910-yil), A.A.Xalizev (1934-yil) va boshqalar organizmlarda sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarda mikroelementlar katalizatorlik vazifasini bajaradi deb e'tirof etishgan.

M.Ya.Shkolnik (1939-yil) va E.V.Bobkolar (1935 yil) esa mikroelementlar organizmlardagi biokimyoviy jarayonlarda faqatgina katalitik ta'sir etibgina qolmay, balki ular plazmaning fizik-kimyoviy xossalriga, sirt tarangligiga, diffuziyaga, osmosga, kolloidlarning ko'payishiga, adsorbsiyaga va modda almashinuv jarayonlarida oksidlanish-qaytarilish potentsiallar ayirmasini hosil qilishda ham ta'siri borligini ta'kidlab o'tishgan. M.Ya.Shkolnik: «hayotiy jarayonlarga kuchli ta'sir etish xossalari bilan mikroelementlar fermentlarni eslatadi. Bu xossalari bilan mikroelementlarni murakkab organik katalizatorlar—fermentlar tarkibiga kiradi deb faraz qilishimizga asos yaratadi» — deb yozgan. Mikroelementlar tirik organizmlarda turlicha ta'sir mexanizmiga egadir.

So'nggi yillarda biokimyoviy jarayonlardagi metalloorganik kompleks birikmalarning ahamiyati aniqlana boshlandi. Mikroelementlarning fiziologik ahamiyatini va o'simliklarga o'zlashishini o'rganish ularning kompleks birikmalar hosil qilish qobiliyatini hisobga olishni taqozo etadi. Ularning ayrimlari, masalan Fe, Cu, Co, Mn, Zn atomlarida d-valent pog'onachalari to'yinmagan elementlar hisoblanadi. Bu esa ularning o'zgaruvchan valentli bo'lishini va kompleks birikmalar hosil qilishda ishtirok eta olishini ta'minlaydi. Ular juda ko'p turdagi organik birikmalar bilan turli xildagi kompleks birikmalar hosil qiladi. Organik komplekslar bilan uyg'unlikdagi mikroelementlarning fiziologik faolligi ularning ion holidagiga nisbatan ming va million martalab kuchayib ketadi.

E.P.Troitskiy (1952-yil) mikroelementlarning o'simliklardagi birikmalarining asosiy shakli ichki komplekslar: alanin, gemoxromogen, xlorofill va boshqalar hosil qilishi deb hisoblaydi. U mikroelementlarni katalizatorlar deb tushunish ular mohiyatini aniqroq

va to'laroq ocha olmasligini, ichki kompleks birikmalar esa reaksiyalarni tezlatibgina qolmay, balki ular reaksiya zanjirini ma'lum yo'nalishi bilan borishida «dirijyorlar» hisoblanishini tushuntiradi.

Keyingi paytlarda tuproqda temir va boshqa mikroelementlarning yetishmasligi tufayli sodir bo'ladigan xlorozaga qarshi xelatlar va kompleksonlar deb ataladigan ichki kompleks birikmalar qo'llanilishining kashf etilishi natijasida metalloorganik komplekslarga katta e'tibor berila boshlandi.

Yakobzon o'simliklardagi xlorozaning oldini olishda xelatlar yoki kompleksonlardan foydalanishga katta ahamiyat bergan. U EDTA (etilendiaminotetratsirkakislotaning dinatriyli tuzi) ga katta ahamiyat bergan. Bu birikma deyarli barcha kompleks hosil qiluvchi metallar bilan komplekslar hosil qiladi. Bunday komplekslar har qanday muhitli tuproqlarda yaxshi eruvchan xossaga egadir. Hozirda Cu-EDTA, Mo-EDTA, Mn-EDTA va Zn-EDTA kabi sintetik xelatlar tayyorlash va ularni amalda qo'llash usullari yaratilgan.

Hayotiy muhim ahamiyatga ega bo'lgan o'n to'rtta mikroelement aniqlangan. Ularga bor, marganes, mis, rux, kobalt, molibden va boshqalar kiradi. Mikroelementlar organizmdagi fermentlar, vitaminlar, garmonlar, pigmentlar va boshqalar bilan birgalikda organizmlarning hayotiy jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi. Ular biokimyoviy o'zgarishlarda qatnashib, o'simlik organizmida ferment sistemalar orqali sodir bo'ladigan fiziologik funksiyalarga ta'sir etadi. Mikroelementlar biokimyoviy jarayonlardagi katalizatorlik funksiyasini bajaruvchi fermentlarni faollashtiradi. Masalan, ular organizmlardagi modda almashinuv jarayonlariga ta'sir ko'rsatadi, fotosintez jarayonida nurdan foydalanishni kuchaytiradi, oqsil sintezini tezlashtiradi. Ayrim mikroelementlar o'simliklarning u yoki bu foydali xossalarni aktivlashtiradi, ya'ni qurg'oqchilik va sovuqqa shidamlilik, urug'lar unib chiqishi va rivojlanishini tezlatish, kasalliklarga bardoshlilikini oshirish kabi xossalarni kuchaytiradi. Ularning yetishmasligi esa modda almashinuv jarayonlarining buzilishiga, o'simlik va tirik organizmlarning kasallanishiga olib keladi. Ammo mikroelementlarning ortiqcha miqdori ham fiziologik jarayonlarda salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuning

uchun mikroelementlardan foydalanishda ularning tuproqdagi miqdori va o'simliklarning ularga bo'lgan talabi aniqlanishi lozim.

Mikroelementlar tuproqqa asosiy o'g'it tarkibida urug'ni ekishdan oldin yoki o'simliklarga sepish orqali yoki urug'larni ular bilan dastlabki aralashtirish orqali beriladi. Mikroelementlarning makroo'g'itlar tarkibida ishlatishning afzalligi shundaki, uning me'yori ochib ketgan holda ham o'simlikka toksik ta'sir xavfi kam bo'ladi.

5.2. Borli o'g'itlar

Borli o'g'itlar eng keng tarqalgan mikroo'g'it hisoblanadi. Borat kislotasi H_3BO_3 va uning tuzlari borli konsentrlangan o'g'it hisoblanib, uning tarkibida 99,6–97% H_3BO_3 bo'ladi.

Urug'larga purkashda uni texnik talk bilan aralashtirilib, tarkibidagi H_3BO_3 14–16% gacha yetkaziladi. Ko'p hollarda esa uni oddiy va qo'shaloq superfosfatlar hamda nitroammofoskalar qo'shib ishlatiladi. Bu maqsadlarda, asosan bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ dan foydalaniladi. Mahsulot sifatida ishlatiladigan borning yuqori navida 99,5% va 1-navida esa 94% asosiy modda bo'ladi. Bundan tahqari, 1- va 2-navdagi kalsiy borat ($45 \pm 0,75\%$ CaO va 40% dan kam bo'lmagan B_2O_3) ham borli o'g'it sifatida ishlatiladi. Mustaqil ravishdagi mikroo'g'it sifatida esa sanoat chiqindilari va tabiiy boratlar ishlatiladi.

Borli o'qitlar olishda ayrim tuzli ko'llarning suvlari, neft qazishdagi oqovalar, rudalarni boyitishdagi borli chiqindilar va boshqalar ishlatiladi. Kul, torf va go'ng tarkibida ham ma'lum miqdordagi bor birikmalari bo'ladi. Kaliyning mineral tuzlari tarkibida esa 4–8 mg/kg atrofida bor bo'ladi.

Borat kislotasini ishlab chiqarishda tabiiy boratlarga sulfat kislotali ishlov beriladi. Bunda chiqindi sifatida 21–23% $MgSO_4$ va 1,8–2,5% H_3BO_3 bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Uni sochma quritishda bug'latish orqali quritiladi. Natijada, mahsulot tarkibida 13% H_3BO_3 va 13% MgO bo'lgan bormagniyli o'g'it olinadi. Shunday usul bilan bu eritmaga borat kislotasi qo'shib quritish orqali borli konsentrat (H_3BO_3 20% dan kam emas) olinadi. Bu o'g'itlar tarkibidagi magniy ham o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtirila

oladigan holatda bo'ladi. Shuning uchun bunday o'g'itlardan nafaqat borli o'g'it sifatida, balki magniyli o'g'it sifatida ham foydalaniladi.

5.3. Misli, ruxli, marganesli, molibdenli va kobaltli o'g'itlar

Misli o'g'itlar faqatgina hosildorlikni oshirish uchungina emas, balki o'simlik va tirik organizmlarni kasalliklardan saqlash uchun ham xizmat qiladi (inson organizmida misga bo'lgan talab sutkasiga 2 mg. ni tashkil etadi).

Ko'pincha misli o'g'it sifatida mis metalli ishlab shiqaruvchi korxonalarning kolchedan kuyundisi ishlatiladi. Uning tarkibida 0,3–0,6% Cu, shuningdek Zn, Co va Mo mikroelementlari ham bo'ladi. Bundan tashqari, misli o'g'it sifatida misli shlaklar va maydalangan mis rudalari ham ishlatiladi.

Konsentrlangan misli o'g'it sifatida mis kuporosi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan (23,4–24% Cu bo'lgan) foydalaniladi. Uni asosiy o'g'it bilan birgalikda, urug'larga ekishdan oldingi ishlov berishda va unda fungitsidlik xossasi bo'lganligi uchun uning eritmasini o'simliklarga sepishda qo'llaniladi. Urug'larga changlatish (sepish) uchun uni talk bilan (5,6–6,4% Cu hisobida) aralashtiriladi.

Shuningdek, sanoat chiqindilaridan foydalanilgan holda mis kaliyli ($90 \pm 1\%$ KCl, $1 \pm 0,2\%$ Cu), misli ammofos (0,3–0,5% Cu) lar ham ishlab chiqariladi.

R u x l i o'g'itlar sifatida ko'pincha rux sulfat $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida 21,8–22,5% Zn bo'lgan, talk bilan aralashtirilganda esa 8,1–9,9% Zn bo'lgan, shuningdek ruxli polimer o'g'itlar PMU-7 (Zn 25% dan kam emas) va ruxli belila bo'yog'i ishlab chiqarish korxonasining chiqindisi ishlatiladi. Bunday chiqindilarda Cu, Mn va boshqa mikroelementlar ham bo'ladi. Rux tuzlarini ammofosga ($\sim 1,4\%$ Zn) va karbamidga (1,5–1,7% Zn) ham qo'shish yo'li bilan o'g'itlar ishlab chiqariladi.

M a r g a n e s l i o'g'itlar sifatida marganes rudalarini boyitishdagi quyqumlar ishlatiladi. Bu quyqumlar quritilgach, uning tarkibidagi MnO_2 miqdori 14% gacha yetadi. Suvda eruvchi o'g'it

sifatida karbonatli marganes rudasini yoki MnO ni sulfat kislotali ishlashdan hosil bo'ladigan $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ ham ishlatiladi. Uni oddiy superfosfatga ham ($1,5 \pm 0,5\%$ Mn) qo'shiladi.

Molibdenli o'g'itlar sifatida asosan suvda eruvchan ammoniy paramolibdat $3(NH_4)_2O \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O$ yoki ammoniy molibdat $5(NH_4)_2O \cdot 12MoO_3 \cdot 7H_2O$ hamda ammoniy-natriy molibdat ishlatiladi. Ularni ferroqotishmadan elektrolampochka va boshqa korxonalar chiqindilaridan olinadi. Nitrofoskaga ($0,2 \pm 0,05\%$ Mo), qo'shaloq superfosfatga ($0,2 \pm 0,02\%$ Mo) va oddiy superfosfatga ham ($0,13 \pm 0,03\%$ Mo) qo'shiladi.

Kobaltli o'g'itlar sulfatli va xloridli holida ishlatiladi. U qo'shaloq superfosfat, nitrofoska va ammofosga ($\sim 0,1\%$ Co hisobida) qo'shiladi. Fosforit unida ham $0,001-0,02\%$ atrofida kobalt bo'ladi. Uning asosiy qismi o'g'it tarkibiga o'tadi.

Kompleks mikroo'g'itlar sifatida borat kislotasi, mis, rux, kobalt va marganes sulfatlari, ammoniy molibdat va kaliy yodid aralashmalari ishlatiladi. Kompleks mikroo'g'itlar tarkibida $5,5\%$ B, $2,8\%$ Cu, $5,5\%$ Zn, $1 \pm 0,1\%$ Mo va Co, 11% Mn bo'ladi. Ular $0,18$ g va $0,36$ g li tabletkalar holida ishlab chiqariladi. Borat kislotasi, mis, rux va marganes sulfatlari, molibden (III)-oksid va talkni maydalab aralashtirish natijasida mikroelementli kukun hosil qilinadi. Bunday kukunning tarkibida $2,4-2,8\%$ B, $5-6\%$ Cu, $8-10\%$ Zn, $9,5-11\%$ Mo, $6,5-8,0\%$ Mn bo'ladi. O'n xildan ortiq turdagi bunday mikroo'g'itlar ishlab chiqariladi.

O'simliklardagi xloroza kasalligiga qarshi (temir yetishmasligidan shu kasallik kelib chiqadi) antixlorozin — Fe-DTPA dan foydalaniladi. Uni temir kompleksonati (temir dietilentriamino-pentaatsetat) deb ham ataladi. Rux, mis, marganes va boshqa metallarning kompleksonatlari ham mikroo'g'itlar sifatida ishlatilishi mumkin. Ular suvda yaxshi eriydi, tuproqdagi mikroorganizmlar ta'sirida parchalanib ketmaydi hamda tuproq tarkibidagi o'simlikka o'zlashmayotgan mikro- va makroelement birikmalarini o'zlashadigan holatga keltiradi. Bunday kompleksanoatlarni makroo'g'itlar ishlab chiqarish jarayonida o'g'it tarkibiga ham kiritilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. — Л. Агропромиздат, 1990. — 272-с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. — Л. Химия, 1989. — 352-с.
3. Соколовский А.А., Унанянцс Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. — М. Химия, 1977. — 376-с.

VI bob. KOMPLEKS MINERAL O'G'ITLAR

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 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ va boshqalar; tarkibiga ikkita (NQP, NQK, PQK) yoki uchta (NQPQK) 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 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ masalari nisbati bilan tavsiflanadi, masalan, 1:1,5:0,5. Bunda ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdori tarzida ham ifodalanishi mumkin, masalan, $\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}=36\%$; ayrim hollarda $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ning massa bo'yicha protsent 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.

6.1. Kaliy nitrat

6.1.1. 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, piro-texnikada, 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.

Sanoatda 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 kam bo'lmagan namlik bo'ladi. Shuningdek, ular tarkibidagi xloridli, karbonatli, nitritli va boshqa qo'shimchalar ham me'yorlanadi.

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

Kaliy gidroksid yoki karbonatda nitrat kislotasini neytrallash yoki azot oksidlarini 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.

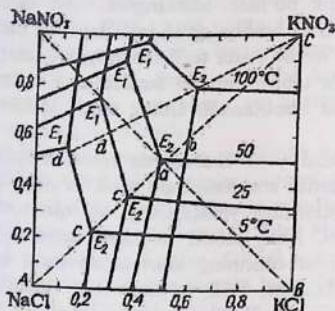
Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish ham o'ziga xos xususiyatga egadir.

6.1.2. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli

Quyidagi almashinish reaksiyasiga asoslangan usul keng tarqalgandir:



5, 25, 50 va 100°C haroratdagi $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$ suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 6.1-rasmda tasvirlangan. Bundan ko'rinadiki, 5–25°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 NaNO_3 larning ekvimolar 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 shiziq bo'yicha o'zgaradi.



6.1-rasm. 5, 25, 50 va 100°C haroratdagi $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$ 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, 50°C ga sovitilsa, bunda b nuqta KNO_3 ning kristallanish sohasida bo'lib qoladi. Eritma sovitilganda bu tuz ham sho'kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi bs shiziq bo'yicha o'zgaradi.

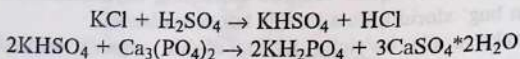
Bunda a va b nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda ekvimolekular miqdordagi KCl va NaNO_3 bo'lgan eritmadan suvni bug'latishda juda oz miqdordagi NaCl sho'kmaga tusha-

di va eritma tezda KCl bilan ham to'yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovitish KNO_3 unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan NaCl miqdorini oshirish va KNO_3 unumini oshirish uchun, diagrammadan ko'rinadiki, boshlang'ich eritmaga ortiqcha NaNO_3 qo'shish lozimdir. Agar NaCl ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz — NaCl, KCl va KNO_3 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 sovitilishi natijasida KNO_3 ning kristallanishi eng uzun yo'l E_2d bo'yicha sodir bo'ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta'minlanadi.

KCl va NaNO_3 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. KNO_3 kristallanishi 50°C da tugallanadigan optimal sikl uchun misol 6.2-rasmda ko'rsatilgan. Izotermik kesishuvda a nuqta — sovitish jarayonida ba kesimda KNO_3 kristallanganidan so'ng qoladigan eritmani tavsiflaydi. Kristallanish boshlanishida eritmaning tuzli tarkibiga b nuqta muvofiq keladi. Kristallanishdan oldin unga shunday miqdordagi suv qo'shiladiki, u kristallanish oxirida faqat belgilangan haroratdagina (50°C) natriy xlorid bilan to'yinishi kerak. b eritma qaynayotgan s eritmada suvning bug'lanishi va NaCl ning kristallanishi natijasida olinadi. Bug'latish uchun boshlang'ich eritma s — eritma a ning KCl va NaNO_3 lar ekvimolar aralashmasi bilan aralashtirilishidan olinadi.

Shunday qilib, sikl sab uchburchagi bo'yicha amalga oshiriladi. Siklning tuzli koeffitsiyenti (ya'ni olingan KNO_3 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 sovitishga shunchalik oz xarajat ketadi. $50\text{--}25^\circ\text{C}$ oralig'ida joylashgan qaynash nuqtasidan kristallantirishning oxirgi haroratigacha chegarasidagi temperaturali sikl eng tejamkor hisoblanadi. Bunda Bb shiziqli bug'lanish uchun optimal KQ: NO_3 - nisbati 0,69-0,96 oralig'ida bo'ladi; ular nisbatan

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 yo'qotiladi va kaliy gidrosulfatning sulfat kislota-dagi suspenziyasi olinadi; unda 70°C haroratda fosforitga ishlov beriladi:



Gips ajratiladi va suv bilan yuviladi, eritma esa 50-60 % KH_2PO_4 gacha bug'latiladi va unga metanol qo'shib, KH_2PO_4 kristallantiriladi. Qolgan eritmadan metanolni uchirish va tarkibida ~54 % P_2O_5 bo'lgan fosfat kislota hosil qilish uchun distillatsiyalanadi 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 % K_2O ; 46% P_2O_5 ; 0,6 % Al; 0,6 % Fe; 1,5 % F; 3 % SO_4^{2-} bo'ladi.

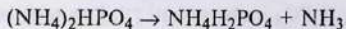
KH_2PO_4 ni 320°C da degidratatsiyalash natijasida, tarkibida 57-58 % P_2O_5 va ~38% K_2O bo'lgan kaliy metafosfat (KNPO_3)_n olinadi [nazariy jihatdan (KNPO_3)_n tarkibida 50,13 % P_2O_5 va 39,87 % K_2O bo'ladi]. Qizdirilgan massani sekin sovitish natijasida suvda erimaydigan shishasimon suyuqlanma olinadi; tez sovitish natijasida esa hosil qilingan mahsulot tarkibidagi bir qism P_2O_5 suvda eruvchan, qolgan qismi esa sitratli eritmada eruvchan bo'ladi. 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'g'it hisoblanadi; u urug'lar uchun zaharli emas, uning eritmalarini ammoniylashtirilishi natijasida Kaliy va ammoniy fosfatlarining aralashmasi olinishi mumkin.

Kaliy metafosfat kaliy xloridni fosfat kislota ($\sim 900^{\circ}\text{C}$) yoki fosfor (V)-oksid ($1000-1050^{\circ}\text{C}$) bilan yuqori haroratli parchalash orqali olinishi mumkin; bu jarayonlar yuqori energiya sig'imli va korroziyabardosh jihozlar qo'llanilishi bilan bog'liqdir. $60-70^{\circ}\text{C}$ haroratda kaliy xloridni tarkibida $23\% \text{P}_2\text{O}_5$ bo'lgan termik yoki ekstraksion fosfat kislotalarda parchalash orqali nisbatan arzon usulda kaliy metafosfat ishlab chiqarilishi ham mumkin. Hosil qilingan suspenziya ($\sim 56\% \text{N}_2\text{O}$) quritiladi, so'ngra esa $350-370^{\circ}\text{C}$ da qizdiriladi. Sovitilishi natijasida tarkibida $54\% \text{P}_2\text{O}_5$ (sitratli eritmada eruvchan shakldagi), $35-39\% \text{K}_2\text{O}$ va $0,3\%$ xlor bo'lgan mahsulot olinadi. Gazli fazaga chiqadigan vodorod xloridni tutib qolinishi natijasida $16-18\%$ li xlorid kislota hosil qilinadi, uning ishlatilish sohalarini topish muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Yanada yuqoriroq konsentratsiyali xlorid kislota kaliy xloridni bug'latilgan ($\sim 50\% \text{P}_2\text{O}_5$) ekstraksion fosfat kislotalarda ikki bosqichli parchalash orqali olinadi. Birinchi bosqichda $\sim 300^{\circ}\text{C}$ va ikkinshi bosqichda 700°C haroratda suyuqlanma olinadi, uni sovitish natijasida tarkibida $57\% \text{P}_2\text{O}_5$, $35\% \text{K}_2\text{O}$ bo'lgan mahsulot olinadi.

6.3. Ammoniy fosfatlari

6.3.1. Ammoniy fosfatlarning xossalari

Ammoniy fosfatlari, odatda, fosfat kislota 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:

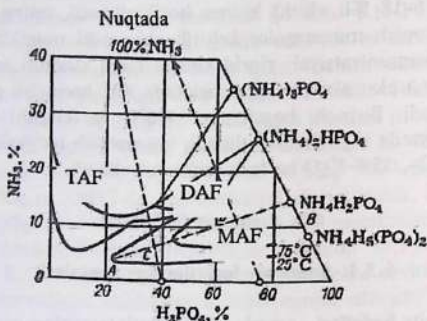


triammoniyfosfat esa havoda $30-40^{\circ}\text{C}$ da parchalanadi, shuning uchun uni sanoatda ishlab shiqarmaydi.

100°C da $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ustidagi ammiak bug'ining bosimi amalda nolga, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ustidagi — $1,2 \text{ ga}$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ustidagi esa —

85,7 kPa ga tengdir. 125⁰C da bu tuzlar ustidagi NH₃ ning bosimi muvofiq holda 0,008, 4,5 va 157 kPa gacha ortadi. 190,5⁰C da monoammoniyfosfat ozgina miqdordagi NH₃ yo'qotib suyuqlanadi. Bu haroratda uning degidratlanishi sekinlik bilan sodir bo'lib, ammoniy polifosfatlariga aylanadi va bu jarayon haroratning ortishi bilan tezlashadi.

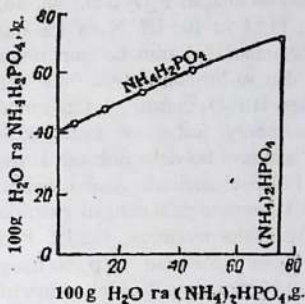
20⁰C dagi to'yingan suvli eritmada: 27,2 % NH₄H₂PO₄ yoki 40,8 % (NH₄)₂HPO₄ bo'ladi; qaynash harorati (109,4⁰C) da esa 71,8 % NH₄H₂PO₄ bo'ladi. NH₃ – H₃PO₄ – H₂O sistemadagi eruvchanlik 6.3-rasmda tasvirlangan.



6.3-rasm. 25 va 75⁰C haroratdagi NH₃ – H₃PO₄ – H₂O sistemadagi eruvchanlik izotermasi.

25⁰C dagi NH₄H₂PO₄ – (NH₄)₂HPO₄ – H₂O sistemasida eruvchanlik diagrammasi (6.4-rasm)dan ko'rinadiki, monoammoniy fosfat konsentratsiyasining ortishi bilan diammoniy fosfatning eruvchanligi amalda o'zgarmaydi; diammoniy fosfat konsentratsiyasining ko'tarilishi bilan esa monoammoniyfosfatning eruvchanligi ortadi; u NH₃:H₃PO₄ molar nisbati ~1,5 ga teng bo'lganda maksimumga erishadi.

0,1 M eritmaning pH qiymati: NH₄H₂PO₄ uchun – 4,4, (NH₄)₂HPO₄ uchun – 8,0 va (NH₄)₃PO₄ uchun esa – 9,4 ga tengdir.



6.4-rasm. 25°C haroratdagi $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemadagi eruvchanlik izotermasi.

Mono- va diammoniyfosfatlarning gigroskopikligi kamdir. 50°C dagi $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ning gigroskopiklik nuqtasi 88 %ga, 15°C da esa – 97 %ga tengdir (texnik mahsulotlarda qo‘shimchalarning ishtirok etishi uning gigroskopikligini oshiradi).

Ammoniy fosfatlari qishloq xo‘jaligida 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 monoammoniy fosfat 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 I-sifat kategoriyali va B markali oliy va I-sifat kategoriyali mahsulotlar tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va $50 \pm 1\%$ dan kam bo‘lmagan, 44

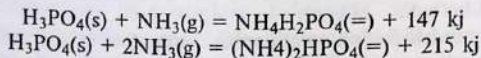
va $42 \pm 1\%$ dan kam bo'lmagan P_2O_5 o'zl.; 48, 46, 34 va $32\% P_2O_5$ s.e.; 12 ± 1 , 12 ± 1 , 11 ± 1 va $10 \pm 1\%$ N va 1% dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. O'lshamlari 1-4 mm bo'lgan donachalarning ulushi oliy navda 95 % dan va birinchi navda 90% dan kam bo'lmasligi kerak. Ammofosdagi H: P_2O_5 nisbati $\sim 1:4$ ga tengdir.

Tarkibida diammoniy fosfat va fosfat kislotadan o'tadigan qo'shimchalari bo'lgan azot bo'yicha nisbatan konsentrlangan o'g'it — diammos ham ishlab chiqariladi. Agar diammos ishlab chiqarish uchun apatit konsentratidan olingan ekstraksion fosfat kislotasi ishlatilsa, bunda mahsulot tarkibida: $48 \pm 1\% P_2O_5$ o'zl., 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 diammosga azotli o'g'itlar — ammoniy nitrat yoki karbamid qo'shiladi.

Termik yoki tozalangan ekstraksion fosfat kislotadan olinadigan diammoniy fosfat hayvonlar ozuqasi uchun ishlatiladi. Ammoniy fosfatlari, shuningdek, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida ham ishlatiladi; ular antipirenlar sifatida va qurilish materiallarining yong'inga bardoshlilikini oshirish uchun ishlatiladi.

6.3.2. Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlari

Ammoniy fosfatlari ishlab chiqarish uchun ammiak va ortofosfat kislotasi (ekstraksiyali ham, termik ham) xomashyo hisoblanadi. Fosfat kislotani ammiak bilan neytrallanish ko'p miqdordagi issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi:

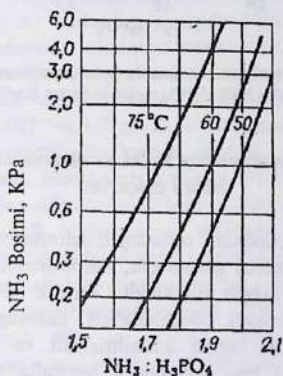


6.3-rasmdan ko'rinadiki, jarayonni AV shiziq bo'yicha amalga oshirish natijasida eng ko'p miqdordagi monoammoniyfosfat olishga erishiladi. Tarkibida $40\% H_3PO_4$ ($\sim 29\% P_2O_5$) bo'lgan ekstraksion fosfat kislotani neytrallashda, hattoki $25^\circ C$ haroratda ham kristallarning unumi unchalik ko'p bo'lmaydi (S nuqtadagi sistema). Konsentrlangan fosfat kislotani ($75\% H_3PO_4$ yoki $54\% P_2O_5$)

neytrallanishidagi sistemaning tarkibi D nuqtaga muvofiq keladi va hosil bo'ladigan qattiq fazaning miqdori 75°C dan yuqori haroratda ham eng ko'p bo'ladi. Bunga reaksiyaning issiqligi hisobiga bir qism suvning bug'lanishi ham yordam beradi.

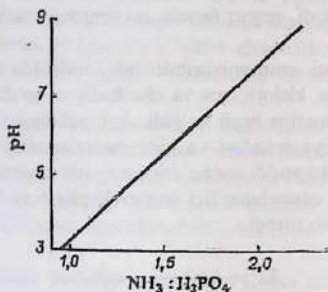
Ammofos ishlab chiqarishda qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatilganligi uchun, uning ammiak bilan $\text{pH}=3$ gacha neytrallanish jarayonida $\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ turidagi temir va alyuminiyning o'rta fosfatlari va temiralyuminiyammoniyfosfatlari — $\text{NH}_4(\text{Fe,Al})(\text{HPO}_4)_2 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, dikalsiyfosfat $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, gips, fluoridli va ftorsilikatli tuzlar, magniyammoniyfosfat $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ajralib chiqadi, suyuq fazada esa ammoniy sulfat paydo bo'ladi.

Fosfat kislotani ammoniylashtirishda, tarkibida ammoniy fosfatlari, erkin fosfat kislotasi, suv va cho'kadigan qo'shimchalar bo'lgan kislotali suspenziya hosil bo'ladi. Ammiakning yutilish me'yori bo'yicha suspenziya miqdori va komponentlarining tarkibi hamda haroratining ortishi xuddi uning xossasi — pH qiymati, qattiq fazalar eruvchanligi, qovuchqog'ligi (og'uvchanligi) va boshqalar kabi muntazam o'zgarib turadi.



6.5-rasm. Ammoniy fosfatlar to'yingan suvli eritmalar ustidagi ammiak bosimining $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molar nisbatiga bog'liqligi.

To'yingan suvli eritma ustidagi ammiakning muvozanatli bosimi $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molar nisbatiga bog'liqdir (6.5-rasm). Unga esa vodorod ko'rsatkish — pH qiymati bog'liq (6.6-rasm), pH qiymati orqali jarayonni boshqarib turiladi. 25°C da $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molar nisbati 1,45 ga yaqin bo'lgan to'yingan eritma maksimal zichlik va qo-vuchqog'likka ega bo'ladi. Suspenziya tarkibining o'zgarishi ular-ning suyuq fazalarining qaynash haroratiga katta ta'sir ko'rsatadi, buni kontsentrlash va suvsizlantirishning optimal tartib (rejim) larini tanlashda e'tiborga olish lozimdir.



6.6-rasm. $65\text{--}75^\circ\text{C}$ haroratdagi ammoniy fosfatlar to'yingan eritmaları pH qiymatining $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molar nisbatiga bog'liqligi.

6.3.3. Monoammoniy fosfat va diammoniy fosfat 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 $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molar nisbati ~ 1 ga teng bo'lguncha neytrallanadi, hosil bo'lgan monoammoniy fosfat suspenziyasi qo'shimcha kristallanishi uchun sovitiladi; so'ngra kristallar filtrlanadi, quritiladi, eritma esa reaktorga qaytariladi.

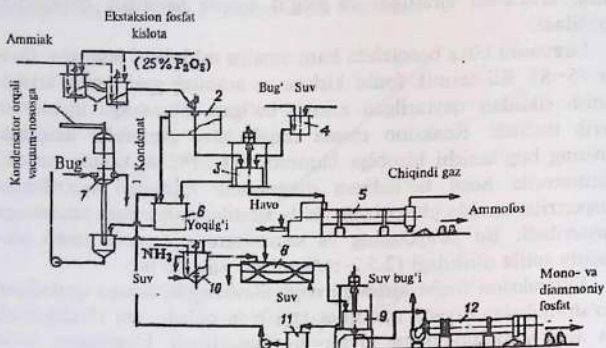
Kristalli diammoniy fosfat olish ikki bosqichda o'tkaziladi, chunki barcha ammiakni birdaniga berilishi hisobiga massa kuchli darajada qiziydi va juda quyuq suspenziya hosil bo'ladi, bu esa ammiakning yo'qotilishiga olib keladi. Termik kislota (47–48 % P_2O_5) $NH_3:H_3PO_4 \gg 0,7$ nisbatgacha neytrallanadi, suspenziya kristallanish siklidan qaytgan eritma bilan aralashtiriladi va vakuum kristallizatorga yuboriladi, u yerda yetarli darajagacha ammoniylanadi. Sovitilgan suspenziya quyultiriladi, sentrifugada diammoniy fosfat 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. Reaksiya massa orqali havo purkalishi natijasida suvning bug'lanishi hisobiga haroratni 60–70°C da ushlab turiladi. Saturatorda hosil bo'ladigan diammoniy kristallari sentrifugaga suspenziya tarzida chiqariladi, unda ajratiladigan eritma saturatorga qaytariladi. Bu jarayonning va saturatorning sxemasi xuddi ammoniy sulfat olishdagi (2.5.2-bo'limdagi) kabi bo'ladi.

Ekstraksiya fosfat kislotani neytrallashtirishda cho'kmaga ajraladigan qo'shimchalar tayyor mahsulot tarkibida qoladi, uni ifloslantiradi va asosiy komponentlar miqdorini kamaytiradi. Ekstraksiya fosfat kislotadan nisbatan toza mahsulot olish uchun neytrallashtirish jarayonini ikki bosqichda o'tkazish mumkin. Birinchi bosqichda bug'latilmagan kislota $pH=4\pm 4,5$ gacha neytrallanadi, bunda qo'shimchalarning ko'p qismi cho'kmaga ajraladi, shuning uchun ular asosiy eritmadan ajratiladi. Filtrlangan cho'kma 5–6 % namlikkacha quritiladi va u antipiren sifatida ishlatilishi mumkin. Cho'kma tarkibida 5% NH_3 va 30–35 % o'zlashadigan shakldagi P_2O_5 bo'ladi. Agar ekstraksiya fosfat kislotada magniy ionlari (masalan, uni qorag' yoki qizilqum fosforitidan olingan) bo'lsa, unda birinchi bosqich neytrallashtirishdan magniyammoniyfosfat NH_4MgPO_4 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% P_2O_5 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, monoammoni yfosfat olinadi. cho'kmaga tushgan kristallar sentrifugada ajratiladi va quritiladi. Eritma esa bug'latish sikliga qaytariladi.



6.7-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 yiqigichi; 7 – ikkinchi bosqich bug'latish tizimi;
- 8 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun kristallizator; 10 – ikkinchi bosqich saturatori; 11 – kristallanish siklidan qolgan eritma yiqigichi; 12 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun quritgich.

Diammoniy fosfat olish uchun bug'latilgan monoammoniy fosfat eritmasi ikkinchi bosqichda pH » 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 diammoniy fosfat eritmasi kristallantirishga yuboriladi, sentrifugalanadi va ajratilgan diammoniy fosfat quritiladi. Diammoniy fosfatdan ammiakni yo'qotilishini va monoammoniy fosfatga aylanishini oldini olish uchun uni 60°C da quritiladi. Monoammoniy fosfatning quritilishi esa 100–110°C gacha o'tkazilishi mumkin. Sxemasi 6.7-

rasmda tasvirlangan qurilmada termik fosfat kislotadan ham, ekstraksion fosfat kislotadan ham mono- yoki diammoniy fosfat ishlab chiqarilishi mumkin.

6.3.4. Ammofos ishlab chiqarish

O'g'it sifatida ishlatiladigan ammofos ishlab chiqarishda quyidagi turli ko'rinishdagi texnologik sxemalar:

1. Bug'latilmagan (20–30 % P_2O_5) ekstraksion fosfat kislotani neytrallash va (changlatgichli, barabanli yoki qaynovshi qatlamli) quritgichda suvsizlantirishga asoslangan sxemalar;

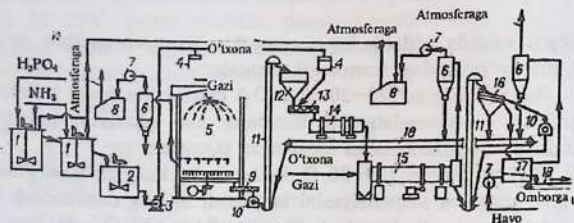
2. Bug'latilmagan (20–30 % P_2O_5) fosfat kislotani neytrallash, so'ngra ammofos suspenziyasini bug'latish hamda donadorlash va quritishni barabanli donadorlash quritgishlari (BDG') da amalga oshirishga asoslangan sxemalar;

3. Bug'latilib konsentrlangan (48–54 % P_2O_5) ekstraksion fosfat kislotani neytrallashga asoslangan sxemalar qo'llaniladi. Bu holda neytrallanish ikki bosqichda: dastlab reaktorlarda – atmosfera bosimida, so'ngra barabanli ammoniyashtirgish-donadorlagich (AD) da yoki yuqori bosimli bir bosqichda suspenziyani quritishni minorada changlatish yoki BDQ jihozlarida amalga oshirish orqali o'tkaziladi.

Changlatgichli quritgichlar ishlatilishi orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasining bir varianti 6.8-rasmda ko'rsatilgan. Ekstraksion fosfat kislotasi (22–28 % P_2O_5) 80–115°C haroratda birin-ketin joylashgan bir necha reaktor (saturator)lar 1 da uzluksiz suratda $NH_3 \cdot H_3PO_4$ nisbatini 1,1 dan oshirmagan holda (RN_{+5}) ammiak bilan neytrallanadi. Bunda harakatchan suspenziya hosil bo'ladi. 100–105°C haroratli uning bir qismi (70–80 % miqdori) oxirgi reaktordan changlatgichli quritgich (5) ga tushadi, u yerga, shuningdek, gazsimon yoki suyuq yog'lig'ini yondirilishidan olingan o'txona gazlari beriladi. Quritgichdan chiquvchi mo'rili gaz harorati 100–115°C bo'ladi va changdan tozalanishi uchun siklon (6) dan o'tadi.

Quritilgan (1 % namlikkacha) kukunsimon ammofos 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 %

H_2O) ammosfos donachalari aralashtirgichdan donachalarni duma-loqllovchi baraban (14) ga va so'ngra quritish barabani (15) ga yuboriladi. Quritilish mo'rili gazlar bilan ($350^{\circ}C$ da) amalga oshiriladi.



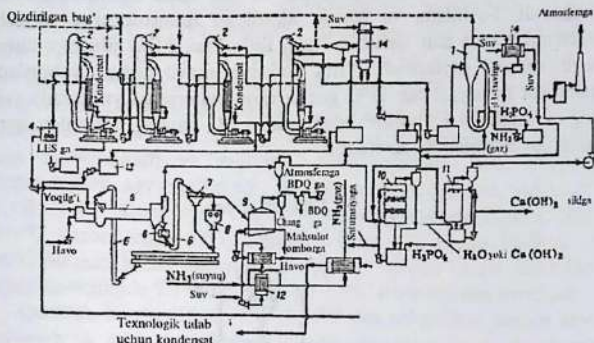
6.8-rasm. Changlatgishli quritgishda ammosfos ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – reaktor-saturator; 2 – suspenziyani yig'gich; 3 – markazdan qochma nasos;
- 4 – suspenziya mo'yorlashtirgichi; 5 – changlatgichli quritgich; 6 – siklon;
- 7 – ventilator; 8 – absorber; 9 – shnek; 10 – maydalagich; 11 – elevator;
- 12 – bunker; 13 – ikki valli aralashtirgich; 14 – dumaloqllovchi baraban;
- 15 – barabanli quritgich; 16 – ikki xil teshikli elak; 17 – sovitgich; 18 – transportyor.

Quritilgan 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 Qoratog' fosforiti asosidagi mahsulot tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va 47% P_2O_5 umum., 51 va 46 % P_2O_5 o'zli., 50 va 41 % P_2O_5 s.e., 12 va 11% N, 1 % H_2O , 0 va 4 % MgO , 3,5 va 3 % F bo'ladi.

Ammofos suspenziyasini quritishning ancha takomillashgan usuli – uni quritishlashini BDQ yoki BDG'S – barabanli donadorlash quritgishli sovitgish jihozlarida amalga oshirish hisoblanadi (3.30-rasm). Ammosfos suspenziyasini oraliq bug'latish sxemasi keng tarqalgandir (6.9-rasm). Boshlang'ich fosfat kislotani oldindan natriy yoki kaliy sulfat, yoki soda bilan qayta ishlash undan anchagina miqdordagi ftorning ftorsilikatlar tarzida yo'qotilishi

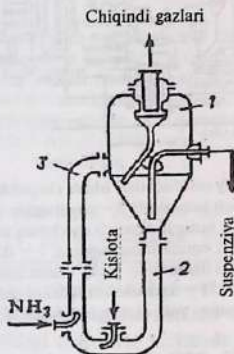
ta'minlaydi va shu bilan bir vaqtda undagi kalsiydan tozalanadi va boshqa qo'shimchalar (Fe, Al) miqdori kamaytiriladi. Bu ammo-fosdagi o'zlashuvchan va suvda eruvchan P_2O_5 ning konsentratsiyasini oshiradi, chiqindi gazlaridan fforming ajratib olinishini osonlashtiradi, buning uchun ftersizlangan fosfat kislotasi ishlatilishi mumkin.



6.9-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 yiqigichi; 7 — ikkinchi bosqich bug'latish tizimi; 8 — mono- yoki diammoniy fosfat uchun kristallizator; 10 — ikkinchi bosqich saturatori; 11 — kristallanish siklidan qolgan erima yiqigichi; 12 — mono- yoki diammoniy fosfat uchun quritgich.

Fosfat kislotasi (22–29% P_2O_5) gaz holatdagi ammiak bilan $pH = 5 \div 5,5$ gacha TAB — tezkor ammoniylashtiruvchi bug'latgich jiho-zida neytrallanadi (6.10-rasm). Bu vertikal reaksiya quvuri (yu 0,6 m, $N = 6$ m) ostidagi venturi soplosi (ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan o'zgaruvchan kesimli kanal yoki qisqa quvur) dan ammiak va kislotasi kiritiladi. Reaksiya issiqligi hisobiga massa qaynaydi va yuqoriga harakatlanadi, 1–2 minut ichida separatorga yetib boradi, suspensiya u yerdan aylantiruvchi quvur orqali reaksiya quvuriga qaytariladi. Uning bir qismi separatoridan konsentrlashga yuboriladi. Separatoridan chiqadigan bug' issiqlik almashtirgichda

boshlang'ich kislotani isitish orqali kondensatlanadi. Ammofos suspenziyasi ($\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4=1,1$) ko'p qobiqli bug'latish qurilmasida kontsentrlnadi, 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 so'ngra $Q-1150^\circ\text{C}$ haroratli suspenziya BDQ jihozida quritiladi va shu bilan bir vaqtda donadorlanadi. Sovitilgan va elakda ajratilgan mahsulotning zarrasha o'lchami 1 mm dan kichik bo'lgan fraksiyasi BDQ jihoziga tashqi retur sifatida qaytariladi. Yirik fraksiya maydalashga yuboriladi, mahsulot fraksiyasi esa 450°C gacha (konteynerlarga yuklashda yoki qog'oz qoplariga joylashtirishda) yoki 550°C gacha (polietilen qoplariga joylashtirishda) sovitiladi.



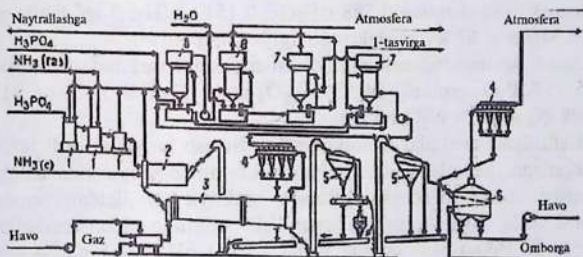
6.10-rasm. Tezkor ammoniylashtiruvchi bug'latgich (TAB). beriladi, 1- va 2-qobiqlarda esa jarayonda hosil bo'ladigan bug' ishlatiladi.

Apatitdan (51 % P_2O_5 o'zl., 12 % N) va qorotog' fosforitidan (47 % P_2O_5 o'zl., 11% N) 1 t ammofos mahsuloti ishlab chiqarish uchun sarf koeffitsientlari muvofiq ravishda, taxminan quyidagicha bo'ladi: Ekstraksion fosfat kislota (100% P_2O_5) – 0,54 va 0,5 t; NH_3 – 0,15 va 0,14 t; tabiiy gaz (34,8 Mj/m^3) – 28 m^3 ; elektro-

energiya=kVt·s; suv — 22 m³; qisilgan havo — 60 m³. P₂O₅ dan foydalanish darajasi 96 %ni, NH₃ dan esa — 97% ni tashkil etadi.

Ammoniyashtiruvchi donadorlagish (AD) ishlatilgan holdagi sxema bo'yicha ammofos olishda (6.11-rasm) 50-54 % P₂O₅ gacha bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotaga chiqindi gazlarini absorbiyalashdan olinadigan oqovalar qo'shilib (undagi P₂O₅ miqdori 47-48% gacha kamayadi), aralashtirgishli reaktorlarda ammiak gazi bilan NH₃:H₃PO₄=0,6±0,7 molar nisbatigacha neytrallanadi. 120-1250C harorat va 17-18% namlikdagi (ammoniyashtirish issiqligi hisobiga reaktorlarda 20-25% bug'langan) kislotali (rN » 3) suspenziya AD jihoziga beriladi (6.12-rasm). AD jihozida 85-95°C haroratda massa NH₃:H₃PO₄=1±1,05 molar nisbatigacha qo'shimcha neytrallanadi va mahsulot donadorlanadi; unda jarayonga berilgan 50% suv bug'lanadi. AD jihozidan chiqadigan nam (2,5-3,5% H₂O) donachalar to'g'ri oqimlibarabanli quritgishda (250-350°C haroratdagi) o'txona gazlari bilan donachalar harorati 75-90°C bo'lgan holda quritiladi. So'ngra u elanadi va mahsulot fraksiyasi sovitgichda 75-90°C dan 45-55°C haroratgacha sovitiladi.

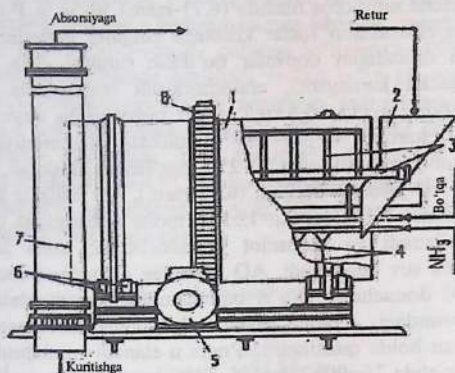
Quritish barabanidan (105-115°C da) chiqadigan hamda neytrallagish va ammoniyashtiruvchi donadorlagichdan so'rib olinadigan gazlar chang, ammiak va ftordan olinadigan gazlar chang, ammiak va ftordan tozalanadi; hosil bo'ladigan oqovalar reaktor-neytrallagichlarga yuboriladi.



6.11-rasm. AD jihozi bilan donadorlangan ammofos olish sxemasi:

- 1 — neytrallagich; 2 — ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD); 3 — quritish barabani; 4 — siklonlar; 5 — elaklar; 6 — sovitgich; 7,8 — absorberlar.

Mahsulot tarkibida fluor miqdorining kam (1% dan oshmasligi) keltirib o'tilgan jarayonning afzalliklaridan biri hisoblanadi; kushsiz kislota ishlatilganda esa u 3,5-4% ni tashkil qiladi.



6.12-rasm. Ammoniyashtiruvchi donadorlagish (AD): 1 - qobiq; 2 - soshiluvshi komponentlarni uzatish tuynugi; 3 - ishki devorini tozalash uchun pishog'; 4 - ammiak taqsimlagish; 5 - o'ram; 6 - tayansh va qisqish g'ildiraklar; 7 - tayansh halqa; 8 - bandaj.

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 umum., 54-55% P_2O_5 o'zl., 53-54% P_2O_5 s.e., 12-12,5% N; 0,5-1% N_2O bo'ladi.

Keltirilgan sxemalarni mukammallashtirish bo'yicha turli takliflar berilgan. Masalan, kislalani neytrallashtirish bosim ostida amalga oshirishi ko'rsatib o'tiladi. Bunda reaksiya issiqligidan amalda deyarli to'la foydalanilishiga erishilishi mumkin. Konsentrlangan (50-54 % P_2O_5) ekstraksion fosfat kislota 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 eritmada suv tezda yo'qotiladi; kukun-simon ammosfos hosil bo'ladi. Uni donadorlanishi mumkin yoki nitroammosfos va boshqa murakkab o'g'itlar olish uchun ishlatilishi mumkin.

Qoratog' fosforitidan olingan ekstraksion fosfat kislotani 50-55% P_2O_5 (va undan yuqori) konsentratsiyagacha bug'latish usullari (NamMPI, prof. Q. Gafurov boshshiligida) yaratilgandan keyin, bu kislotadan eng mukammal usulda (quvurli neytrallash jarayoni orqali) ammosfos-Q murakkab o'g'iti ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan va sanoat sharoitida sinovdan muvofaqiyatli o'tkazilgan. Natijada tarkibida 49-51 % P_2O_5 o'zl. va ~11% N bo'lgan, ftorsizlangan (0,3-0,4 % F li) ekologik toza ammosfos-Q o'g'iti olingan (1980 y., Rossiya, Voskresensk shahri).

6.3.5. Donadorlangan diammosfos

O'g'it sifatida ishlatiladigan donadorlangan diammosfos apatit konsentrati, Qoratog' va Pribaltika fosforitlari asosida hosil qilingan ekstraksion fosfat kislotadan olinadi. Mahsulot tarkibida muvofiq ravishda: 48; 41; 48 % P_2O_5 o'zl., 43-45,5; 32; 41 % P_2O_5 s.e. va 18; 13,5; 13 % N bo'ladi.

Uni ishlab chiqarish sxemasi kristall mahsulot olish uchun yuqorida bayon etilganidek (6.7-rasm), ammo ammoniylashning ikkinshi bosqichi saturatorda emas, balki ammoniylashtiruvchi donadorlagich (AD) da amalga oshiriladi. Boshlang'ich kislota (32-38% P_2O_5) saturatorlarda ammiak bilan $NH_3:H_3PO_4=1,3:1,4$ molar nisbatigacha neytrallangan bo'lsa, AD jihozida esa 1,7yo1.8 gacha amalga oshiriladi. Suspenziya AD jihoziga 70-75°C haroratda, retur esa 50°C haroratda beriladi va returning takroriyligi 3-4 martani tashkil qiladi. Materialning AD dan o'tish davri 6-8 minutni tashkil etadi. Donachalarni quritishda uning haroratini 72-75°C dan (to'g'ri yo'nalishda beriladigan o'txona gazlarining haroratini 200°C dan) oshirmaslik kerak. Tayyor mahsulot 25-27°C gacha sovutiladi.

6.3.6. Ammofosfat

Ammofosfat - Qoratog' fosforitini undan olinadigan ortiqcha miqdordagi ekstraksion fosfat kislota bilan parchalash, hosil qilingan kislotali fosfat suspenziyasini ammoniylash, uni bug'latish, donadorlash va quritish natijasida ishlab chiqariladigan o'g'itdir. Bunda Qoratog' fosforitini parchalash uchun qo'shaloq superfosfatda beriladigan me'yordagi ekstraksion fosfat kislota berilsa, fosforitning parchalanish darajasi unshalik katta bo'lmaydi. Ammo 150–200 % ortiqcha olingan kislotali fosforitning karbonatli qismi to'la, fosfatli qismi esa qisman parchalanadi va fosfat donachalarining asosiy massasi ochiladi, parchalanmagan qismining strukturasini o'zgaradi va parchalanish jarayonida, ammoniylashtirilgan suspenziyani bug'latishda, donadorlashda va quritishda o'simliklarga o'zlashadigan shaklga o'tadi.

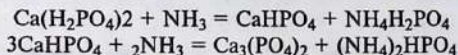
Belgilangan texnik shartlarga muvofiq, mahsulot tarkibida: 38–39% P_2O_5 umum., 20–21% P_2O_5 s.e., 4–5 % N va 2% dan kam suv bo'ladi. 1 t P_2O_5 hisobida ammosfosfat ishlab chiqarishdagi fosfat kislota sarfi ammosfosdagiga qaraganda kam bo'ladi, chunki ammosfosfatdagi bir qism P_2O_5 to'g'ridan-to'g'ri fosforit unidan o'tadi.

6.3.7. Superammofos-Q

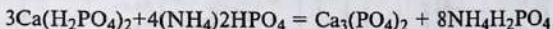
Qoratog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarish yaratilgandan so'ng (3-bob, 3.7-bo'lim), shu usulda hosil qilinadigan nisbatan kislotali (P_2O_5 erkin) suspenziyani neytrallash, donadorlash va quritish orqali yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan mahsulot — superammofos-Q murakkab azot-fosforli o'g'it ishlab chiqarish usuli yaratildi.

Qoratog' fosforitidan olingan ekstraksion fosfat kislotani ammoniy nitrat ishtirokida 35–37 % P_2O_5 gacha bug'latilib, yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan va fosforitni parchalash uchun eng aktiv bo'lgan kislota hosil qilinishini yuqorida ta'kidlab o'tgan edik. Unda Qoratog' fosforitini EFK (100% P_2O_5):fosforit=150:100 me'yoriy nisbatida va 60°C haroratda 1,5 soat parchalanishidan tarkibida: P_2O_5 umum. = 37–38%; P_2O_5 o'zl. = 36–37%; P_2O_5 s.e. = 34–34,5 %; N = ~ 0,9%; F = 1,1–1,5% bo'lgan yaxshi fizik-kimyoviy

viy xossaga ($S:Q=4,0-4,3$, $pH=\sim 2,2$) ega bo'lgan superfosfat suspenziyasi hosil qilinishi mumkin (optimal sharoit). Bunda fosforitning parchalanish darajasi $\sim 84\%$ ga yetadi. Olingan suspenziyani $80-85^{\circ}\text{C}$ haroratda ammiyak gazi bilan $rN = \sim 2,5$ gacha neytrallash natijasida, tarkibida: P_2O_5 umum. = $37,4-39,2\%$; P_2O_5 o'zl. = $36,5-38,2\%$; P_2O_5 s.e. = $33,6-36,1\%$; $N = 1,5-2,5\%$; $F = 1,2-1,5\%$; $H_2O = 26,3-24,5$ bo'lgan superammofos suspenziyasi hosil bo'ladi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi biroz pasayishi, ya'ni $\sim 83\%$ ni tashkil etishi mumkin. Chunki shuqur neytrallanish natijasida monokalsiyfosfatning dikalsiyfosfatga, uning esa trikalsiyfosfatga aylanish reaksiyalari (retrogradatsiya) sodir bo'lishi mumkin:



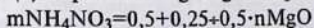
shuningdek,



Superammofos suspenziyasini $100-105^{\circ}\text{C}$ haroratda quritilishi natijasida, tarkibida: P_2O_5 umum. = $44-46\%$; P_2O_5 o'zl. = $43-45\%$; P_2O_5 s.e. = $34,5-38,5\%$; P_2O_5 erkin. = $0-4\%$; $N=2-3,5\%$; $F = 1,7-2,2\%$; $\text{CaO} = 9-10\%$; $\text{MgO} = 4-4,5\%$; $H_2O=1,1-2\%$ va boshqalar bo'lgan murakkab azot-fosforli o'g'it — superammofos-Q olishga erishiladi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi $85-98\%$ ga yetadi.

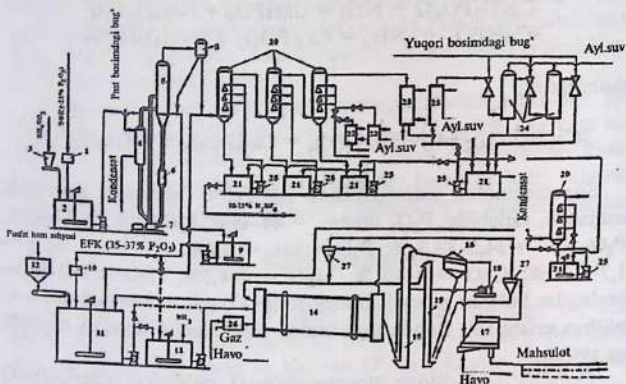
Qorotog' fosforitidan superammofos-Q, qo'shaloq superfosfat-Q va intensivlangan usulda ammosfos (ammofos-Q1) ishlab chiqarishning kombinatsiyalangan texnologiyasi 6.13-rasmda tasvirlangan.

Superammofos-Q olish. Buning uchun EFK ombordan me'yorlashtirgish (1) orqali aralashtirgish (2) ga tushadi, u yerga o'lchov me'yorlashtirgish (3) orqali EFK dagi MgO miqdoriga muvofiq:



formulaga, asosan ammoniy nitrat beriladi. Aralashma yaxshi aralashtiriladi va bug'latish jihoziga beriladi, u yerda kislota $35-37\%$ P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latiladi. Bug'latilgan va qisman florizlantirilgan ekstraksion fosfat kislota yig'gish (9) ga tushadi.

Yig'gichdagi konsentrlangan kislota reaktor (11) ga uzatiladi, u yerda o'lchov me'yorlashtirgish (12) orqali tushadigan fosforit bilan ta'sirlashadi. Jarayon $40-80^{\circ}\text{C}$ haroratda 1,5–2 soat davom etadi. Hosil bo'lgan fosfat suspenziyasi saturator (13) ga uzatiladi, u yerda gaz holatdagi ammiak bilan $\text{pH}=2,5$ gacha neytrallanadi va nasos yordamida BDG' jihozi (14) ga uzatiladi. Donadorlangan mahsulot BDG' jihozidan elevator (15)ga, undan elak (16)ga kelib tushadi. Standart o'lchovdagi (1–4 mm li) mahsulot aerosovitgish (17) ga beriladi, u yerda xona haroratigacha soviydi. Standart o'lchovdan (4 mm dan) yirik donachalar tegirmon (18) da maydalanadi va yana qaytadan elash uchun uzatiladi. Elaklashdan chiqadigan mayda fraksiya esa BDG' ga tashqi retur sifatida uzatiladi.



6.13-rasm. Qoratog' fosforitidan murakkab donadorlangan azot-fosforli o'g'itlar (superammofos-Q, qo'shaloq superfosfat-Q, ammosfos-Q1) ishlab chiqarishning kombinatsiyalashtirilgan texnologiyasi prinsipial sxemasi: 1,3,10,12 – me'yorlashtirgichlar; 2 – aralashtirgich; 4 – issiqlik almashtirgich; 5 – separator; 6 – tutgich; 7 – sirkulyatsiyali nasos; 8 – tomchi ajratgich; 9 – bug'latilgan EFK ni yig'gich; 11 – reaktor; 13 – ammoniyashtirgich; 14 – BDG' jihozi; 15,19 – elevatorlar; 16 – elak; 17 – donachalar sovitgichi; 18 – tegirmon; 20 – yuvish mineralari; 21 – sirkulyatsiya baklari; 22 – issiqlik almashtirgich; 23 – kondensatorlar; 24 – vakuum-ejeksiyalni qurilma; 25 – nasoslar; 26 – yog'ilg'i yondirgichi; 27 – siklonlar.

Vakuum-bug'latgichli jihozdan chiqadigan chiqindi gazlari absorberlar (20)da kremneftorid kislotasining kushsiz eritmasi va suv bilan absorbtisyalanadi, kondensatorlar (23)da sovitiladi va bug'ejeksiyali nasoslar (24) yordamida atmosferaga chiqariladi. O'g'it olish bo'linmalari (BDG', elak, tegirmon, aerosovitgish va b.) dan chiqadigan changli gaz — siklonlar (27)da tozalanadi, absorber (20)da suv bilan yuviladi va atmosferaga chiqariladi. tsiklonda tutib qolingang chang mayda fraksiyali mahsulot bilan birgalikda BDG' ga uzatiladi.

Qo'shaloq superfosfat-Q olish. Qoratoq' fosforiti va undan olingan ekstraksion fosfat kislotasi asosida qo'shaloq superfosfat — qolishni ham yuqorida bayon etilgan usulda olinishi mumkin, faqatgina kislota me'yori kam beriladi, fosfatli suspenziyani ammiak gazi bilan neytrallanishi amalga oshirilmaydi (6.13-rasmning fosfat kislotali parchalash bosqichidan keyingi uzuq shiziq va nuqtali yo'nalish) va u to'g'ridan-to'g'ri quritish uchun BDG' ga uzatiladi.

Intensivlangan usulda ammofos-Q 1 olish. Qoratoq fosforitidan intensivlangan usulda ammofos olishda ham 6.13-rasmdagi sxemadan foydalanilishi mumkin. Bunda ekstraksion fosfat kislotasida qo'shimcha fosforitni parchalash jarayoni o'tkazilmaydi, bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotasi ammiak gazi bilan neytrallanadi va suspenziya BDG' ga uzatiladi. Amaldagi ammofos ishlab chiqarish usulida esa kuchsiz (~21 % P_2O_5 li) ekstraksion fosfat kislota neytrallangash, hosil qilingan suspenziya bug'latiladi. Bunda suspenziyani bug'latish uchun ammofos-Q 1 usulidagiga nisbatan ko'p miqdordagi energiya talab etiladi.

Bayon etilgan superammofos — qolish usulini hozir kunda amalda bo'lgan Qoratoq' fosforiti 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 15 % ga va ammiakni 80 % ga iqtisod qilinishi, chiqindi — fosfogips unumini 15 % 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 flor birikmalarining qo'shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

6.3.8. Ammoniy poli va metafosfatlar

Degidratlangan ammoniy fosfatlari — poli- va metafosfatlarning o'g'it sifatida ishlab chiqarilishi undagi ozuqa elementlarining ammoniy fosfatlaridagiga nisbatan ko'pligi sababli rivojlanib bormoqda. Olinish sharoitiga bog'liq holatda ular tarkibida 53–70 % P_2O_5 va 13–30 % NH_3 bo'ladi; ular suyuq va qattiq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishda qo'llanilishi mumkin. Degidratlangan ammoniy fosfatlar odatda orto- $[(NH_4)nH_{3-n}P_2O_4]$, diorto- $[(NH_4)_nH_{4-n}P_2O_7]$, tripoli- $[(NH_4)nH_5-nP_3O_{10}]$, meta- $[(NH_4)_nH_{4-n}P_3O_{10}]$ va boshqa kondensirlangan shakllar ko'rinishida bo'lib, ular amalda to'la o'simliklarga o'zlashadi; ular o'zining agrokimyoviy samaradorligi bo'yicha ammoniy ortofosfatlaridan qolishmaydi. Ammoniy polifosfatlari gigroskopikligi kam va yetarlicha barqarordir — $100^\circ C$ gacha qizdirilganda ulardan ammiak ajralmaydi.

Ammoniy polifosfatlari: 1) yuqori haroratda orto- va polifosfat kislotalarni ammoniylashtirish; 2) ammoniy ortofosfatlarini degidratatsiyalash; 3) P_2O_5 ni ammiak bilan ta'sirlashishi natijasida olinishi mumkin. Masalan, superfosfat kislotasining 0,3–0,7 MPa bosim ostida yuqori haroratli ($200^\circ C$) ammoniylashtirilishidan suyuqlanma hosil qilinadi, u orto-, diorto-, tripoli- va boshqa ammoniy polifosfatlaridan iborat; donadorlangan mahsulot tarkibida: 80% gacha o'zlashadigan $N+P_2O_5$ ($\sim 60\% P_2O_5$ va 17–20 % N) bo'ladi. Mahsulot tarkibi ammoniylashtirish bosimiga bog'liqdir. Atmosfera bosimida, tarkibida: 61–64% P_2O_5 va 13–15 % NH_3 bo'lgan, 1 MPa bosimda esa — 55–57% P_2O_5 va 27–28% NH_3 bo'lgan, ya'ni yaxshi $N:P_2O_5$ nisbatiga ega bo'lgan mahsulotlar olinadi. Oldindan $110\text{--}120^\circ C$ gacha qizdirilgan termik yoki bug'latilgan (51–58% P_2O_5 li) ekstraksion fosfat kislotaning $180\text{--}210^\circ C$ da qizdiriladigan reaktorlarda ammoniylashtirilishidan ham tarkibida: $\sim 13\%$ N va 60–63 % P_2O_5 , undan absolut 35–36 % (nisbiy 57–58%) kondensirlangan shakldagi P_2O_5 bo'lgan ammoniy polifosfat suyuqlanmalari olinishi mumkin. Bu suyuqlanmalar an-

chagina mustahkam (6,7–9,3 МПа) va nisbatan oz gigroskopiklikka ega bo'lgan donachalar hosil qiladi.

Shunga o'xshash mahsulotlar ammoniy ortofosfatlarini yuqori haroratli (250–350°C) degidratatsiyalash orqali ham olinadi; bunda ularning dissotsilanishi natijasida, ammiak yo'qotilishi oldini olish maqsadida jarayon ammiak atmosferasida va yuqori bosimda amalga oshiriladi; shuningdek, qo'shimchalar, masalan, ammoniy nitrat qo'shish ham foydadan holi emas.

6.4. Nitroammofosfatlar va karboammofosfatlar

Ammofos tarkibidagi ozuqa komponentlarining nisbati ($N:P_2O_5 < 1:4$) jihatdan nomaqbul hisoblanadi. Ta'sir etuvchi moddalarining nisbati tenglashtirilgan o'g'itlar olish uchun fosfat kislotaning ammiak bilan neytrallanishini — reaksiya aralashmaga boshqa azot bo'lgan komponentlar — nitrat kislota, ammoniy nitrat va karbamid eritmalari yoki suyuqlanmalari va boshqalar qo'shish orqali amalga oshirilishi mumkin. Bunday o'g'itlarda ammoniy fosfatlarining ammoniy nitrat bilan qo'shilishidan ular nitroammofoslar ($N+P$), karbamid bilan qo'shilishidan esa — karboammofoslar ($N+P$) deyiladi; unga yana kaliy tuzlari (KCl yoki K_2SO_4) qo'shimchalari qo'shilishidan ushlik o'g'it ($N+P+K$) — nitroammofoska va karboammofoska olinadi. Bu o'g'itlardagi barcha komponentlar suvda yaxshi eriydi.

Donadorlangan nitroammofos va nitroammofoska, karboammofos va karboammofoska yuqori konsentratsiyali ballastsiz o'g'itlar hisoblanadi. Ulardagi ta'sir etuvchi moddalar 55% dan ortishi mumkin. Har qanday nisbatdagi ozuqa elementlari bo'lgan o'g'itlar olinishi mumkin.

Reaksiya massada kalsiy birikmalarining bo'lmashligi (ekstraksiya fosfat kislotasi ishlatilganda CaO ning konsentratsiyasi 1 %dan oshmaydi), uni tez va shuqur ammoniylashtirish imkoniyatini beradi, chunki undagi fosfor bu sharoitda retrogradatsiyalanmaydi (trikalsiyfosfatga aylanib qolmaydi). Shuning uchun ammoniylashtirishni diammonitrofoska olish bilan barcha fosforni diammoniyfosfatgacha aylantirilishi orqali o'tkazilishi mumkin. Bunday ammiak sarfining ortishi hisobiga boshqa qimmatbaho azot birikmalari

(HNO_3 , NH_4NO_3) ning sarfi kamayadi. Bir qism ammoniy nitratning ammiak bilan almashinishi hisobiga o'g'itdagi umumiy ozuqa elementlarining miqdori ham ortadi, chunki ammiakdagi azotning konsentratsiyasi ammoniy nitratdagiga nisbatan 2,5 marta ko'pdir. Masalan, ozuqa moddalari nisbati 1:1:1 bo'lgan nitroammofoska tarkibida 17 %dan N, P_2O_5 va K_2O (tarkibi 17-17-17) bo'ladi, diammonitrofoskada esa 17,7 %dan (17,7-17,7-17,7) N, P_2O_5 va K_2O bo'ladi.

Karboammofos va karboammofoska fosfat kislotani karbamid bo'lgan suyuqlanma bilan neytrallanishidan va karbamidning monoammoniyfosfat eritmasi bilan aralashtirish va hosil qilingan eritma yoki suyuqlanmani donadorlangan mahsulotga qayta ishlanishidan olinadi. Bunda NH_3 ajralib chiqishi bilan karbamidning qisman gidrolizlanishi va ammoniy fosfatning dissotsilanishi sodir bo'lishi mumkin, bu ammiakni fosfat kislota bilan tutib qolinishi va neytrallashga yuborilishi kerak.

A, B va V markadagi nitroammofos tarkibida N — P_2O_5 — K_2O muvofiq holda (% hisobida): 23-23-0, 16-24-0 va 25-20-0 bo'ladi. Barcha markalar uchun P_2O_5 s.e. 95 %dan kam emas, H_2O miqdori 1,5 %dan ko'p emas, 1-4 mm li donachalar 90 %, 4 mm li va 1 mm dan mayda donachalar esa 5 %dan ko'p bo'lmaydi.

A markadagi nitroammofoska (DAST 19691-84) tarkibida 17-18% dan N, P_2O_5 umum. va K_2O (P_2O_5 s.e. 15 %); B markadagi mahsulotda: 13-14 % N va 19-20 %dan P_2O_5 umum. va K_2O (P_2O_5 s.e. 16 %) bo'ladi. Ikkala markada ham suv miqdori 0,8 %dan ko'p emas, 1-4 mm li donachalar 94 %dan kam emas, 1 mm dan kishik va 4-6 mm li donachalar 3 %dan ko'p emas, 6 mm dan yirik donachalar — yo'q; donachalarning statik mustahkamligi 2 MPa dan kam emas bo'ladi.

Karboammofos tarkibida $26 \pm 1\%$ N, $26 \pm 1\%$ P_2O_5 (shu jumladan 25 %dan kam bo'lmagan P_2O_5 s.e.), karboammofoskada esa ta'sir etuvchi moddalar 48-54 % (17 ± 1 %dan N, P_2O_5 umum. va K_2O) bo'ladi; ikkala mahsulotda ham 1 %dan ko'm bo'lmagan H_2O bo'ladi; 1-4 mm li donachalar 90%dan kam emas, 1 mm dan mayda donachalar 5 %dan ko'p emas, 6 mm dan yirik donachalar — yo'q; donachalarning statik mustahkamligi 2 M+a dan kam emas bo'ladi.

Ko'rsatib o'tilgan o'g'itlar ishlab chiqarish jarayonlari uchta guruhga ajratilishi mumkin:

1. Ikki bosqichli ammoniylashtirish jarayonlari, bunda konsentrlangan (47-54% P_2O_5) fosfat kislotasi ammiak bilan $NH_3:H_3PO_4=0,6-0,7$ molar nisbatigacha neytrallanadi; so'ngra $N:P_2O_5$ nisbatini oshirish uchun hosil qilingan eritma ammoniy nitrat yoki karbamid bilan aralashtiriladi va ammoniylashtiruvchi donadorlagishda mono va diammoniy fosfatgacha ammoniylashtiriladi, shu bilan bir paytda unga retur va kaliy xlorid beriladi. Qo'shimcha ammoniylashtirish donachalar sirtida yupqa qatlamda amalga oshiriladi, shuning uchun jarayon ko'p miqdordagi retur (3,5-10 marta) o'tkaziladi. Bu quritish barabanidan chiqadigan material namligini hammasi bo'lib ~1,5 % da ushlab turilishiga imkon beradi. Hosil qilingan donachalar sferik shaklga ega bo'ladi va yuqori mustahkamlikka egadir.

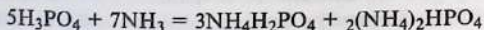
2. Kam returli jarayonlar, bunda reaktorda kerakli tarkibdagi suspenziya olinadi, donadorlash va quritilish esa bitta jihozda amalga oshiriladi. Suspenziya forsunka bilan changlatiladi, tushayotgan tomchilarning qurishi natijasida parda hosil bo'lib, donachalar shakllanadi. Bunda retur va mahsulot miqdorlarining nisbati 0,3-1 ni tashkil etadi.

3. Suyuqlantirishli jarayonlar, bunda kislotalar aralashmasi neytrallanish issiqligidan foydalanilgan holda neytrallanadi. So'ngra eritma vakuum ostida suyuqlanma holatigacha bug'latiladi, kaliy xlorid bilan aralashtiriladi (agar NPK markali o'g'it olinsa) va minorada (yoki barabanli donadorlagishda; bu holda donadorlagishga retur va kaliy xlorid beriladi) donadorlanadi. Suyuqlantirish jarayonlarida juda mustahkam shishasimon donachalar olinadi.

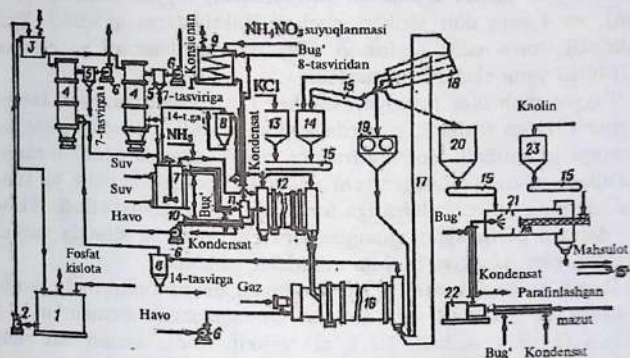
Ammoniylashtiruvchi donadorlagish ishlatilish bilan nitroammofos yoki nitroammofoska ishlab chiqarish sxemasi ammofos ishlab chiqarish sxemasi bilan deyarli bir xildir; ularga qo'shimcha faqatgina nitrat kislotani neytrallash tarmoqlari (NIF - neytrallash issiqligidan foydalanish apparati) o'rnatilgan va ammoniy nitrat suyuqlanmasi (95-97% NH_4NO_3) va kaliy xlorid (NPK o'g'it olishda) AD jihoziga beriladi. 1 t ozuqa elementli 17-17-17 markadagi nitroammofoska ishlab chiqarish uchun 0,341 t ekstraktsion

fosfat kislota (P_2O_5 hisobida), 0,34 t azot (undan 0,205 tonnasi NH_3 shaklida), 0,336 t K_2O , 0,043 t konditsionirlovchi qo'shimcha, 0,59 t bug' (0,8 MPa), 426 Mj elektroenergiya, 57 m^3 tabiiy gaz (35,6 Mj/ m^3), 30 m^3 suv sarflanadi.

6.14-rasmda diammonitrofoska ishlab chiqarish sxemasi ko'rsatilgan. Yig'gich 1 dan fosfat kislota (40-42,5 % P_2O_5) nasos (2) yordamida quyuvchi bak (3)ga uzatiladi, undagi kislota esa muntazam ravishda oldindan yuvish skrubberlari (4) orqali reaktor (7)ga tushadi. Skrubberlarda ammoniylashtiruvchi donadorlagich (12) va quritish barabani (16)dan chiqadigan gazlar tozalanadi. Reaktor (7)da fosfat kislota bilan birga 0,15-0,2 MPa bosim ostidagi ammiak gazi ham beriladi, muntazam aralashtirilishi natijasida fosfat kislota neytrallanadi. Reaktorga beriladigan ammiak miqdori $NH_3:H_3PO_4=1,4:1$ molyar nisbatdagi ($pH=5,6\div 5,7$) suspenziya olinishini ta'minlaydi. Shunday nisbatda ~60% monoammoniy fosfat va ~40% diammoniy fosfat hosil bo'ladi:



Reaksiya issiqligi hisobiga reaktordagi harorat 115-120°C chegarasida ushlab turiladi. Bunda kislota bilan kiradigan 20-30% suv bug'lanadi. Reaktordan chiqishda suspenziya tarkibida ~25% suv bo'ladi. Ammoniy fosfatlarning suv bilan bunday nisbatida suspenziya harakatshan bo'ladi; uni aralashtirgich (11) orqali ammoniylashtiruvchi donadorlagishga (12) ga yuboriladi. Aralashtirgishga bir vaqtda: quyuvchi bak (9) dan 96-98 % NH_4NO_3 konsentratsiyali ammoniy nitrat suyuqlanmasi (uni nitrat kislotani NIF jihozida neytrallash sexidan olinadi), ammiak gazi, bunker (13) dan kaliy xlorid va bunker (14) dan retur beriladi. Ammoniylashtiruvchi donadorlagishda monoammoniyfosfatning diammoniyfosfatga qo'shimcha ($NH_3:H_3PO_4=1,8\div 1,95$ molyar nisbatigacha) ammoniylashtirishi va mahsulotning donadorlanishi bilan bir paytda oxirgi barcha komponentlarning aralashtirishi sodir bo'ladi. Bunda 25 % acha suv bug'lanadi hamda KCl va NH_4NO_3 ning bir qismi NO_3 va $NHCl$ ga aylanadi.



6.14-rasm. Diammonitrofoska ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – fosfat kislota yig'gichi; 2 – markazdan qochma nasos; 3 – quyuvchi bak;
 4 – yuvish skrubberlari; 5 – tomchi ushlagich; 6 – ventilatorlar; 7 – reaktor;
 8 – siklonlar; 9 – ammiakli selitra suyuqlanmasi uchun quyuvchi bak; 10 – havo
 qizdirgich; 11 – aralashtirgich; 12 – ammoniyashtiruvchi donadorlagich;
 13 – kaliy xlorid uchun bunker; 14 – retur bunker; 15 – lentali konveyerlar;
 16 – yondirgichli quritish barabani; 17 – elevator; 18 – ikki xil teshikli elak;
 19 – valli tegirmon; 20 – bunker; 21 – konditsioner baraban;
 22 – me'yorlashtiruvchi nasos; 23 – changlashtiradigan qo'shimcha uchun bunker.

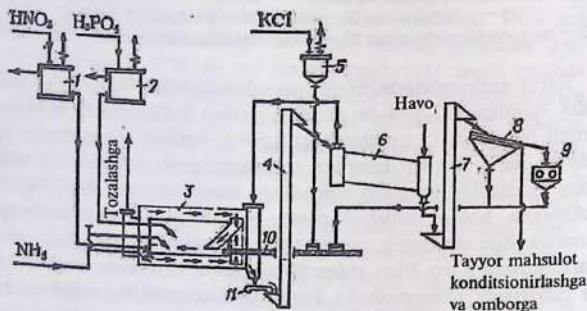
Retur ammoniyashtiruvchi donadorlagishdan chiqadigan mahsulot namligini 2,5–4 % atrofida ushlab turilishini ta'minlashga yetarli miqdorda (1 t mahsulotga 2,5–3 t) beriladi. Diammoniy fosfatning parchalanishi hisobiga ammiakning yo'qotilishining oldini olish maqsadida jihozdin chiqadigan massa harorati 70–75°C dan oshmagan holda ushlab turiladi. Suv bug'i va ta'sirlashmagan ammiak donadorlagich orqali ortiqcha issiqlikni yo'qotish uchun purkaladigan havo bilan chiqarib yuboriladi va yuvish skrubberi (4) ga yuboriladi. Diammofoska donachalari donadorlagichdan quritish barabani (16) ga tushadi, u yerda 0,8–1% oxirgi namlikkacha quriydi. Quritishni kirishda 160–180°C va chiqishda 85–110°C haroratda bo'lgan o'txona gazlari bilan amalga oshiriladi. Mahsulot quritgishdan 68–75°C li harorat bilan chiqadi va elevator (17) bilan ikki xil teshikli elak (18) ga beriladi, u yerda elanib, uch xil: retur

(1 mm. dan kichik o'lchamli zarrachalar), tayyor mahsulot (1–4 mm), va 4 mm dan yirik donachali fraksiyalarga ajratiladi. Yirik fraksiyali donachalar tegirmon (19) da maydalanadi va elevator (17) bilan yana elashga qaytariladi.

Tayyor mahsulot fraksiyasi bunker (20) orqali barabanli konditsioner (21) ga tushadi, u yerda yog'lantiriladi, changlantiriladi va omborga jo'natiladi. Yog'lantiruvchi modda sifatida parafinli mazut ishlatiladi, u me'yorlashtiruvchi nasos (22) orqali beriladi va konditsionerning birinshi doirasiga forsunka orqali changlatiladi. Ikkinchi doiraga beriladigan changlashtiruvchi material sifatida kaolin, kizelgur, gips, ohak va boshqa moddalar ishlatiladi.

Bayon etilgan sxema bo'yicha olingan diammonitrofoska yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'ladi. Undagi ozuqa elementlari N : P_2O_5 : K_2O ning nisbati 1:1:1 ni tashkil etadi, ammo iste'molchining talabiga muvofiq o'zgartirilishi mumkin.

Diammoniy nitrofoska turidagi o'g'it (18–18–18) olishga mo'ljallangan «Freyzer» ingliz firmasining sxemasi – kam returli sxema bo'yicha ishlaydi. Bunda ammoniy lashtirish, komponentlarni aralashtirish, donadorlash va quritish bitta jihozda – ichki retur bilan baraban shaklidagi donadorlagichda amalga oshiriladi (6.15-rasm).



6.15-rasm. Murakkab o'g'it ishlab chiqarishning kam returli sxemasi: 1 – HNO_3 uchun quyuvshi bak; 2 – H_3PO_4 uchun quyuvshi bak; 3 – ammoniy lashtiruvchi donadorlagich; 4 – elevator; 5 – KCl uchun bunker; 6 – sovitish barabani; 7 – elevator; 8 – elak; 9 – tegirmon; 10 – shnek; 11 – lentali konveyer.

Donadorlagich baraban ko'rinishida bo'lib, uning ichiga to'la hajmi bo'yicha kontsentrik kichikroq diametrdagi ikkinshi baraban joylashtirilgan. Ikkala baraban bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda aylanadi. Ichki barabandagi tashqi barabandan tushadigan donachalar qatlamiga — diammoniyfosfat hosil bo'lish hisobidagi miqdorda fosfat kislota (42–49 % P_2O_5) va gaz holatdagi ammiak beriladi. Xuddi shu yerga kaliy xlorid ham kiritiladi. Tashqi barabandagi ishki barabandan tushadigan donachalar qatlamiga ammoniy nitrat hosil bo'lishi hisobidagi nitrat kislota (67–69 % HNO_3) va ammiak beriladi. Donachalarning barabanlar ichidagi sirkulatsiyasi uzluksiz amalga oshiriladi. Barabanlarning aylanishidan donachalar ishki baraban uzunligi bo'yicha aralashadi va uning oxirigacha boradi, so'ngra qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadigan tashqi barabanga tushadi. Donachalar tashqi barabandan kovsh (tashish moslamasi) ga tushadi va u orqali yana ichki barabangan qaytariladi. Kaliy xlorid va oz miqdordagi retur shnek bilan ishki barabanning fosfat kislota uzatilishini qarama-qarshi tomonidan beriladi. Barabanlarning aylanish chastotasi $1,4s^{-1}$ ga teng. Ulardagi harorat 65–95°C ni tashkil etadi. Mahsulotni quritish faqat reaksiya issiqligidan foydalanilgan holda amalga oshiriladi. Ortiqsha issiqlik sovitish barabanidan keladigan havo yordamida chiqarib yuboriladi. Havo barabanlar oraliq'i orqali o'tadi va so'ngra tozalashga yuboriladi.

Ishlab chiqariladigan tayyor mahsulotning namligiga (0,3–0,5 %) bog'liq holda ishki retur va mahsulotning 30–60:1 chegarasida bo'ladi. Elash natijasida olinadigan tashqi returning miqdori unshalik ko'p bo'lmaydi, u 1 t tayyor mahsulot hisobiga 0,4 t bo'ladi. Donadorlashni massaning namligi 1 %dan kam bo'lganda o'tkaziladi, bu mayda donachalar hosil bo'lish imkonini beradi va mahsulot fraksiyasi 70 %ga yetadi.

6.5. Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash asosida o'g'itlar ishlab chiqarish

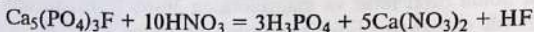
Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalanishidan nitrat kislotali ajratma (so'rma) deb ataladigan — tarkibida kalsiy nitrat va erkin fosfat kislota bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Ajratmani keyingi

bosqichlarda qayta ishlash usullariga bog'liq holda, bir komponentli — azotli va fosforli hamda ozuqa elementlarining eng keng diapazonidagi ko'p komponentli murakkab — azot-fosforli (N-P) yoki azot-fosfor-kaliyli (N-P-K) o'g'itlar ishlab chiqarilishi mumkin. Sulfat kislotali usuldan farqli ravishda, fosfatli xomashyoni nitrat kislotali parchalanishida nafaqat kislotalaning kimyoviy energiyasidan foydalaniladi, balki azot ham o'g'it tarkibiga to'la o'tadi. Kislotalni bunday kombinatsiyali ishlatish iqtisodiy jihatdan ansha qulaydir. Bu usulning kamchiligi nitrat kislotali ajratmadan bir qism kalsiyni yo'qotish yoki uni erimaydigan tuzlar hosil qilgan holda ajratib olish hisoblanadi; agar kalsiy ajratib olinmasa, ishlab chiqariladigan o'g'it tarkibidagi ballast (erimaydigan kalsiy birikmalari) hisobiga ozuqa elementlarining konsentratsiyasi pasayadi. Bundan tashqari, ajratmada kalsiyning bo'lishi hisobiga o'g'itdagi fosforning to'la suvda eruvchan shaklda bo'lish imkonini bermaydi.

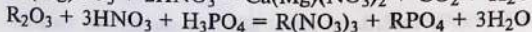
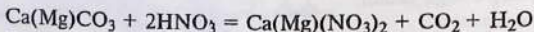
Shunga qaramasdan, fosfatlarni nitrat kislotali qayta ishlash yirik masshtabda qo'llaniladi. Ayniqsa, bu usul — fosfatlarni sulfat kislotali parchalashda kerak bo'ladigan oltingugurtli resurslar yetishmaydigan mamlakatlarda (ko'pincha o'arbiy Evropada) keng qo'llaniladi.

6.5.1. Fosfatlarni nitrat kislota bilan parchalash

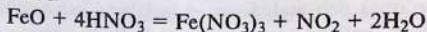
Fosfatlarni nitrat kislotali parchalashda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Fosfat tarkibidagi qo'shimchalar — kalsiy va magniy karbonatlari, temir, alyuminiy va nodir elementlar oksidlari nitrat va fosfat kislotalar bilan ta'sirlashib nitratlar va fosfatlar hosil qiladi:



Fosfatlar tarkibida temirning ikki valentli birikmalari bo'lgan minerallarining ishtirok etishi ularning nitrat kislotalda oksidlanishiga olib keladi:



Qattiq fazaga kam eriydigan fosfatlarning, gaz fazasiga esa — azot oksidlarining ajralishi ozuqa moddalarining yo'qotilishiga olib keladi.

Vodorod florid fosfatlar bilan yo'ldosh silikat minerallarining parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan silikat kislota bilan ta'sirlashib, odatda, H_2SiF_6 tarzida eritmada qoladi.

Tabiiy fosfatlarning, apatitdagi CaO yoki fosforitdagi CaO va MgO miqdoriga muvofiq keladigan stexiometrik miqdordagi nitrat kislota bilan aralashtirilishi natijasida — eritmada tuzlarning to'planishi va eritma kislotaliligi kamayishi hisobiga parchalanish mun-tazam ravishda sekinlashib boradi — 1,5–2 soat ishidagina parcha-lanish darajasi 98–99 %ga yetadi. Jarayon davomiyligini kamay-tirish uchun u 2–5 % ortiqcha olingan nitrat kislota o'tkaziladi. Ko'pgina hollarda ortiqcha nitrat kislota 20 %gacha oshiriladi va ko'pincha olingan bunday eritmalar azot miqdori oshirilgan o'g'it-larga aylantiriladi.

Odatda, tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash 45–50°C ha-roratda o'tkaziladi va bu harorat optimal hisoblanadi. Haroratning 50°C dan oshirilishi natijasida eritma qovushqoqligi kamayadi, diffuziya sharoiti yaxshilanadi va parchalanish tezligi ortadi. Lekin jihozlarning korroziyasi tezlashadi. Talab etilgan harorat, asosan, reaksiyaning issiqlik effekti (290 kJ/mol) hisobiga ushlab turiladi; kerak bo'lganda nitrat kislota-ni-ning issiqlik almash-tirgichi orqali qizdirilishi yoki sovitilishi mumkin.

P_2O_5 ning eritmaga ajralish darajasi kislota konsentratsiyasiga unchalik ham bog'liq emas. Odatda, eritmaga 99 %gacha P_2O_5 , CaO , MgO va nodir elementlar, 95 %gacha fluor, 70 %gacha temir o'tadi.

Fosfatlarning parchalanishi aralashtirgish o'rnatilgan ikkitadan beshtagacha birin-ketin o'tadigan reaktorlarda uzluksiz usulda o'tkaziladi. Reaktorlardan chiqadigan gazlar ventilatorlar bilan so'rib olinadi va skrubberda fluor birikmalaridan tozalangandan so'ng atmosferaga shiqarib yuboriladi.

Parchalanish tugaganidan so'ng eritma va quyqum (erimaydigan qoldiqdan iborat shlam) dan iborat suspenziya hosil bo'ladi; apa-titni qayta ishlashda undagi 60–80 % strontsiy quyqumga o'tadi, uni ajratib olinishi mumkin. Lekin quyqumning ajratilishi uning

kalloid xossalari sababli qiyinlashadi — u qiyin tinadi va qiyin filtrlanadi.

Shuningdek, fosfat tarkibidagi ftorning ko'p qismi eritmaga H_2SiF_6 tarzida o'tadi, fosfatlarni nitrat kislotali parchalashda ftor birikmalarini ajratib olish va ishlatish (utilizatsiyasi) ma'lum qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Eritmadan ftorni unga natriy tuzlari — $NaNO_3$ yoki Na_2CO_3 qo'chish orqali ajratib olinishi mumkin. Stexiometrik me'yorning 300 % miqdorida natriy ionlari kiritilishi natijasida eritmadagi 80–85 % ftorni natriy kremneftorid tarzida sho'ktiriladi. Natriy xlorid ishlatish o'rinsizdir, chunki xlorid ionlari xromnikelli po'latdan tayyorlangan jihozlar korroziyasini kuchaytiradi. Na_2SiF_6 kristall sho'kmasi eritmadan tindirish, so'ngra filtrlash orqali ajratiladi. Nitrat kislotali qayta ishlashda 1 t apatitdan 30 % namligi bo'lgan 63 kg Na_2SiF_6 olinadi; quruq moddada Na_2SiF_6 miqdori 87 % ni tashkil etadi.

Apatit konsentrati tarkibida 0,9–1% tseriy guruhining nodir elementlari (tseriy, lantan va b.) bo'ladi. Apatit konsentratini nitrat kislotali parchalash natijasida hosil qilingan eritmadan ularni ajratib olish — kushsiz kislotali eritmalarda ($rN=2\div2,5$) nodir elementlar fosfatlari eruvchanligining kamligiga asoslangan. Nodir elementlarni cho'ktirish uchun eritmadagi barcha nitrat kislotali va fosfat kislotalari birinchi vorod ionlarining, taxminan 50%ini neytrallash kerak. Bunda qattiq fazaga fosfatlar shaklida 70–80% (apatit konsentrati tarkibidagi) nodir elementlar o'tadi. Ular bilan birgalikda eritmadan boshqa bir neshta qo'shimchalar cho'kadi, shuning uchun olingan qattiq qoldiqda ~65 % nodir elementlar fosfatlari bo'ladi, ulardan deyarli yarmi seriy fosfat hissasiga to'g'ri keladi.

6.5.2. Nitrat kislotali ajratmani qayta ishlash usullari

Nitrat kislotali ajratmani qayta ishlash alohida-alohida fosfatlar (dikalsiyfosfat, monokalsiyfosfat) va nitratlar (kalsiyli va ammiakli selitrallar) olish yoki murakkab o'g'itlar olish bilan amalga oshirilishi mumkin.

Bir komponentli o'g'itlar, masalan, nitrat kislotali ajratmadagi fosfat kislotali ohak yoki ohak suti bilan neytrallash yo'li bilan

olinishi mumkin. Bunda dikalsiyfosfat (pretsipitat) cho'kmasi hosil bo'ladi, uni filtrlash orqali eritmadan ajratiladi va quritiladi. Qolgan kalsiy nitrat eritmasi bug'latiladi va kristallantiriladi. Mono-kalsiyfosfat va kalsiynitrat alohida-alohida olinishi ham mumkin; kalsiy nitratni ammoniy karbonat yordamida ammoniy nitrat va kalsiy karbonatga konversiyalanishi mumkin.

Ajratmadan bir komponentli o'g'itlar olish katta miqdordagi kapital va ishlab chiqarish xarajatlari talab etadi. Shuning uchun nitrat kislotali ajratmadan fosforli va azotli o'g'itlarni alohida-alohida olish hozirda qo'llanilmaydi.

Nitrat kislotali ajratmadan murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda uni odatda, neytrallanadi va hosil qilingan suspenziya componentlarga ajratilmagan holda suvsizlantiriladi. Filtrlanish jarayonining bo'lmasligi texnologik jarayonni soddalashtiradi.

Hozirgi paytda qo'llanilayotgan usullarda ajratmani ammiak bilan neytrallanadi. Bunday yo'l bilan olingan murakaab o'g'it tarkibida ikkita ozuqa elementi — azot va fosfor bo'ladi, ular nitrofoslar deyiladi. Ayrim hollarda donadorlashdan oldin neytrallangan suspenziyaga kaliy tuzlari (KCl , K_2SO_4) qo'shiladi va uchlik o'g'it — tarkibida azot, fosfor, kaliy bo'lgan nitrofoska olinadi.

Tabiiy fosfatlardagi $CaO:P_2O_5$ massa nisbati 1,3–1,8 chegarasida, ya'ni dikalsiyfosfatdagi — 0,79 ga qaraganda anchagina katta bo'ladi. Shuning uchun ajratmani ammiak bilan neytrallashda undagi fosfat kislotaning hammasi dikalsiyfosfat hosil bo'lishiga ketadi; eritmada $Ca(NO_3)_2$ tarzida ortiqcha kalsiy qoladi. Suspenziyani quritilishidan olingan mahsulot tarkibida kalsiy nitrat bo'ladi, uning gigroskopikligi o'g'it uchun o'rinsizdir. Eritmadan kalsiyni yo'qotish va $CaO:P_2O_5=0,79$ nisbatiga erishish orqali buni oldini olish mumkin. Bu holda mahsulotdagi barcha fosfor sitratli eruvchan dikalsiyfosfat shaklidagi bo'ladi. Bir qism fosforni suvda eruvchan shaklda olish va erkin fosfat kislotasini ammiak bilan neytrallanishidan ammoniy fosfatga aylanishi uchun reaksiya mas-sadagi $CaO:P_2O_5$ nisbatini yanada kamaytirish kerak.

Qayta ishlanadigan sistemalarda $CaO:P_2O_5$ nisbatini kamaytirishning quyidagi: 1) kalsiy nitratni kristallantirish; 2) qo'shimcha miqdorda (ekstraksion yoki termik) fosfat kislotaga kiritish; 3) ortiqcha kalsiyni sulfat kislotaga yoki ammoniy yohud kaliy sulfat bilan

cho'ktirish; 4) ortiqcha kalsiyni karbonat angidrid va ammiak bilan CaCO_3 shaklida sho'ktirish usullari qo'llaniladi.

Nitrat kislotali ajratmadan kalsiyni bog'lash yoki yo'qotish usuliga va $\text{CaO:P}_2\text{O}_5$ nisbatiga bog'liq holda turli tarkibdagi o'g'it olinadi. Odatda, nitratdagi ozuqa komponentlarini dikalsiyfosfat, ammoniy fosfatlari va nitratlari, kaliy tuzlari bilan ko'rsatiladi.

Ajratmadan kalsiy nitratni kristallantirish uni -10°C harorat-gacha sovitish yo'li bilan amalga oshiriladi, bunda kalsiynitratning tetragidradi $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kristallanadi, uni ajratib olingandan va quritilgandan so'ng o'g'it sifatida ishlatilishi mumkin yoki ammiakli selitrage qayta ishlanishi mumkin. Kalsiyning ajralish darajasi boshlang'ich nitrat kislota konsentratsiyasi va ajratmaning oxirgi harorati orqali aniqlanadi.

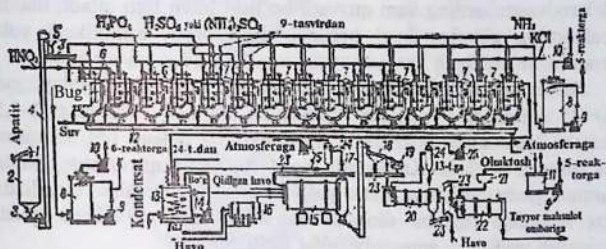
Ajratmani sulfat kislota bilan qayta ishlash yoki fosfatlarni nitrat va sulfat kislotalari aralashmasi bilan parchalash orqali har qanday $\text{CaO:P}_2\text{O}_5$ nisbatdagi eritma olish mumkin — kalsiyning bir qismi sulfatga birikadi va u o'g'it tarkibida ballast sifatida qoladi. Konsentratsiyasi 42-55 % bo'lgan nitrat kislota va 93% bo'lgan sulfat kislota ishlatiladi. Parchalanish mahsulotlari gaz holatdagi ammiak bilan qayta ishlanadi, buning natijasida suyuq fazasida ammiakli selitra, qattiq fazasida esa — dikalsiyfosfat va gips bo'lgan suspenziya olinadi.

Karbonatli usul bo'yicha nitrat kislotali ajratma dastlab gaz holatdagi ammiak bilan (ammoniyashtirish), so'ngra ammiak va karbonat angidrid bilan (ammoniyashtirish va karbonatlashtirish) va oxirida faqat karbonat angidrid bilan qayta ishlanadi. Bu usulning kamshiligi tayyor mahsulotdagi fosfatli komponentlar ulushi-ni boshqalariga nisbatan kamligi [$\text{N:P}_2\text{O}_5 = 1:(0,7-0,8)$] hisoblanadi. Tarkibidagi komponentlarning suvda (sitratda) eruvchan bo'lishligi dikalsiyfosfatdan ustunligini ko'rsatadi.

Tarkibida ballast — kalsiy sulfat yoki karbonat bo'lgan nitrofoskalarda ozuqa moddalari ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$) ning konsentratsiyasi 33-36 %ni tashkil etadi. Bir qism kalsiy nitratni kristallantirish yoki jarayonga fosfat kislota kiritish bilan olinadigan nitrofoskalarda esa ozuqa moddalarining konsentratsiyasi 45-50% ga yetadi.

«Tenglashtirilgan», A va B markali donadorlangan nitrofos tarkibida, muvofiq ravishda: 22 ± 1 ; 23 ± 1 va $24\pm 1\%\text{N}$; 22 ± 1 ; 17 ± 1 va

14±1% P_2O_5 o'zl. (shu jumladan 18,7 va 6 %dan kam bo'lmagan P_2O_5 s.e.); 1,5 %dan ko'p emas H_2O bo'ladi; mahsulotda: 1–4 mm donachalar ulushi 94 %dan kam emas; 1 mm dan kichik zarrachalar – 3%dan ko'p emas; elakda qoladigan 6 mm dan yirik zarrachalar bo'lmaydi; donachalar mustahkamligi – 2 MPa dan kam emas. Yirik masshtabda apatit konsentratidan 1:1:1 markali nitrofoska ishlab chiqariladi. Uning tarkibidagi ozuqa moddalarining yig'indisi 33 %dan kam emas, shu jumladan, 11 % N, 11 % K_2O va 10% P_2O_5 o'zl. (suvda eruvchi P_2O_5 ulushi o'zlashadigan P_2O_5 ning 55 %idan kam emas), 1,5 %dan ko'p emas H_2O bo'ladi. Donadorlik tarkibi va donachalar mustahkamligi nitrofosdagi kabi bo'ladi.



6.16-rasm. Nitrofoska ishlab chiqarish sxemasi: 1,23 – lentali konveyer; 2 – bunker; 3 – shnek; 4 – elevator; 5 – o'lchov me'yori; 6 – parchalanish uchun reaktorlar; 7 – ammoniyashtirish uchun reaktorlar; 8 – skruyer; 9 – markazdan qochma nasoslar; 10,25 – ventilatorlar; 11 – yig'gich; 12 – tarmov; 13 – suspenziya uchun yig'gich; 14 – suspenziya uchun nasos; 15 – BDG' jihozi; 16 – yondirgich; 17 – elevator; 18 – elak; 19 – tegirmon; 20 – sovitish barabani; 21 – qo'shimchani changlatish uchun bunker; 22 – konditsionirlash uchun baraban; 24 – siklonlar.

6.16-rasmda nitrofoska ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Fosfatli xomashyoni parchalash 50–80°C haroratda to'rtta reaktorlar (6) da amalga oshiriladi. Birinshi reaktorga fosfat va 47–53 %li nitrat kislota beriladi. Ushinshi va to'rtinshi reaktorlarga umumiy me'yorning 60 % miqdorida 92–93 %li sulfat yoki fosfat kislota qo'shiladi. Fosfatning parchalanishi 1 soat davomida intensiv aralashtirish orqali boradi. Suspenziya to'rtinshi reaktordan

ammoniyashtiruvchi reaktor (7) ga tushadi.

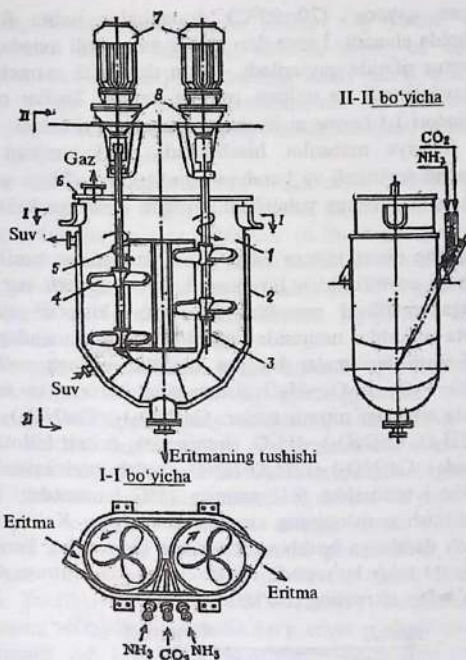
Ammoniyashtiruvchi reaktor U-simon shaklda bo'lib (6.17-rasm), korpus (1) va uning ichki qismi kulcha bilan biriktirgan hamda jihozni xuddi ikkita quvurga o'xshab ajratgan to'siq (5) dan tuzilgan. Har bir quvurning diametri 800-900 mm, balandligi ~2,5 m bo'ladi. Har bir trubaga $3s^{-1}$ (~200 ayl/min) shastota bilan aylanadigan oldinga suruvchi (propeller) shakldagi aralashtirgishlar o'rnatilgan. Reaktor sirtida suvli g'ilof bo'ladi; unga beriladigan suv yordamida haroratni boshqarib turiladi. Gaz holatdagi ammiak reaktorning pastki qismidagi ikkita quvurlar orqali beriladi. Fosfatlarni parchalash reaktorlari ham xuddi shunday tuzilishga ega bo'ladi, faqatgina ulardagi aralashtirgichlarning bitta kurakli va elektrodvigatellarning kam quvvatli bo'lishi bilan farq qiladi; ularda reaktorning g'ilofiga bug' beriladi. Reaktorlar xromnikelli yoki xromnikelmolibdenli zanglamaydigan po'latlardan tayyorlanadi.

Suspenziyani ammoniyashtirish uchun birin-ketin ishlaydigan 10-15 ta reaktor o'rnatilgan (massaning ulardan o'tish vaqti 2-2,5 soat). Ularga sulfat yoki fosfat kislotalarning qolgan (40 %) qismi va ammiak beriladi. Karbonatli sxema bo'yicha nitrofoska olishda ammoniyashtirgishlarga sulfat yoki fosfat kislotalar bilan birgalikda gaz holatdagi uglerod dioksid, va sulfat kislotali-sulfatli ishlab chiqarish usulida — ammoniy sulfat kiritiladi.

Kiritiladigan reagentlarning ammoniyashtirgishlarda taqsimlanishi rN qiymati bo'yicha belgilangan tartibga muvofiq amalga oshiriladi. Harorat 60-105°C chegarasida ushlab turiladi. Reaksiyaning issiqligi hisobiga ammoniyashtirgishlardan 15-20 % suv bug'lanadi. Reaktor 6 va birinchi ammoniyashtirgichdan chiqadigan gazlar (6.16-rasm), atmosferaga chiqarilishidan oldin fitor birikmalari, azot oksidlari va nitrat kislota bug'larini, neytrallagish (7) dan chiqadigan gazdan esa — nitrat kislota tutib qolish uchun suv bilan yuviladi.

Oxirgi uchta reaktor-ammoniyashtirgichga uchinchi ozuqa elementi — kaliy, odatda, KCl tarzida kiritiladi. Bunda qisman quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



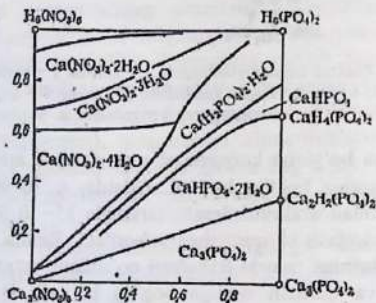


6.17-rasm. Reaktor-ammoniylashtirgish: 1 — korpus; 2 — sovitish g'ilofi;
3 — val; 4 — aralashtirgich kurakchasi; 5 — to'siq; 6 — qopqog';
7 — elektrodvigatel; 8 — reduktorlar.

Bu reaksiya bo'yicha konversiyalanish darajasi aralashtirishning davomiylik vaqtiga bog'liq bo'ladi. Odatda, u 70–90 % atrofida bo'ladi. KCl bilan aralashtirilgash, tarkibida 15–30 % suv bo'lgan massani donadorlash va quritishga yuboriladi. Bunda unga retur — tayyor mahsulotning mayda fraksiyasi qo'shiladi, returning miqdori donadorlash va quritish usuliga bog'liq bo'ladi. Hozirgi paytda donadorlash va quritish uchun, odatda, BDG¹ 15 jihozi, shuningdek, donachalarning qaynovchi qatlamli jihozlar qo'llaniladi.

Quritilgan qaynog' (70–90°C) donachalar uchta fraksiyaga ajratilgan holda elanadi. 1 mm dan kichik zarrashali mayda fraksiya BDG' ga retur sifatida qaytariladi. 4 mm dan yirik zarrachali yirik fraksiya maydalanadi va u ham returga ketadi. Tashqi returning umumiy miqdori 1 t tayyor mahsulotga 1 t ga to'g'ri keladi. 1–4 mm donachali fraksiya mahsulot hisoblanadi. Uni baraban (20)da 35–40°C gacha sovutiladi va baraban-konditsioner (22)ga yog'lash-tirish va changlashtirishga yuboriladi, so'ngra omborga kelib tushadi.

Fosfatlarning nitrat kislota bilan parchalanishidan hosil qilindigan eritmani sovutilishidan bir qism kalsiyni nitratli tuz tarzida qattiq fazaga ajratilishi mumkin. Bu nitrat kislotali ajratmani keyingi qayta ishlashlar natijasida tarkibida yuqori darajadagi suvda eruvchan fosforli birikmalar bo'lgan o'g'itlar olishga yo'l ochib beradi. $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{N}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasida harorat va tarkibiga bog'liq holda quyidagi nitratli tuzlar: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, shuningdek, (nitrat kislota ortiqcha bo'lganda) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \cdot \text{HNO}_3$ qo'sh tuzi kristallanishi mumkin. Misol tariqasida, 6.18-rasmda 25°C haroratdagi bu sistema kristallanish maydonining sxemasi keltirilgan. Kalsiy nitratning cho'kish darajasiga boshlang'ich nitrat kislotalaning konsentratsiyasi eng katta ta'sir ko'rsatadi; nitrat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan kalsiy nitratning cho'kishi ortadi.



6.18-rasm. 25°C haroratdagi $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{N}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ sistemasi kristallanish maydonining sistemasi.

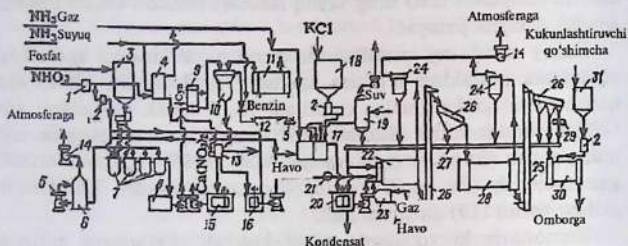
Demak, fosfat parchalanishi uchun eng yuqori konsentrat-siyadagi nitrat kislota ishlatilsa, sovitish uchun oz xarajat etgan holda eritmadan shunday miqdordagi kalsiy nitrat ajratib olinishi mumkin. Nitrat kislota-ni-ning stexiometrik me'yoridan ortiqcha olinishi natijasida CaO ning suyuq fazadagi miqdori ortishi hisobiga ajralish darajasi pasayadi.

Kalsiy nitratning kristallanishi orqali nitrat kislotali ajratmadan olinadigan murakkab o'g'itlar azofoska deyiladi. Uni ishlab chiqarish quyidagicha amalga oshiriladi (6.19-rasm). Fosfatlarni $40-60^{\circ}\text{C}$ haroratda nitrat kislotali parchalanishidan hosil qilingan eritma, yig'gish (8) ga, u erga esa suv bilan $25-35^{\circ}\text{C}$ gacha sovitiladigan sovitgish (9) orqali keladi. Eritma yig'gishdan kristallantirgichlar tizimi (10) ga yuboriladi.

Zamonaviy korxonalarda nitrat kislotali ajratmaning eritmaga aralashmaydigan suyuq sovituvshi agent (masalan, benzin) bilan bevosita qo'shilishidagi kalsiy nitratning cho'ktirilish usuli qo'llaniladi. Benzin, bug'lanadigan suyuq ammiak bilan ishlaydigan issiqlik almashtirgish (11) da sovitiladi va kristallantirgishlar (10) ga tushadi. Kristallantirgishning barcha kesimlari bo'yicha taqsimlangan benzin tomchilari eritmani sovitish orqali yuqoriga qalqib chiqadi va eritmaning yuqori qismida qatlam hosil qiladi, undan oraliq bak (12) ga quyib olish orqali benzin ajratib olinadi. Issiqlik uzatish koeffitsiyenti $3,5-8 \text{ MVt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ chegarasida bo'ladi. Benzinning yo'qotilishi unshalik ko'p emas — olinadigan o'g'itning 1 tonnasiga 2,5 t atrofida yo'qotiladi. Eritmaning sovitilishidan hosil bo'ladigan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kristallari muallaq holatda bo'ladi va o'sishi davom etadi. Qachonki ularning o'lchami 0,4–0,6 mm ga etsa, ular kristallantirgish tubiga cho'kadi. Kristallantirgishda eritmaning turish vaqti 30–40 minutni tashkil etadi.

Qoldiq eritmaning $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ kristallari bilan aralashmasi ajratish uchun uzluksiz ishlaydigan avtomatik filtrlash sentrifugasi (13) ga yuboriladi. Kristallar issiqlik almashtirgish (4) da oldindan -10°C gacha sovitilgan nitrat kislota bilan yuviladi. Yuvindi kislota fosfatni parchalash uchun reaktorga beriladi. Xuddi shu yerga qoldiq eritmaning bir qismi ham qaytariladi. Uning tarkibidagi fosfat kislota ajratmadagi kalsiy nitratning to'yinishini tezlashtiradi, bu esa sovitishga ketadigan xarajatlarni kamaytiradi. Qoldiq erit-

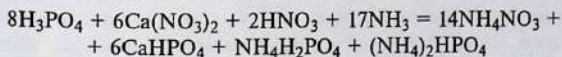
maning boshqa qismi neytrallagichlar (17) ga ammoniylashtirish uchun yuboriladi, u erga sovitgichlar (4) va (17) dan gaz holatdagi ammiak ham beriladi.



6.19-rasm. Azofoska ishlab chiqarish sxemasi: 1 – nitrat kislota uchun rezervuar; 2 – me'yorlashtirgichlar; 3 – fosfatli xomashyo uchun bunker; 4 va 11 – ammiakli sovitgichlar; 5 – sirkulyatsiyali nasos; 6 – kislotali gazlar absorberi; 7 – reaktorlar; 8 – nitrat kislotali ajratma yig'gichi; 9 – suvli sovitgich; 10 – kristallantirgich; 12 – benzin uchun oraliq rezervuar; 13 – sentrifuga; 14 – ventilyator; 15 – kalsiy nitrat eritmasining yig'gichi; 16 – qoldiq eritma yig'gichi; 17 – neytrallagich; 18 – kaliy xlorid uchun bunker; 19 – absorber; 20 – suspenziyani retur bilan aralashtirgich; 21 – havo kompressori; 22 – BDG' jihozi; 23 – yondirgich; 24 – siklonlar; 25 – elevatorlar; 26 – elaklar; 27 – transportyor; 28 – sovitgich baraban; 29 – valli tegirmon; 30 – kondensatsionlash uchun baraban; 31 – changlashtiruvchi qo'shimcha uchun bunker.

Neytrallagich (17) ga $N:P_2O_5$ nisbatini to'g'rilash uchun ma'lum miqdordagi nitrat kislota ham beriladi, chunki ajratmadagi bir qism azot kalsiy nitratning kristallanishida yo'qotilgan bo'ladi. Bir qator neytrallagichlar orqali uzluksiz o'tadigan eritma tarkibida asosiy komponentlar sifatida H_3PO_4 , $Ca(NO_3)_2$ va HNO_3 bo'ladi. Uning $rN=3,5\div3,8$ gacha neytrallanishidan oz miqdordagi trikal-siyfosfat qo'shimchasi bo'lgan dikalsiyfosfatdan iborat sho'kma ajraladi. Bundan tashqari, cho'kmada oz miqdordagi kalsiy florid, silikat kislota, alyuminiy, temir va nodir metallar fosfatlari bo'ladi. Eritmada ammiakli selitra va monoammoniyfosfat bo'ladi. Neytrallanish jarayoni issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi. Harorat $110^\circ C$ darajasida ushlab turiladi. Chiqindi gazlaridagi yutilmagan

ammiakni suv yoki nitrat kislota bilan tutib qolinadi. Neytrallanishni $rN=6\pm 6,8$ gacha davom ettirish natijasida monoammoniyfosfatning bir qismi diammoniy fosfatga aylanadi. Neytrallanishning umumiy tenglamasini, taxminan, quyidagicha ifodalash mumkin:



Neytrallanishning oxirgi bosqichida KC qo'shiladi. Almashinish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladigan kaliy nitrat va ammoniy xloridlar ham azofoskaning komponentlari hisoblanadi. So'ngra suspenziya BDG' jihozida quritiladi va donadorlanadi. Hosil qilingan azofoska sovutilgandan so'ng elakda fraksiyalarga ajratiladi, undagi mahsulot fraksiyasi konditsionirlanadi va omborga jo'natiladi.

Mahsulotdagi suvda eruvchan P_2O_5 miqdori nitrat kislotali ajratmadan kalsiy nitratning ajralish darajasiga bog'liqdir. P_2O_5 ning yarmi suvda eruvchan shaklda hosil bo'lishi uchun neytrallanadigan ajratmadagi $CaO:P_2O_5$ molyar nisbati 1 ga teng bo'lishi kerak. Buning uchun $ka(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ni kristallantirish jarayonida eritmadan 70 % CaO ajratilishi kerak. Apatit konsentratidan shu usul bilan tarkibida 50 % ozuqa moddasi bo'lgan 16,7–16,7–16,7 turidagi o'g'it olinishi mumkin.

6.5.3. Tabiiy fosfatlarni fosfat-nitrat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish

Tabiiy fosfatning fosfat kislotali parchalanish jarayonida parchalanish darajasi (Kparsh.) ning qiymati eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va hosil bo'ladigan suspenziya suyuq fazasining monokalsiyfosfat bilan to'yinish darajasiga bog'liqdir. Ma'lumki, yuqori magniyli fosforitlardan olingan ekstraksion fosfat kislotasida Mg_2O ishtirok etishi hisobiga apatitdan olingan ekstraksion fosfat kislotasiga nisbatan qisman neytrallangan bo'ladi. Shuning uchun Qoratog' (yoki Qizilqum) fosforitlaridan olingan ekstraksion fosfat kislodata stexiometrik me'yordagi fosforitning parchalanish darajasi 45–50 %dan oshmaydi. Buning uchun eks-

traksion fosfat kislotani aktivlash lozim bo'ladi. Ekstraksion fosfat kislotani ammoniy nitrat ishtirokida bug'latish yo'li bilan aktivlash va undan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar (qo'shaloq superfosfat-Q) olish yoki kislota me'yorini oshirish va undan o'g'itlar (superammofos-Q, ammofosfat) olish yo'llari oldinroq ko'rsatib o'tilgan edi. Bunga kislotadagi vodorod ionlari miqdorini oshirish orqali (qo'shaloq superfosfat va superammofosda birinshi vodorod ionlari konsentratsiyasining oshirilishi hisobiga; superammofos va ammofosfatda esa kislota me'yorini oshirilishi hisobiga) erishiladi. Superfosfat va superammofos olishda nafaqat kislotadagi vodorod ionlari konsentratsiyasi oshiriladi, balki ammoniy nitratning eritmadagi fizik-kimyoviy xossasiga bog'liq holda hosil qilingan suspenziyadagi monokalsiyfosfatning to'yinish darajasi ham birmunsha pasayadi.

Boshlang'ich ekstraksion fosfat kislotaning bir qismini boshqa kuchliroq mineral kislotalar (nitrat, sulfat va boshqa kislotalar) ga almashtirish orqali ham vodorod ionlari miqdorini oshirish mumkin. Lekin bunda fosfat kislotaning dissotsilanishi birmunsha pasayadi va eritmadagi vodorod ionlari fosfat kislotasining birinshi vodorod ionlariga to'g'ri keladigan ulushi kamayadi. Shu tufayli bunday kislotada fosforitning parchalanishidan olingan suspenziya suyuq fazasining monokalsiyfosfat bilan to'yinish tezligi pasayadi. Bu esa tabiiy fosfatning parchalanish darajasining ortishiga olib keladi.

Ekstraksion fosfat kislota ($\sim 21\% \text{P}_2\text{O}_5$) da fosforit ($\sim 26\% \text{P}_2\text{O}_5$) ning EFK($100\% \text{P}_2\text{O}_5$):fosforit=100:100 og'rlik nisbatida va 60°C haroratda parchalanishi natijasida 1-1,5 soatda 50-55% CaO ning hosil qilingan suspenziya suyuq fazasiga o'tishi kuzatiladi. Parchalanish davrining yanada uzaytirilishi natijasida CaO ning suyuq fazaga o'tishi deyarli o'zgarmaydi. EFK ning P_2O_5 hisobidan ma'lum miqdorining nitrat kislotaga almashtirilishi hisobiga CaO ning suspenziya suyuq fazasiga o'tishini keskin oshiririlishi mumkin. Masalan, EFK($100\% \text{P}_2\text{O}_5$): $\text{HNO}_3(100\%)$: fosforit = 85:15:100 og'rlik nisbatida kislotalar aralashmasida fosforitning parchalanishi natijasida hosil qilingan suspenziya suyuq fazasiga 15 minutda — 85%, 30 minutda — 95%, 1 soatda esa — 98% CaO o'tadi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi 85% ga etadi. CaO ning eritmaga

o'tish darajasiga nisbatan fosfatning parchalanish darajasi ma'lum miqdorga (keltirilgan misolda ~13%) kam bo'ladi. Chunki, fosforit tarkibidagi karbonatlarning parchalanishi hisobidan ham (jarayon boshlanish davridayog') CaO eritmaga o'tadi.

Hosil qilingan suspenziyani 100-105°C haroratda quritish natijasida, tarkibida: 45,9% P_2O_5 umum., 45,2 % P_2O_5 o'zl., 42,4% P_2O_5 s.e., 1,5% N, 2,1% H_2O va b. bo'lgan nitrosuperammofos-Q o'g'iti olinadi. Lekin parchalanish va quritish jarayonida azot birikmalarining parchalanishi hisobiga ~8-9% azotning azot oksidlari tarzida yo'qotilishi kuzatiladi. Olingan o'g'it kislotali xossaga ega bo'lib, ohakli tuproqlarga solishda yoki undan aralash o'g'itlar ishlab chiqarishda foydalanilishi mumkin.

Kislotadagi erkin fosfat kislota miqdorini kamaytirish orqali yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan o'g'it olinadi. Buning uchun nitrosuperfosfat bo'tqasi $rN \sim 2,7$ gacha ammoniylashtiriladi. Natijada suspenziyada hosil bo'ladigan ammoniy nitrat o'g'itning fizik xossalarini yaxshilanishida muhim rol o'ynaydi, hosil qilingan suspenziya quritilishi natijasida, tarkibida: 44,5 % P_2O_5 umum., 42,7 % P_2O_5 o'zl., 34,8% P_2O_5 s.e., 3,1% N, 1,1 % H_2O va b. bo'lgan nitrosuperammofos-Q o'g'iti olinadi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi ~85% ni tashkil etadi. O'g'itlar tarkibida tuproq strukturasini agrokimyoviy jihatdan yaxshilaydigan 16-17 % CaO va 3-3,5 % MgO bo'ladi.

Parchalanish jarayonida nitrat kislota me'yorini yanada oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki buning natijasida hosil bo'ladigan mahsulotdagi kalsiy nitrat va uning kristallogidratlari (ularning xossalari oldinrog' ko'rsatib o'tilgan) o'g'itning fizik xossalarini birmunsha yomonlashtiradi. Bundan tashqari, quritish jarayonida azot oksidlari tarzida azotning yo'qotilishi 10-15% va undan ortiq miqdorni tashkil etadi.

Ekstraksiyon fosfat kislota konsentratsiyasining 35-37 % P_2O_5 gacha oshirilishi va yuqorida ko'rsatilgan nisbatda kislotalar aralashmasida fosforitning parchalanishi natijasida hosil qilingan suspenziyada suyuq fazaning nisbiy ulushi kamayadi va shu tufayli u tez to'yinadi. Bunday suspenziyaning suyuq fazasiga fosforitdagi CaO ning o'tishi: 15 minutda - 76,7% ni, 30 minutda 87,8% ni, 1 soatda - 88,7% ni, 1,5 soatda esa - 90,6% ni tashkil etadi.

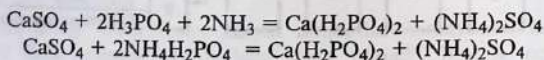
Shunga muvofiq ravishda fosforitning parchalanish darajasi ham pasayadi. Lekin bunday sharoitda kislota me'yorini oshirilishi fosforitning parchalanish darajasi oshishiga olib keladi. Masalan, $\text{EFK}(100\% \text{P}_2\text{O}_5):\text{HNO}_3(100\%):\text{fosforit} = 135:15:100$ og'irlik nisbatida kislotalar aralashmasida fosforitning parchalanishi natijasida parchalanish darajasi 85 %gacha yetkazilishi mumkin. Bunda aralashmadagi nitrat kislotalarning nisbiy ulushi kam bo'lganligi uchun parchalanish va quritish jarayonlarida azotning azot oksidlari tarzida yo'qotilishi 10 %dan oshmaydi. Quritish natijasida fosforitning parchalanish darajasini 90 %ga yetkazilishi mumkin. Lekin bunday o'g'itda P_2O_5 erkin miqdori me'yoridan ortiq (P_2O_5 erkin>5) bo'lganligi uchun o'ta gigroskopik va yopishuvshan bo'ladi. Bu esa sanoatdagi donadorlash jarayonida bir qator qiyinchiliklar keltirib shiqaradi.

Kislotaladagi erkin fosfat kislota miqdorini kamaytirish orqali yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan o'g'it olinadi. Buning uchun nitrosuperfosfat bo'tqasi $\text{pH} \approx 2,7$ gacha ammoniylashtiriladi. Hosil qilingan suspenziya quritilishi natijasida, tarkibida: 49,1 % P_2O_5 umum., 47,6 % P_2O_5 o'zl., 42,2% P_2O_5 s.e., 3,2 % N, 0,2 % H_2O va b. bo'lgan nitrosuperammofos-Q o'g'iti olinadi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi ~80% ni tashkil yetadi. O'g'itlar tarkibida tuproq strukturasini agrokimyoviy jihatdan yaxshilaydigan 11-12 % CaO va 2,5-3 % MgO bo'ladi.

6.5.4. Tabiiy fosfatlarni fosfat-sulfat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish

Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotali parchalanishida fosfat kislotalarning bir qismini sulfat kislota bilan almashtirish ham xuddi yuqorida ko'rib o'tilganidek yaxshi samara beradi. Bunda gips hosil bo'lishi hisobiga asosiy ozuqa komponentlari (R_2O_5 va N) ulushlari birmunsha kamaysada, olingan suspenziyani ammoniylashtirish natijasida gips va fosfat kislota tuzlarining ammiak ishtirokida monokalsiyfosfat, dikalsiyfosfat va ammoniy sulfatga konversyalanishi natijasida o'g'itning tarkibi agrokimyoviy jihatdan yanada yaxshilanadi.

ko'rsatilgan ekstraksion fosfat kislota konsentratsiyasi intervallarida parchalanish jarayonlari o'rganilgan. Parchalanish jarayoni 60°C haroratda 2 soat davom ettiriladi. So'ngra olingan suspenziyadagi gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi uchun ammoniylashtiriladi. Ammoniylashtirilgan suspenziyani ~105°C haroratda quritilishidan mahsulot — sulfasuperammofos — qolinadi. Sulfasuperammofos — qolishda nafaqat fosforitning parchalanish darajasini oshirishga, balki uning ammoniylashtirilishidagi gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanish darajasiga ham e'tiborni qaratish lozimdir. Chunki gips o'g'it tarkibida ballast sifatida ishtirok etadi. Konversiyalanish jarayoni suspenziyadagi erkin fosfat kislotani ammoniylashtirish orqali neytrallanish jarayoni bilan bir vaqtda sodir bo'ladi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Fosforitni fosfat-sulfat kislotali muhitda parchalanish jarayonini (optimal sharoitlarda) bug'latilmagan (~21,5 % P_2O_5) va bug'latilgan (30–35 % P_2O_5) ekstraksion fosfat kislotalar bilan amalga oshiriladi. Bug'latilgan va bug'latilmagan sistemalardagi optimal sharoitlari alohida-alohida belgilanadi:

1. Bug'latilmagan sistema uchun optimal sharoitda: kushsiz EFK (~21 % P_2O_5) dan foydalanish; boshlang'ich komponentlar EFK(100 % P_2O_5): H_2SO_4 (100 %): fosforit = 130:20:100 massa nisbatida, parchalanish harorat 60°C, neytrallanish darajasi $rN \approx 2$, quritish harorati 105°C bo'lishi kerak. Bunda donadorlanish va quritilishdan oldin suspenziyani bug'latilishi lozim, chunki suspenziya tarkibida 45–50 % suv bo'ladi. Natijada, fosforitning parchalanish darajasi 75–90 % ga, gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi 65–90 %ga yetadi.

Buning natijasida, tarkibida: 48 % P_2O_5 umum.; 47,3 % P_2O_5 o'zl.; 43,2 % P_2O_5 s.e.; 3% N; 5,6 % SO_3 umum.; 5,0% SO_3 s.e. va b. bo'lgan mahsulot olinadi. rN ning 2,5 gacha oshirilishi natijasida fosforitning parchalanish darajasi 70 %gacha pasaygani holda gipsning suvda eruvchan tuzlarga konversiyalanishini 95 % gacha ko'tarish mumkin. Bundan ishlab chiqarish va agrokimyoviy

zaruratga qarab texnologik parametrlar qisman o'zgartirilish mumkinligi ko'rinadi.

2. Bug'latilgan sistema uchun optimal sharoitda: aktivlangan EFK konsentratsiyasi 30-35 % P_2O_5 ; boshlang'ich komponentlar EFK(100% P_2O_5): H_2SO_4 (100 %):fosforit=130:20:100 massa nisbatida, parchalanish harorat 60^0C , neytrallanish darajasi $rN \approx 2$, quritish harorati 105^0C bo'lishi kerak. Bunda fosforitning parchalanish darajasi 88-90 % ga, gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi 68-72 % ga yetadi. Bunda donadorlanish va quritilishdan oldin suspenziyani bug'latilishi shart emas, chunki suspenziya tarkibida boshlang'ich kislota konsentratsiyasiga muvofiq holda 35-25 % suv bo'ladi.

Buning natijasida, tarkibida: 44-45 % P_2O_5 umum.; 44-44,2 % P_2O_5 o'zli.; 37-37,5 % P_2O_5 s.e.; 2,5-3 % N; 9-9,3 % SO_3 umum.; 6,3-6,7 % SO_3 s.e. va b. bo'lgan mahsulot olinadi. rN ning 2,5 gacha oshirilishi natijasida fosforitning parchalanish darajasi 70 % gacha pasaygani holda gipsning suvda eruvchan tuzlarga konversiyalanishini 95 %gacha ko'tarish mumkin. Bundan ishlab chiqarish va agrokimyoviy zaruratga qarab texnologik parametrlar qisman o'zgartirilish mumkinligi ko'rinadi.

Ikkala variant bo'yicha olinadigan o'g'it tarkibida ham mono- va dikalsiyfosfatlar, mono- va dimagniyfosfatlar, mono- va diammoniyfosfatlar, ammoniy nitrat va sulfat, kalsiy sulfat va boshqalar bo'ladi.

Supersulfaammofos-Q mineral o'g'iti ishlab chiqarish uchun bir necha xil variantlardan foydalaniladi:

- ekstraktsiya tsexida hosil qilinadigan fosfat kislotani aralash-tirgichda ammoniy nitrat va sulfat kislotaning konsentrlangan eritmasini aralashtirilib (bug'latilmagan sistema bo'yicha), uni fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin;

- ekstraktsiya tsexida hosil qilinadigan fosfat kislotani aralash-tirgichda ammoniy nitrat aralashtirilib, vakuum-bug'latgichda 30-35 % P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latiladi va hosil qilingan kislota sulfat kislotaning konsentrlangan eritmasini aralashtirilib (bug'latilgan sistema bo'yicha), uni fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin;

- ekstraktsiya tsexida hosil qilinadigan ekstraktsion bo'tqaning bir qismini (6% gacha) filtrlashga berilmagan holda ajratib olinib, uni filtrlashga berilgan (94%) ekstraktsion bo'tqadan olinadigan EFK va ammoniy nitrat bilan aralashtirgichda aralashtirilib, so'ng-ra fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin (tezkor usul).

Tabiiy fosfatni sulfat kislotali parchalanishi o'tkaziladigan ekstraktor (1) da hosil qilingan ekstraktsion bo'tqaning bir qismi (6 %gacha) vakuum filtrga berilmagan holda aralashtirgich (5) ga uzatiladi. Ekstraktsion bo'tqaning qolgan qismi vakuum-filtr (2) da filtrlanadi va yig'gich (3) da to'planadi. Filtratning bir qismi ekstraktordagi S:Q ni ushlab turish uchun aylanma kislotaga qo'shiladi. Qolgan qismi — ekstraktsiyalash mahsuloti sifatida yig'gich (4) ga va undan, ammoniy nitrat va ekstraktsion bo'tqaga aralashtirish uchun aralashtirgich (5) ga uzatiladi. Yaxshilab aralashtirilgan massa reaktor (6) ga uzatiladi, u yerga shuningdek, belgilangan me'yordagi fosforit qo'shilib turadi. 1,5–2,0 soat mobaynida parchalanishdan hosil qilingan sulfasuperfosfat bo'tqasi neytrallashtirish va gipsni eruvchi tuzlarga konversiyalanishi uchun ammoniylagish (7) ga uzatiladi. Hosil bo'lgan sulfasuperammofos bo'tqasi BDG' jihozi (8) da donadorlanadi va quritiladi. Donadorlangan mahsulot elanadi va mahsulot (1–4 mm) fraksiyasi sovitgich (9) orqali mahsulot sifatida omborga uzatiladi. Mayda fraksiya (1 mm dan kichik) tashqi retur sifatida BDG' ga qaytariladi, yirik (4 mm dan yirik) fraksiya esa tegirmonda maydalanadi va yana clash uchun qaytariladi. Jarayonning clash, maydalash, changlarni tutib qolish va absorbsiya bo'linmalari sxemada keltirilmagan. Ekstraktor, aralashtirgichlar, reaktor va ammoniylashtirgichda hosil bo'ladigan chiqindi gazlari to'g'ridan-to'g'ri absorberga; BDG', tegirmon va clash bo'linmalarida hosil bo'ladigan changli chiqindi gazlari siklon orqali absorberlarga uzatiladi.

6.6. Suyuq kompleks o'g'itlar

Suyuq kompleks o'g'itlar (SKO') — tarkibida azot va fosfor yoki azot, fosfor va kaliy (to'la suyuq o'g'it) birikmalari, ba'zan esa ularda mikroelementlar, pestitsidlar va o'simliklarni o'stiruvchi modda (simulator) lar qo'shimchasi bo'lgan suvli eritmalar yoki

suspenziyalar ko'rinishida bo'ladi. Qattiq o'g'itlarga nisbatan suyuq o'g'itlar — suvda va sitratli eritmalarda eruvchanligining yaxshiligi; tayyorlanish usullarining soddaligi; kapital va ishlatish xarajatlari-ning kamligi; zaharli chiqindilarning yo'qligi; ularni yuklash, tushirish va tashishni to'la mexanizatsiyalashtirish mumkinligi; ulardan qishloq xo'jaligida foydalanishda mehnatning 2–3 marta kamligi; tuproqda bir tekisda taqsimlanishi va boshqa bir qator afzalliklarga egadir. Lekin suyuq o'g'itlarga qo'yiladigan asosiy ta-lablardan biri — saqlash va ishlatishda qiyinshiliklar kelib shiqmasligi uchun ulardagi tuzlarning kristallanish harorati past bo'lishi kerak.

Suyuq kompleks o'g'itlar uchun fosforning manbasi sifatida eks-traksion ortofosfat yoki, aniqrog'i, polifosfat kislotasi xizmat qiladi, u gazsimon ammiak bilan neytrallanadi. Kerakli darajadagi $N:P_2O_5:K_2O$ nisbatga erishish uchun eritmaga karbamid, amoniy nitrat va kaliy tuzlari, ko'pincha kaliy xlorid qo'shiladi. Kaliy xlorid SKO' dagi boshqa komponentlarga nisbatan oz eriydi, shuning uchun to'la suyuq o'g'itlardagi ozuqa elementlarining $N+P_2O_5+K_2O$ yig'indisi 30% dan oshmaydi. Kaliy xlorid o'rni-ga kaliy karbonat yoki gidroksid qo'shish orqali bu kattalik miqdorini oshirish o'g'it tannarxining keskin ortishiga olib keladi.

Tarkibida kondensirlangan fosfatlari bo'lmagan va ammoniy nitrat va kaliy xlorid qo'shish orqali termik fosfat kislotani $NH_3:P_2O_5=1,6$ molar nisbatigacha neytrallanishidan olingan 1:1:1 markali suyuq o'g'it $0^{\circ}C$ da kristallantirilmagani holda tarkibida 17% gacha ozuqa elementlari tutadi. Agar ammoniy nitrat o'rni-ga karbamid ishlatilsa, u holda ozuqa elementlari konsentratsiyasini 28% gacha oshirish mumkin. Ozigina qo'shimcha sovitish (taxmi-nan $50^{\circ}C$ ga) natijasida bu eritmalar uzoq vaqt to'yingan holatda turishi mumkin. Ammoniy nitrat asosida tayyorlangan eritmalar-dan birinchi navbatda, kaliy nitrat kristallana boshlaydi, ammoniy nitrat o'rni-ga karbamid almashtirilsa, sho'kmaga dastlab kaliy xlorid ajraladi.

9—9—9 markali SKO' —termik fosfat kislotasi, karbamid, ammiakli suv va kaliy xlorid asosidagi eritmadir. Undagi har bir ozuqa ele-mentning miqdori $9\pm 0,5\%$ (jami — 27% dan kam emas) ni tashkil etadi. $15-25^{\circ}C$ haroratdagi o'g'it zichligi $1230-1250\text{ kg/m}^3$ ni, $rN=6,5\text{yo}7,5$ ga tengdir.

10-34-0 markali SKO' – superfosfat kislota, gazsimon ammiak va ammiakli suv asosidagi eritmadir. Uning tarkibida 10% dan oz bo'lmagan N va 34% dan oz bo'lmagan umumiy P_2O_5 , shu jumladan, uning eng kamida 55% miqdori poli-shaklda bo'lishi kerak. Eritma zichligi $1400 \pm 30 \text{ kg/m}^3$, kristallanish haroratining boshlanishi -18°C dan yuqori, qovushqog'ligi 50 MPa·s, $rN=6 \pm 7$ bo'ladi. U uglerodli po'latdan yasalgan idishlarda saqlanadi va tashiladi.

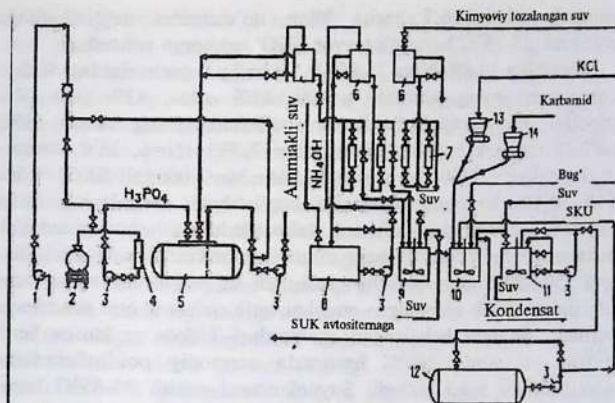
Suyuq kompleks o'g'itlar issiq va sovuq aralashtirish usullari bilan ishlab chiqariladi. Yirik korxonalarda fosfat yoki polifosfat kislotalari ammiak bilan neytrallashtirish orqali issiq aralashtirishda ammoniy orto- va polifosfatlarining asosiy eritmaları olinadi. Sovuq aralashtirish usuli iste'molshiga yaqin hududda kishik qurilmalarda ishlatiladi. Bunda o'g'it – asosiy eritmaga karbamid, ammoniy nitrat, kaliy tuzlari qo'shish orqali ozuqa moddalarining talab etiladigan nisbatida tayyorlanadi.

6.21-rasmda suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemalaridan biri tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha termik fosfat kislota 60OS haroratda ammiakli suv bilan neytrallanadi. So'ngra eritmaga ($rN=6,5 \pm 7,5$; $NH_3:N_3PO_4 = 1,8 \div 1,9$ molar nisbati) karbamid va kaliy xlorid qo'shiladi. Olinadigan suyuq o'g'it tarkibida 27% ozuqa elementlari (9-9-9) bo'ladi.

1 t o'g'it ishlab chiqarish uchun: 0,17 t fosfat kislota (53% P_2O_5), 0,155 t ammiakli suv (20,5% N), 0,126 t karbamid (46% N), 0,150 t KCl (60% K_2O) va 0,4 m^3 suv sarflanadi.

Ortofosfat (40-54% P_2O_5) yoki polifosfat (68-88% P_2O_5) kislotalarni yuqori haroratli ($210-250^\circ\text{C}$) ammoniylashtirish orqali olinadigan ammoniy polifosfatlar eritmaları asosida yuqori konsentratsiyali o'g'itlar asosi: 10-34-0, 11-37-0 va boshqalar tayyorlanadi. Bu eritmaları ushlamshi suyuq o'g'itlar ishlab chiqarish uchun ishlatish naf keltirmaydi, chunki ulardagi ozuqa moddalar konsentratsiyasining yig'indisi ortofosfat kislota ishlatilgandagiga nisbatan ko'p bo'lmaydi.

10-34-0 markali SKO' ishlab chiqarishda, odatda, 68-72% P_2O_5 li, ma'lum miqdori (25-40%) kondensirlangan shakldagi ekstraksion polifosfat kislota ishlatiladi.



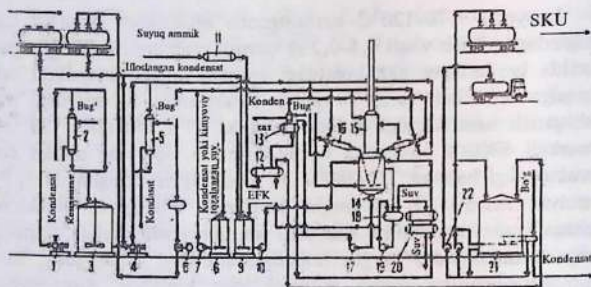
6.21-rasm. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemasi: 1 – vakuum-nasos; 2 – temir yo'l sisternasi; 3 – markazdan qochma nasoslar; 4 – sifonli qurilma; 5 – fosfat kislota saqlagichi; 6 – quyuvchi bak; 7 – rotametrlar; 8 – ammiakli suv bilan ta'minlash baki; 9 – fosfat kislota neytrallagichi; 10 – tuzlarni eritish uchun jihoz; 11 – oxirgi aralashtirish (aralashtirishni tugallash) uchun jihoz; 12 – SKH ombori; 13, 14 – ta'minlagichli bunker.

Jarayon — 70-120°C haroratgacha qizdirilgan kislota kishik hajmdagi (o'tish vaqti 0,1-0,2 s) quvurli reaktorda 1,38 MPa bosim ostida beriladigan gaz holatdagi ammiak bilan neytrallashtirish orqali amalga oshiriladi (6.22 — rasm). Reaktorning bir soatdagi ishlab chiqarish unumdorligi kislota bo'yicha 17 t (50 t/soat 10-34-0 markali SKO') bo'lganda uning hajmi 0,3-0,4 m³ tashkil etadi; reaktordagi harorat 270-380°C ga teng. Neytrallanishni NH₃:P₂O₅ molyar nisbati (3) ga yaqin bo'lganda o'tkaziladi. Reaktordan chiqadigan suyuqlanma dastlabki ammoniylashtirishga tushadi, u erga ammiakli suv va gaz holatdagi ammiak, shuningdek, issiqlik almashtirishning sovuq eritmasi ham kiritiladi. Ammoniylashtirishda 50-90°C haroratda va rN=5±6,2 da hosil bo'ladigan eritmaning qisman issiqlik almashtirishga — birin-ketin reaktor va dastlabki ammoniylashtirishga qaytib kelish orqali uzatiladi, qisman esa — suyuq ammiakni bug'latgishga va so'ngra gaz holatdagi

ammiak $rN=6,2\pm 6,7$ gacha bilan qo'shimcha neytrallanishga uzatiladi. 25-35°C haroratli tayyor SKO' omborga yuboriladi.

Tarkibida 10,8% N va 33,8% P_2O_5 bo'lgan mahsulotdagi fosfatli komponentlarning taxminiy tarkibi: 14% orto-, 13% piro-, 4% tripoli-, 3% tetrapoli-shakllarda (poli-shakllarning ulushi 58%) bo'ladi; uning kristallanish harorati -17,5°C, $rN=6$, 25°C haroratdagi zichligi - 1420 kg/m³ ga teng. 10-34-0 markali SKO' - 52-54% P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotani aralashtirgishli silindrik reaktorlarda gaz holatdagi ammiak bilan neytrallash asosida ham olinishi mumkin. Boshlang'ich kislotada 150-200°C haroratgacha qizdiriladi va reaktordan va aralashtirgishdan ajralib chiqadigan ammiakni tutib qolish uchun skrubberga beriladi. So'ngra belgilangan me'yordagi kislotada reaktorga berib turiladi, u yerda 240°C haroratda ammoniy polifosfatlarining suyuqlanmasi hosil bo'ladi. Suyuqlanmani eritish 80-85°C haroratda aralashtirgishda amalga oshiriladi, u yerga ammiakli suv va (agar lozim bo'lsa) gaz holatdagi ammiak beriladi. Aralashtirgishda hosil qilinadigan SKO' tarkibida muallaq mayda qattiq zarrachalar (alyuminiy va temir fosfatlari) bo'ladi. Mahsulotdagi kondensirlangan fosfatlar ulushining 20-40 dan 50-60% gacha ortishi natijasida muallaq zarrachalar keskin kamayadi.

Superfosfat kislotasi



6.22-rasm. Polifosfat kislotalar asosida suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemasi: 1,4,7,8,10,17,19,22 - nasoslar; 2,5 - qizdirgichlar; 3,21 - omborlar; 6 - hajmdor idishlar; 9,18 - yig'gichlar; 11 - qizdirgichlar; 12,20 - issiqlik almashtirgichlar; 13 - bug'latgich; 14 - qo'shimcha neytrallagich; 15 - absorbsiya kolonkasi; 16 - quvurli reaktor.

Qoratog' fosforitidan (NamMPI, prof. Q. Gafurov boshshiligidagi izlanishlar natijalari asosida) olingan, (ionitli usul bilan) ma'lum darajada tozalangan va ammoniy nitrat ishtirokida 50-60% P_2O_5 gacha bug'latilgan ekstraksion fosfat kislotada tarkibida ham qandaydir darajadagi polifosfatlar bo'ladi, chunki kislotada tarkibidagi qo'shimchalar polifosfatlar hosil bo'lishini kushaytiradi. Shunday kislotani 180-220°C haroratdagi quvurli reaktorda dastlabki gaz holatdagi ammiak bilan neytrallashtirish, hosil qilingan suyuqlanmani sirkulatsiyali sovutilgan (35-40°C gacha) SKO' eritmasi va ammiakli suv (lozim bo'lsa gaz holatdagi ammiak) bilan 50-90°C haroratda $rN=6,2\pm 6,7$ gacha bilan qo'shimcha neytrallanish orqali yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan SKO' ham olingan.

Talab etilgan tarkibdagi SKO' olish uchun 10-34-0 va 11-37-0 eritmalar asosi kichik quvvatli (0,2-2,5 ming t/yil) qo'zg'omas va harakatlanuvchi qurilmalarda azot va kaliy bo'lgan komponentlar bilan aralashtiriladi. Buning uchun aralashtirishga sovuq eritma asosi, karbamid, ammoniy nitrat, kaliyli tuz, mikroelementlar beriladi. Aralashtirishni 35-45°C haroratda va komponentlarni intensiv aralashtirilgan holda o'tkaziladi; tayyor SKO' omborga jo'natiladi. Buday qurilmalar ko'pincha 50 km masofagacha joylashgan iste'molchiga suyuq o'g'it etkazib berishda foydalaniladi.

Muallaq holatda erimaydigan tuzlar, stabilizatorlar va boshqa moddalardan iborat mayda dispersiyali suyuq kompleks o'g'itlar — suspenziyalik suyuq kompleks o'g'it (SSKO') lar deyiladi. SSKO' sifati — uning zichligi, qovushqog'ligi, qattiq zarrachalar o'lchami, qattiq fazaning cho'kish darajasi va rN bilan tavsiflanadi.

SSKO' ning turg'unligini oshirish uchun bentonitli tuproq va shunga o'xshash qo'shimchalardan foydalaniladi. Ular suspenziyani quyultirsada, ammo kristallar o'sishini to'xtatadi, ularning cho'kish tezligini kamaytiradi va kristallarning muallaq holatda turishini ta'minlaydi. Bunda ammiak qo'shilganda (kislotada kiritilgandan so'ng yoki ularni bir vaqtda kiritish) suspenziyalovchi agent ta'siri yanada samaraliroq bo'ladi. SSKO' ni texnologik tayyorlashda ularning juda sekin taqsimlanishi ta'minlab turilishiga rioya qilinadi. Barqaror suspenziyalangan o'g'itlar turg'unlashtiruvchi agentlarsiz ham olinishi mumkin, bunda komponentlar kiritishning belgilangan tartibiga qat'iy rioya qilinishi kerak. SSKO' ga kiritishdan

oldin barcha qattiq komponentlar 0,85 mm dan katta bo'lmagan o'lchamgacha maydalanishi kerak.

Kkl mayda kristallarini ishlatish SSKO' da uning cho'kishini yo'qotadi. Eritmani 25°C gacha sovitilishi natijasida kaliy xloridning eruvchanligi kamayadi. Uning sekinlik bilan eritilishi kaliy nitratning beqaror shakldagi kristallari hosil bo'lishini yo'qotadi.

Bir xil shakldagi va belgilangan o'lchamdagi kristallar hosil qilish uchun kaliyli komponentlar qo'shishdan oldin tuproqli suspenziya sovitiladi. O'g'itlarni issiq aralashtirishda ammoniy fosfatning qaynog' eritmasiga qattiq tuzlarni qo'shmaslik kerak. Bunda tuzlarning yirik kristallar hosil qilgan holda qayta kristallanishi kuzatiladi. Yaxshisi dastlab ammoniy fosfat eritmasi tayyorlanadi, u sovitiladi va so'ngra 0,85 mm dan mayda o'lchamdagi kaliy xlorid zarrachalari qo'shiladi.

SSKO' konsentratsiyasining ortishi kristallarning o'sishi va sho'kish tezligiga ta'sir etmaydi, ammo sistemaning qovushqog'ligi ortadi. Shuning uchun talab etiladigan konsentratsiya va qovushqog'likni ta'minlab turilishi kerak. Bu esa qattiq zarrachalarning tez sho'kib qolishining oldini oladi. SSKO' konsentratsiyasining yuqori chegarasi uning jihozlar texnik tavsifiga muvofiq keladigan maksimal qovushqog'ligi orqali aniqlanadi.

7-20-0 markali suspenzialantirilgan suyuq kompleks o'g'it (SSKO') — ekstraksion fosfat kislota va ammiakli suv asosidagi sekin yoyiladigan, loyqali suspenziyadir. Uning tarkibida 6,5-8%N, 19-21% P₂O₅ bo'ladi. O'g'itning rN=6±7,5 ga teng bo'lishi kerak; tinilish darajasi — 50% dan kam emas; uni saqlash va tashish — 15°C dan past bo'lmagan haroratda yopiq uglerodli po'latdan yasalgan idishlarda amalga oshirilishi kerak.

6.7. Aralash o'g'itlar

Kompleks o'g'itlar nafaqat boshlang'ich materiallarni kimyoviy qayta ishlaniishi orqali, balki tayyor o'g'itlarni aralashtirilishi orqali ham olinadi. Bunday o'g'itlar aralash o'g'itlar, uning tayyorlanishi esa tukoaralashmali jarayon deyiladi.

Agrokimyoviy sifati jihatidan aralash o'g'itlar amalda murakkab o'g'itlardan farqlanmaydi. Ularning yutug'i shundaki, qishloq xo'ja-

ligi 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 tukoaralashmalar tayyorlanadi, bunda har bir ozuqa elementi turli xil komponent tarzida aralashma tarkibiga kirishi mumkin. Masalan, azot — ammoniy nitrat, karbamid, ammoniy fosfatlari va h.k tarzda; fosfor — superfosfatlar, ammosfos va boshqalar tarzida bo'lishi mumkin. Aralashtiriladigan o'g'itlar turiga bog'liq holda tukoaralashmadagi ozuqa moddalarning umumiy miqdori katta chegarada — oddiy superfosfat, ammoniy sulfat yoki ammiakli selitra ishlatilganda 25-30% dan qo'shaloq superfosfat, ammosfos, 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, ushdan 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. Tukoaralashmalardagi 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 soshiluvchan bo'lishi kerak; bundan tashqari, iloji borisha, 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 ushraydi, ya'ni ajralib qoladi va saqlash, tashish, tuproqqa mashinali solishda bir tekisda tushmaydi. Tashqi kush ta'sirida (masalan, tashishda) — mayda o'lchamdagi yoki katta zichlikdagi zarrachalar yirik zarrachalar orasidagi bo'shliqlar orqali kush 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 komponentlar aralashtirilgandan so'ng donadorlash 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 neytrallovshi (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 ular murakkab-aralash o'g'itlar deyiladi.

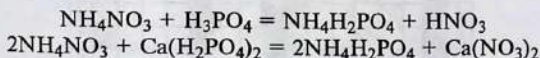
6.7.1. O'g'itlar antagonizmi va sinergizmi

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 xossalari-ning 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

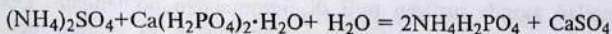
bo'lishi sinergizm tushunchasi orqali tushuntiriladi. Sinergizm — yunoncha «sinergos» — birgalikda ta'sir etuvchi, ya'ni birgalikda va funksional bir jinsli ta'sir etuvchi ma'nosiga egadir; o'g'itlar sinergizmini shartli ravishda ularning zararli qo'shimcha jarayonlar kuzatilmaydigan yaxshi agrokimyoviy va fizik xossalari 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 ammoniylashtirish) natijasida nitrat kislotasi 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 biroz kamayadi.

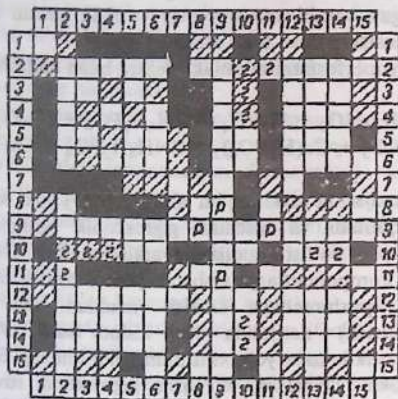
Ko'pincha o'g'itlarni aralashtirilishidan boshlang'ich komponentlarga nisbatan yaxshi fizik xossalarni namoyon etuvchi aralash o'g'itlar hosil bo'ladi. Masalan, superfosfatning ammoniy sulfat bilan aralashtirilishidan sodir bo'ladigan:



reaksiyasi natijasida aralashma quriydi va gips hosil bo'lganligi sababli qotadi. U kam gigroskopiklikka ega, ammo uzoq vaqt saqlangandan so'ng keltirilgan reaksiya tugagash, yopishqoqligini yo'qotish uchun uni maydalashga to'g'ri keladi.

Ammoniy fosfat va kaliy xloridning superfosfat va ammoniy sulfat bilan aralashtirilishidan gigroskopikligi kam va saqlanganda yopishib qolmaydigan yaxshi fizik xossalari o'g'itlari aralashma olinadi;

ularni ammoniy nitrat yoki karbamid bilan aralashtirilishidan—nam havoda saqlanganda soshiluvchanligi yomonlashadigan o'g'it olindi.



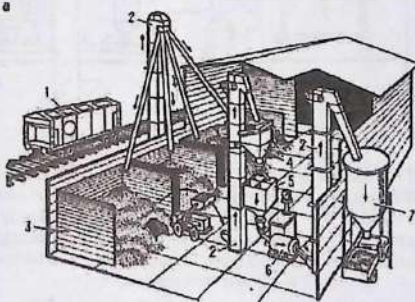
6.23-rasm. O'g'itlarni aralashtirish diagrammasi: 1 — kalsiy nitrat; 2 — natriy nitrat; 3 — ammoniy sulfat-nitrat; 4 — kaliyli-ammiakli selitra; 5 — ammoniy sulfat; 6 — ammoniy xlorid; 7 — karbamid; 8 — kalsiy sianamid; 9 — pretsipitat; 10 — superfosfat; 11 — termofosfatlar, tomasshlak; 12 — kaliy sulfat va kaliy-magniy sulfat; 13 — kaliyli tuz (50% K_2O); 14 — kaliyli tuz (20-40% K_2O); 15 — ohaktosh.

U yoki bu o'g'itli tuzlarni aralashtirish imkoniyatlari haqidagi masalani yeshish uchun nazariy tushunchalar va tajriba ma'lumotlari asosida tuzilgan turli diagrammalarga qo'llaniladi. Lekin o'g'itlar antagonizmi yetarlicha o'rganilmagan va shuning uchun ba'zida turli aralashtirish diagrammalari bir-biriga zid bo'lgan ma'lumotlar beradi. 6.23-rasmda shunday diagrammalardan biri keltirilgan. Bu diagrammadagi gorizontal va vertikal qatorlarda raqamlar bilan muvofiq ravishdagi har xil tuzlar belgilangan. O'g'itlarning aralashtirish mumkinligi gorizontal va vertikal yo'nalishdagi qatorlarning kesishishidan aniqlanadi: oq katakchalar aralashtirish mumkinligini, qora katakchalar— aralashtirish mumkin emasligini ko'rsatadi; shtrixlangan katakchalar — o'g'itlarning

aralashishidan sodir bo'ladigan o'rinsiz reaksiyalarning nisbatan sekin borishini ifodalaydi; g harfi bilan boshlang'ich component-larni aralashtirilishidan gaz ajralib chiqishi mumkinligi, r harfi bilan esa — P_2O_5 ning retrogradatsiyalanishini bilish mumkin. O'g'itlarni aralashtirish doirasini ularga neytrallovchi qo'shimchalar qo'shish orqali yanada kengayishi mumkin, lekin ushbu diargammada buni hisobga olinmagan.

6.7.2. Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish

Aralash o'g'itlar kimyoviy korxonalarda va iste'molchiga yaqin hududlardagi maxsus tukoaralashmali stantsiyalarda tayyorlanadi. Aralash o'g'itlar iste'molchilarning o'zlari tomonidan ham sodda usullarda tayyorlanadi.

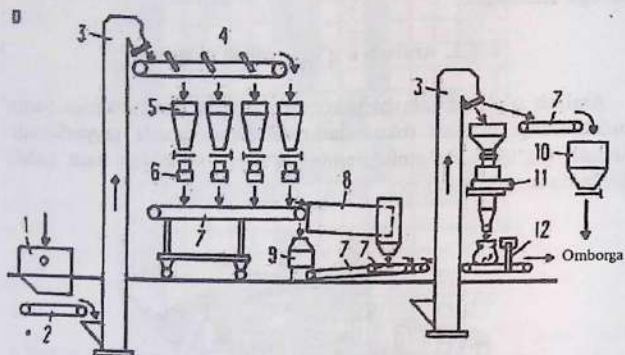


6.24-rasm. Tukoaralashtirish qurilmasining umumiy ko'rinishi (AQSH): 1 — temir yo'l vagoni; 2 — elevatorlar; 3 — omborlar bo'limasi; 4 — alohida o'g'itlar taqsimlagich bunkerlari; 5 — aralashtiriladigan o'g'itlar me'yorlashtirgich bunkerlari; 6 — barabanli aralashtirgich; 7 — tayyor aralashma uchun bunker.

Tukoaralashmalar 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. 6.24-rasmda tukoaralashtirish qurilmasining umumiy ko'rinishi tasvirlangan.

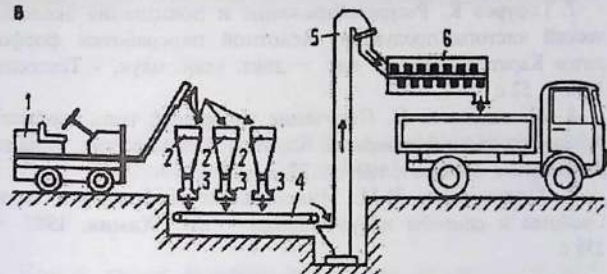
Tukoaralashmalar uchun soddalashtirilgan konstruksiyali (statsionar) qo'zg'omas (6.25–6.27-rasmlar) va harakatli qurilmalar (RUM-3, 1-RMG-4, NRU-0,5) ishlatiladi.



6.25-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.

Tukoaralashmalar tayyorlash jarayonlarida: o'g'itlarni aralashtirishga tayyorlash; komponentlarni tukoaralashtirish qurilmalariga uzatish; komponentlarni me'yorlashtirish va aralashtirish; tukoaralashmalarni tashuvshi vositalarga yuklash yoki omborga uzatish kabi ishlar bajariladi.

Kurakli aralashtirgichlardan foydalanish – tukoaralashma bo'yi-cha 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 tukoaralashmaning bir jinsli bo'lmagan qismi 8% dan oshmaydi.



6.26-rasm. Kuban qishloq xo'jaligi instituti qurilmasi (Rossiya). 1 – yuklovchi mashina; 2 – komponentlar uchun bunkerlar; 3 – me'yorlashtirgichlar; 4 – transportyor; 5 – elevator; 6 – aralashtirgich.

O'g'itlar ostki qismi suv o'tkazmaydigan mahsus omborlarda saqlanadi. Har bir turdagi o'g'it omborlarning yog'osh to'siqlar bilan ajratilgan alohida bo'lmalarida turadi. Quruq kunlarda ombor xonalari shamollatib turiladi, ob-havo namgarshilik sharoitida eshik va derazalar berkitib qo'yiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Набиев М.Н. Азотнокислотная переработка фосфатов. В 2-х томах. — Ташкент, ФАН, 1976. — 820 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. — Л., Химия. 1989. — 352 с.
3. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Евенчика и А.А.Бродского. — М., Химия, 1987. — 464 с.
4. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. — Ташкент: ФАН, 1992. — 200 с.
5. Кононов А.А., Стрелин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. — М., Химия, 1988. — 320 с.
6. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейченко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. — М., Химия, 1976. — 196 с.

7. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов кислотной переработки фосфоритов Каратау: Автореф. дис. — докт. техн. наук, - Ташкент, 1990. — 52 с.

8. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. — канд. техн. наук, - Ташкент, 1994. — 25 с.

9. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения. — М.: Химия, 1987. — 256 с.

VII bob. QISHLOQ XO'JALIGIDAGI ZAHARLI KIMYOVIY VOSITA SIFATIDA ISHLATILADIGAN AYRIM TUZLAR

7.1. Ftor tuzlari

Hozirgi zamon kimyoviy texnologiyasi va texnikasida ftorli birikmalar muhim rol o'ynaydi. Ular alyuminiy, nodir va radioaktiv elementlar, ftororganik birikmalar, qurilish materiallari, billur buyumlar ishlab chiqarishda, fuqaro qurilishida, ichimlik suvini ftorlash uchun, elektron texnikada va boshqa bir qancha sohalarda ishlatiladi.

Hozirgi paytda fluorit (plavik shpat) va fosfatli rudalar ftorning tabiiy manbalari hisoblanadi. Fosfatli rudalarda ftorning miqdori nisbatan oz bo'lishiga qaramay, butun dunyodagi ftorning bunday turdagi xomashyo zaxirasi 90% dan ortiqni, uning tarkibida 48,7% gacha ftor bo'lgan fluoritli zaxirasi esa 10% dan kamni tashkil qiladi. AQSH geologik boshqarmasi ma'lumotlariga ko'ra, fosfat rudalaridagi ftorning butun dunyo manbalari 360 mln t, shu bilan bir qatorda flyuorit shaklidagi ftorning zaxirasi esa ~90 mln t ga teng deb baholanmoqda. Har yili o'g'itlar ishlab chiqarishda fosfatli rudalar bilan bir qatorda tarkibida 4 mln t ftor bo'lgan uning birikmalari ishlab chiqarilmoqda.

Fosfatli xomashyodan ftorning ajratib olinishi va ishlatilishida ikkita: ftorli birikmalar ishlab chiqarishni kengaytirish va atrof-muhitga ftorli moddalar chiqishi hisobiga biosferaga zarar yetkazilishining oldini olish masalalari yeshiladi.

Kimyo sanoatida ftor va uning organik va noorganik birikmalari ishlab chiqariladi. Suyuq vodorod ftorid, ftorid kislota, ftoridlar va ftorosilikatlar (kremneftoridlar) ftorning muhim noorganik birikmalari hisoblanadi.

Suvda eruvchan ftoridlar va ftorosilikatlar zaharlidir — bu esa ulardan insektofungitsidlar va antiseptiklar sifatida foydalanish

uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Natriy ftorid, natriy va bariy ftorosilikatlar shakar lavlagi, zig'ir, sabzavot va boshqa o'simliklar zararkunandalariga qarshi kurashda, shuningdek, bariy ftoratsetatga o'xshash zootsidlar sifatida ishlatiladi.

Ftor birikmalari metallurgiyada [masalan, natriy ftoralyuminatlar (kriolit) va alyuminiy ftoridlar aluminiy ishlab chiqarishda], atom energetikasida, qurilish materiallari ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida va boshqa sohalarda ishlatiladi. Vodorod ftorid issiqlik tashuvchi materiallar, xladonlar, dielektriklar, yong'in o'chirish vositalari, issiqlikka chidamli surkov vositalari sifatida ishlatiladigan ftororganik birikmalar olish, shuningdek, termo- va kimyoviy bardosh plastmassalar-ftoroplastlar tayyorlash uchun ishlatiladi.

Tarkibida ftor bo'lgan xomashyolarni sanoat miqyosida qayta ishlab, fosforli o'g'itlarga aylantirilishining kengayishi o'simlik va jonzotlarga toksik ta'sir etuvchi va tabiatdagi biologik muvozanatni buzuvshi ftor birikmalari bilan atmosfera, tabiiy suv havzalari va tuproqning yanada ko'proq ifloslanishiga olib kelmoqda. Hozirgi paytda tuproqqa o'g'it bilan solinadigan 1 t fosforga quyidagi miqdordagi ftor to'g'ri keladi: oddiy superfosfat bilan — 130 kg, qo'shaloq superfosfat bilan — 80 kg, ammosfos bilan — 200 kg. Xom ashyodagi ftordan to'la unumli foydalanibgina buning oldi olinishi mumkin. Bu esa o'g'itlar ishlab chiqarishni ta'minlovchi yangi texnologik jarayonlarni barpo etishni va chiqindi gazlaridan ftor birikmalarining tutib qolinishini takomillashtirilishni talab etadi.

Ftorli (ko'pincha, tabiiy fosfatlarni qayta ishlashda hosil bo'ladigan) chiqindi gazlar uning birikmalarini ishlab chiqarish uchun asosiy manba hisoblanadi. Katta ko'lamdagi fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish — yo'l-yo'lakay ko'p miqdordagi ftorli tuzlarni olish imkoniyatini yaratadi.

Tabiiy fosfatlarni superfosfatga qayta ishlashda undagi ftorning qariyb yarmi SiF_4 va tumansimon H_2SiF_6 tarzida gazli fazaga ajraladi va ventilatsiya gazlari bilan jihozlardan tashqariga chiqariladi. Aralashtirgich va yetiltirish kamerasidan chiqadigan gazdagi ftorning konsentratsiyasi ($15\text{--}35 \text{ g/m}^3$) unchalik katta bo'lmaydi. Bu gazlar absorptsiya qurilmalariga ulardagi ftorni ushlab qolish uchun yuboriladi.

Donadorlangan superfosfatni quritishda superfosfatda qolgan florning $\sim 17\%$ i ajraladi; florning ajralish darajasi haroratning ortishi va quritish davrining uzayishi bilan ortadi. Fosfat kislotani ekstraksiyalashda boshlang'ich fosfatdagi florning $18-20\%$ i gazli fazaga o'tadi; kislotani bug'latishda esa undan $\sim 80\%$ flor yo'qotiladi. Kamerali usul bilan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishda tabiiy fosfat va fosfat kislotadagi umumiy florning $\sim 15\%$ i ajraladi. Qo'shaloq superfosfatni donadorlash jarayonida florning $12-15\%$ i gazli fazaga o'tadi. Fosfatlarni florsizlantirishda ulardan flor deyarli to'la ($93-97\%$) yo'qotiladi.

Oddiy superfosfat ishlab chiqarishda chiqadigan gazlardagi kabi qo'shaloq superfosfat, shuningdek, ekstraksion fosfat kislotasi ishlab chiqarishdagi gazlarda, asosan SiF_4 bo'ladi. Donadorlangan superfosfatni quritishda va ekstraksion fosfat kislotani bug'latishda flor $\text{SiF}_4 + 2\text{HF}$ larning ekvivalent aralashmasi tarzida ajralib chiqadi. Fosfatlarni gidrotermik florsizlantirishda ham gazlarda HF miqdori ko'p bo'lgan $\text{SiF}_4 + 2\text{HF}$ lar aralashmasi, fosfatlarni xlorlab kuydirishda esa, asosan HF bo'ladi. Ekstraksion fosfat kislotasi jihozlaridagi gazlarda $\sim 2,5 \text{ g/m}^3$, fosfat kislotani kontsentrlash barabanlaridagi gazlarda $8,5-9 \text{ g/m}^3$ flor bo'ladi. SiF_4 va HF bo'lgan flori gazlar, shuningdek, fosfatlarni nitrat kislotali ajratmasidan, uni $120-140^\circ\text{C}$ dagi bug' bilan ishlov berish orqali ham olinishi mumkin.

Kimyo sanoatlarida har xil navlardagi bir necha turdagi flori noorganik birikmalar ishlab chiqariladi.

Natriy kremneflorid Davlat standarti talablariga muvofiq uch xil: tarkibida 98% dan ortiq Na_2SiF_6 bo'lgan — oliy, 95% bo'lgan — birinchi va 93% bo'lgan — ikkinchi navlarda ishlab chiqariladi. Erkin kislotalilik miqdori (HCl hisobida): oliy navda $0,1\%$ dan oshmasligi kerak, birinchi va ikkinchi navlarida esa — $0,15\%$ ga teng. Mahsulot mayda kristall shaklida ishlab chiqariladi; uning namligi 1% dan oshmasligi kerak.

Oliy navli natriy flori tarkibida 94% dan ko'p, birinchi navlida — 84% , ikkinchi navlida — 80% NaF bo'ladi. Bundan tashqari, tarkibida 70% NaF va ko'p miqdorda erimaydigan qo'shimcha bo'lgan mahsulot ham ishlab chiqariladi.

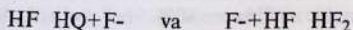
Aluminiy ftorid tarkibida: 62% dan ko'p ftor, 31% dan ko'p alyuminiy, 3% dan kam natriy, 1,4% dan kam SO_3 , 0,4% dan kam $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ va 6,5% dan kam namlik bo'lishi kerak. Alyuminiy ishlab chiqarish uchun qo'llaniladigan eng yaxshi navdagi kriolit tarkibida 51,3-53% ftor va 12,8-13% aluminiy bo'ladi.

Ftor va uning birikmalarini ishlab chiqarish uchun: fosforli o'g'itlar ishlab chiqaruvchi zavodlarning, tarkibida SiF_4 va HF bo'lgan chiqindi gazlari va tabiiy kalsiy ftorid — plavik shpat yoki fluorit asosiy xomashyo turlari hisoblanadi. Fluoritning O'rta Osiyoda, Primoriye o'lkasida, Boltiq bo'yida, Uralda va boshqa joylarda yirik-yirik konlari mavjuddir. Toza holatdagi plavik shpat rangsiz bo'ladi, ammo, odatda u kvars, kalsit, ba'zan barit, qo'rg'oshin, rux va boshqa og'ir metallar sulfidlari bilan yo'ldosh aralashmalar holatda ushraydi, shuning uchun tabiiy plavik shpat oq, zangor, sariq, pushti, ko'k ranglarga bo'yalgan holatda bo'ladi. Ayniqsa, kvarsit qo'shimchasi nomaqbul hisoblanadi, chunki ftoridlar ishlab chiqarishda u bir qism ftor bilan birikib kremneftoridlarga aylanadi. Odatda, qazib olinaligan plavik shpati boyitiladi.

7.1.1. Ayrim ftor birikmalarining fizik-kimyoviy xossalari

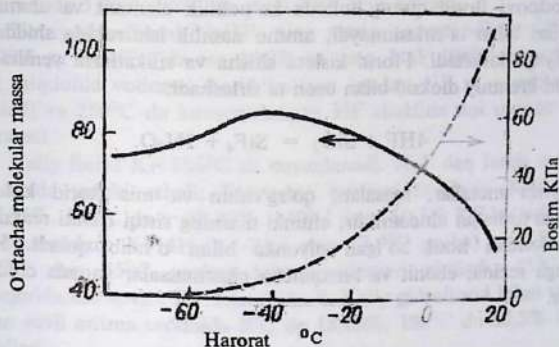
Vodorod ftorid HF rangsiz, $19,9^\circ\text{C}$ da (101,3 kPa da) qaynaydi, $-83,1^\circ\text{C}$ da suyuqlanadi. Gazsimon, suyuq va qattiq holatida, shuningdek, suvli eritmalarda HF molekullari assotsiyalanganidir (7.1-rasm). 0 dan 105°C gacha harorat (t) uchun HF bug'larining to'yingan bug' bosimi (R) quyidagi: $\lg P = 7,5 - 1952,6/(355,5+t)$ formula bilan hisoblanadi.

Vodorod ftorid suvda yaxshi eriydi, uning suvli eritmasi HF (aq) ftorid (plavik) kislota deyiladi. Ftorid kislota suvli eritmalarda gidroftorid (diflorogidrogenat) HF_2^- ionlari hosil qilgan holda dissotsilanadi:

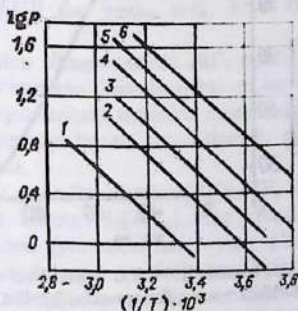


HF ishqoriy metallarning ftoridlari bilan $\text{MeF} \cdot n\text{HF}$ turidagi kristall birikmalar hosil qiladi, bunda masalan, KF uchun $n=2, 3$

va 4 ga teng. Ftorid kislota ustidagi gazli fazadagi HF ning bosimi 7.2-rasmda ko'rsatilgan.



7.1-rasm. Vodorod ftorid bug'ining o'rtacha molekular massasi va to'yingan bug' bosimi



7.2-rasm. Ftorid kislota suvli eritmasi ustidagi HF ning bug' bosimi (P, kPa):HF miqdori, %: 1 - 41,2; 2 - 50,9; 3 - 55,1; 4 - 60,52; 5 - 65,45; 6 - 70,23.

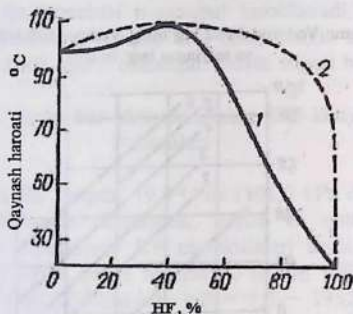
HF-H₂O sistemasida qaynash harorati va atmosfera bosimidagi bug'ning muvozanat tarkibi 7.3-rasmda keltirilgan. Bu ma'lumotlar tarkibida 0,1-1,8% H₂SiF₆ bo'lgan HF ning suvli eritmalariga taalluqlidir. Diagrammadan ko'rinadiki, HF-H₂O sistemasida

tarkibida ~38% HF bo'lgan va 109⁰C (101,3 kПа) da qaynaydigan azeotrop aralashma mavjud.

Vodorod florid quruq holatda ko'pchilik element va ularning oksidlari bilan ta'sirlashmaydi, ammo namlik ishtirokida shiddatli reaksiyaga kirishadi. Florid kislota shisha va silikatlarni yemiradi, chunki kremniy dioksid bilan oson ta'sirlashadi:



Ayrim metallar, masalan, qo'rg'oshin va mis florid kislota ta'siriga nisbatan chidamlidir, chunki ularning sirtqi qavati reaksiya mahsulotidan hosil bo'lgan plyonka bilan o'ralib qoladi. HF ta'siriga rezina, ebonit va bir qancha plastmassalar yanada chidamlidir.



7.3-rasm. 101,3 kПа bosimda HF – H₂O sistemasidagi qaynash harorati va bug'ning tarkibi: 1 – suyuqlikning tarkibi; 2 – bug'ning tarkibi.

Florid kislota kletchatkani eritadi va shuning uchun terini yemirib, yara hosil qiladi. Shuning uchun florid kislota va vodorod florid bilan ishlanganda nihoyatda ehtiyot bo'lish lozimdir.

MeHF₂ turidagi ishqoriy metall gidrofloridlari HF ga nisbatan kuchsiz kislota, boshqa metallar birikmalari, masalan, AlF₃·3HF (yoki H₃AlF₆) esa HF ga nisbatan kuchli kislota hisoblanadi.

Natriy fluorid NaF — 990°C da suyuqlanadi, suyuqlanish haroratidan yuqorida anchagina uchuvshan bo'ladi. 0°C dagi to'yingan eritmasida 3,95%, 94°C da esa 4,73% NaF bo'ladi.

Natriy gidrofluorid NaHF_2 ning suvdagi eruvchanligi — 0°C da 2,28% ga va 40°C da esa 4,92% ga teng. NaF 100°C da tarkibida oz miqdorda vodorod fluorid bo'lgan gazdan HF ni osonlik bilan yutadi va 250°C da konsentrlangan HF shaklida uni osonlik bilan ajratadi.

Kaliy fluorid KF 856°C da suyuqlanadi. NaF dan farqli ravishda u suvda yaxshi eriydi; To'yingan eritmasi tarkibida 20°C da — 47,75%, 100°C da — 59,83%, 140°C da — 60,5% KF bo'ladi. Suvli eritmalaridan: $\text{KF}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($-21,8$ dan $17,7^{\circ}\text{C}$ gacha) va $\text{KF}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($17,7$ dan 45°C gacha) kristallogidratlari ajraladi, 45°C dan yuqorida esa suvsiz KF kristallanadi. Kaliy gidrofluorid bilan to'yingan suvli eritma tarkibida 0°C da 18,63%, 100°C da 50,5% KHF_2 bo'ladi.

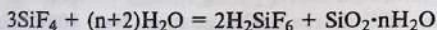
Ammoniy fluorid NH_4F suyuqlanmasdan haydaladi. To'yingan suvli eritmasi tarkibida 20°C da 45% NH_4F bo'ladi. NH_4F — HF sistemasida $\text{NH}_3\cdot n\text{HF}$ (bu yerda, $n=2, 3$ va 4) birikmalari hosil bo'ladi.

Quruq usul bilan olingan suvsiz AlF_3 suvda amalda erimaydi; eritmalaridan cho'ktirilgan kristallogidrat — oz eriydi: $20, 50$ va 102°C dagi to'yingan eritma tarkibida mos holda 0,5, 0,8 va 2,4% AlF_3 bo'ladi. Eritmalar kuchli gidrolizlanadi, odatda, $\text{AlF}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ tarzida kristallanadi.

Kriolit (natriy geksafторалуминат) Na_3AlF_6 (yoki $3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3$) geksafторалуминат kislota $\text{H}_3[\text{AlF}_6]$ ning kompleks tuzi hisoblanadi. «Kriolit» nomi (yunonchadan tarjima qilinganda «muzlagan tosh» ma'nosini anglatadi) — tabiiy mineralining muzga o'xshashligidan olingan. Texnikada sun'iy kristallari bilan bir qatorda ishlatiladi. Kriolit 1011°C da suyuqlanadi. Uning suvda eruvchanligi 1000 g eritmada 25°C da 0,417 ga, 16°C da esa — 0,35 ga teng. Natriy va aluminiiy fluoridlar kriolitdan tashqari xiolit $5\text{NaF}\cdot 3\text{AlF}_3$ hosil qiladi.

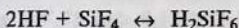
Kremniy tetrafluorid SiF_4 — rangsiz gaz, sovitilganda to'g'ridan-to'g'ri qattiq fazaga o'tadi. Qattiq holatdagi SiF_4 $-94,8^{\circ}\text{C}$ da haydaladi. Qattiq holatdagi SiF_4 ning sublimatsiyalanish bosimi:

$\lg P = 9,5 - 6100/(4,57T)$ formula bilan hisoblanadi. Kremniy tetraflorid suvga yaxshi (1 hajm suvga 265 hajm) yutiladi, bunda gidrolizlanib, geksaftorsilikat va silikat kislotalarni hosil qiladi:

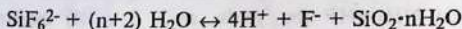


600–800°C gacha haroratda SiF_4 ning suv bug'i bilan gidrolizi juda oz darajada sodir bo'ladi.

Kompleks geksaftorsilikat (kremneftorid, ftorosilikat) kislota H_2SiF_6 ham florid kislota SiF_4 ning erishi natijasida hosil bo'ladi:



H_2SiF_6 eritmalarida vodorod ionlarining yuqori konsentratsiyali bo'lishini HF ning dissotsilanish ($\text{HF} = \text{H}^+ + \text{F}^-$) muvozanatini F^- ionini erigan SiF_4 ga birikishi natijasida SiF_6^{2-} kompleks ioniga aylanishi ($2\text{F}^- + \text{SiF}_4 \rightarrow \text{SiF}_6^{2-}$) hisobiga o'ng tomonga siljishi orqali izohlanadi.



gidrolizning muvozanat konstantasi 200°C da $K = [\text{H}^+]^4[\text{F}^-]^6/[\text{SiF}_6^{2-}]$ $4 \cdot 10^{-28} \div 1 \cdot 10^{-27}$ oralig'ida bo'ladi.

Geksaftorsilikat kislota – konsentrlangan suvli eritmalaridan 190°C da suyuqlanadigan rangsiz $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallari shaklida ajraladi. Bug'lari HF va SiF_4 ga kuchli dissotsilanadi.

480°C da natriy kremneftorid Na_2SiF_6 ning NaF va SiF_4 ga dissotsilanish bosimi 1,07 kPa ga teng, 522°C da – 6,16 kPa ga teng, yanada yuqori haroratda u keskin ortadi. Na_2SiF_6 ning suvda eruvchanligi 20°C da – 0,66% ga, 100°C da – 2,45% ga teng. Uning florid kislota H_2SiF_6 da eruvchanligi esa birmuncha yuqori bo'ladi. Na_2SiF_6 suvli eritmalarida, ayniqsa, kuchsiz eritmalarida ko'proq gidrolizlanadi. Gidrolizlangan eritmalar uchun $\text{pH} = 3,5 \div 4$ bo'ladi.

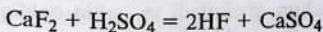
7.1.2. Ftorigid (plavik) kislota

Texnik ftorigid kislota A va B markalarda ishlab chiqariladi va Davlat standarti talablariga muvofiq, ularning tarkibida mos holda:

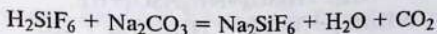
70 va 40% dan ortiq HF; 0,5 va 0,02% dan kam H_2SiF_6 ; 0,1 va 0,02% dan kam H_2SO_4 bo'ladi. Ftorid kislota gummirlangan po'lat temir yo'l sisternalarida va polietilen idishlarda tashiladi. Tarkibida HF ning miqdori 99,9% dan kam bo'lmagan (oliy nav) yoki 99,87% bo'lgan (1-nav) suyuq vodorod ftorid uchun idish sifatida yuqori bosim sharoitida ishlatishga mo'ljallangan po'lat ballonlar, konteynerlar va maxsus temir yo'l sisternalari ishlatiladi.

Suvsiz vodorod ftorid va ftorid kislota olish uchun ko'pincha plavik shpat (fluorit) ishlatiladi.

Maydalangan plavik shpat pechda $220-280^\circ\text{C}$ haroratda 90-92% li sulfat kislota bilan quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:

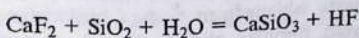


Pechdan tashqi qizdirish orqali HF bilan to'yingan gaz chiqadi va uni sovitish natijasida suyuq vodorod ftorid kondensatsiyalanadi. Pechdan ichki qizdirish orqali HF bilan to'yinmagan gaz chiqadi va uni suv bilan yuvish natijasida plavik kislota olinadi. Plavik kislota — vodorod ftorid va xomashyodagi kremnezem qo'shimchasidan hosil bo'ladigan geksaftorsilikat kislota bilan ifloslangan bo'ladi. Plavik kislota geksaftorsilikat kislota bilan tozalash uchun u soda bilan qayta ishlanadi, bunda yomon eriydigan natriy kremneftorid cho'ktiriladi:



Tozalangan kislota — cho'ktirish orqali kriolit, aluminiy ftorid va natriy ftorid yomon eriydigan mahsulotlariga qayta ishlanadi.

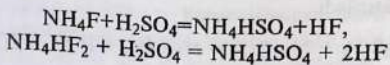
Fluoritdan ftorid kislota olishning boshqa bir usulida u 1200°C dan yuqori haroratda pirogidrolizlanadi. Oson suyuqlanuvchi shlak hosil bo'lishi uchun pirogidroliz jarayoni kvarsit yoki boshqa SiO_2 bo'lgan materiallar ishtirokida o'tkaziladi. Natijada kalsiy silikat va HF hosil bo'ladi:



Vodorod ftorid fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishning chiqindi gazlaridan ham olinishi mumkin. Masalan, sulfat va kremneftorid

kislotalar aralashmasidan HF va SiF₄ ni haydash va so'ngra gazlar aralashmasidagi komponentlarni ajratish orqali ham olinishi mumkin. Lekin bu ancha qiyinchilik bilan amalga oshiriladi. Undan ko'ra, dastlab SiO₂ ni ajratish hamda ftorli (NaF, CaF₂) yoki gidroftoridli (NaHF₂, NH₄HF₂) tuzlarga aylantirish va so'ngra ulardan kislotali yoki termik parchalash orqali HF olish afzalroqdir. Masalan, SiF₄ ni ammiakli absorbsiyalash natijasida dastlab ammoniy ftorsilikati hosil qilinadi; uning keyingi ammoniylanishi va SiO₂ cho'kmasining ajratilishidan olingan NH₄F eritmasi qattiq natriy ftorid bilan aralashtiriladi. Bunday eritma bug'latilganda ftorsilikatning parchalanishi uchun qaytariladigan ammiak ajraladi; hosil bo'ladigan natriy gidroftoriddan gaz holatdagi HF ajratib olinishi uchun qizdiriladi va qattiq qoldiq ishlab chiqarish sikliga qaytariladi. Bu usulda ftorli gazlarning va shunga muvofiq holda ammoniy ftorsilikat eritmasining tozaligi muhim ahamiyatga egadir, chunki fosfatli va sulfatli qo'shimchalar aylanuvchi eritmalar va natriy ftorid tarkibida to'planadi; ularni sikldan chiqarishga to'g'ri keladi.

Boshqa usul ammiakning qisman uchirilishi hisobiga ammoniy ftorid suyuqlanmasini bug'latishga asoslangan; bunda ammoniy ftorid va gidroftorid aralashmasi olinadi, uni 200–330°C da sulfat kislotasi bilan parchalanadi:



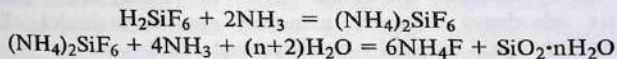
Ikkinchi reaksiyada ammiak va sulfat kislotasi sarfi, shuningdek, oraliq mahsulot — NH₄HSO₄ miqdori sarfi birinchi reaksiyadagiga nisbatan 2 marta kamdir.

7.1.3. Ammoniy ftorid

Ftorli chiqindi gazlaridan yoki ularni tutib qolish mahsulotlaridan oson qayta ishlanadigan boshqa birikmalar — ammoniy ftorsilikatlar yoki ftoridlar olishga qiziqish uyg'onmoqda. Ammoniy ftorid eritmalarini hozirda qo'llanilayotgan ftor tuzlarining deyarli barchasini olish uchun ishlatish mumkin, shu bilan birga

ular tarkibida juda oz miqdordagi qo'shimchalar bo'ladi. Bu usul bir qancha ftoridlar olish uchun ishlatiladigan soda sarfini yo'qotadi. Bundan tashqari, bu usulda ftorning bir qismi, masalan, fluoritning sulfat kislotali parchalanishidan ftoridlar olishdagi oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladigan natriy ftorosilikat tarkibiga o'tmaydi. Bu ammiakli usul orqali nafaqat ftorli chiqindi gazlarini tozalashda yuqori natijalarga erishibgina qolinmay, balki boshqa ftor bo'lgan materiallar, shu jumladan, past navli boyitilmagan fluoritlarni qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Bunda xomashyo-da kremnezem miqdorining ko'pligi, nafaqat o'rinsiz hisoblanmaydi, balki aksincha, qo'shimcha mahsulot — oq sajaning unumini oshirish imkoniyatini yaratadi.

Ftorli chiqindi gazlaridan olingan geksaftorsilikat kislotasi ammiak yoki ammiakli suv bilan neytrallanishi quyidagi reaksiya bilan sodir bo'ladi:



Ajralib chiqadigan amorf silikat kislotasi cho'kmasi yuvilgandan va quritilgandan so'ng oq saja deb nomlanadigan mahsulot tarzida ishlab chiqariladi. U rezinali aralashmalarda to'ldiruvchi vazifasini o'taydi va rangli rezina buyumlari tayyorlashda texnik uglerod (qora saja) o'rniga ishlatiladi. Cho'kma ajratilgandan so'ng nihoyat toza ammoniy ftorid eritmasi qoladi, uni ftorning turli xildagi tuzlariga qayta ishlanadi.

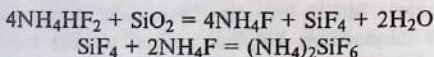
Silikat kislotasi hosil bo'lishi bilan boradigan ikkinchi reaksiya qaytardir, uni u yoki bu yo'nalishda amalda oxiriga yetkazish mumkin. 15–20°C da va unchalik ortiqcha bo'lmagan ammiak bilan (4–7 g/l) deyarli toza ammoniy ftorid eritmasi olish mumkin, kremniy dioksid esa cho'kmaga tushadi; qizdirilishi natijasida ammiak uchiriladi va kremniy dioksid yana eritmaga o'tadi.

Bu har qanday kremnezemli materialni yaxshi adsorbsiya xossasiga ega bo'lgan qimmatbaho oq sajaga aylantirish imkoniyatini yaratadi. Jarayon kvarts qumi va boshqa SiO₂ bo'lgan materiallarni ammoniy ftorid eritmasi bilan qizdirish orqali qayta

ishlashga asoslangan. Jarayon oraliq ammoniy gidroftorid hosil bo'lishi orqali quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:

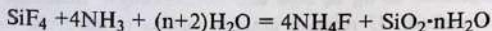


So'ngra, hosil bo'ladigan ammoniy gidroftorid (bu mahsulot alohida olinishi mumkin va to'g'ridan-to'g'ri kremnezemli materiallarni eritish uchun ishlatilishi mumkin) SiO_2 bilan ta'sirlashadi:



Olinadigan ammoniy ftorosilikat eritmasi parchalanmagan qoldiqdan filtrlash orqali ajratiladi va 15–20°C da jarayonning birinchi bosqichida ajraladigan ammiak bilan kuchsiz ishqoriy muhitgacha to'yintiriladi. Bunda SiO_2 qaytadan qattiq fazaga o'tadi, lekin bunda ajratiladigan cho'kmani yuvish va quritish orqali qimmatli aktiv adsorbsiya xossasini namoyon etuvchi mahsulot olinadi. Ammoniy ftorid eritmasi yana siklga qaytariladi.

Ftorli tuzlarni ammiakli suv yordamida to'g'ridan-to'g'ri tutib qolinishi ham mumkin:



Ammo kremnezemning ajralishi jihozlarning ishlash jarayonini mushkullashtiradi. Shu maqsad uchun masalan, silikat kislota sho'kmasini yuvishdan olingan ammoniy ftorid eritmasining ishlatilishi $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ cho'kmasi hosil bo'lishini bartaraf etadi. Odatda, absorbsiyaning ushbu sxemasi bo'yicha tarkibida 1–3% erkin H_2SiF_6 bo'lgan ammoniy ftorosilikatning kislotali eritmasi olinadi.

Ammoniy ftorosilikat olish uchun H_2SiF_6 ning 10–12% li eritmasi ammiak bilan $\text{pH} = 2 \div 3$ gacha neytrallanadi, 28–30% gacha bug'latiladi, $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ kristallantiriladi, uni sentrifugalarda ajratiladi va quritiladi. 1-navli mahsulot tarkibida: quruq moddada 92% dan kam bo'lmagan $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ va 3% dan ko'p bo'lmagan namlik, erkin H_2SiF_6 0,2% dan ko'p emas, P_2O_5 2% dan ko'p emas, suvda erimaydigan qoldiq esa 3% dan ko'p emas bo'ladi.

Ammoniy florid kristalli uning eritmalarini ammoniylash orqali ham olinishi mumkin. Ammoniy florid eritmasini bosqichma-bosqich to'yinish holatigacha bug'latish va kristallantirish orqali ham olinishi mumkin. Bug'latishda NH_4F ning bir qismi kislotali tuz va gaz holatdagi ammiak hosil qilgan holda dissotsilanadi. Ammiak tutib qolinadi va tuzni kristallantirish paytining boshlanishiga bug'latilayotgan eritmaga qaytariladi. Bu ammoniy floridning cho'kmaga tushishini ta'minlaydi. Ammoniy florid ajratiladi va $35-40^\circ\text{C}$ da quritiladi. Qoldiq eritma esa bug'latishga qaytariladi.

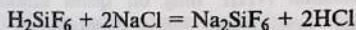
7.1.4. Natriy geksaftorsilikat (ftorosilikat, kremneftorid)

Geksaftorsilikat kislotalari natriy ftorosilikatga qayta ishlashda uni $15-20^\circ\text{C}$ haroratda konsentrlangan (21% li) natriy xlorid eritmasi bilan cho'ktiriladi (cho'ktirish uchun natriy sulfat ishlatish afzalroqdir, bunday holda qoldiq eritmadan ma'lum maqsadda, masalan, superfosfat ishlab chiqarishda sulfat kislotalari suyultirish uchun foydalanilishi mumkin).

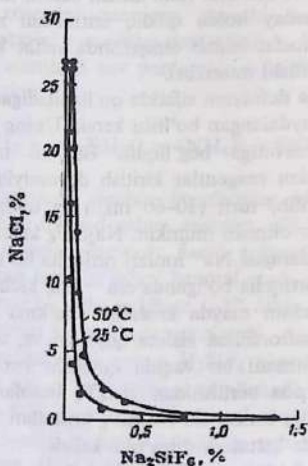
Insektitsid va defolyant sifatida qo'llaniladigan natriy ftorosilikat iloji boricha maydalangan bo'lishi kerak. Uning disperslilik darajasi kristallanish sharoitiga bog'liqdir. Bir xil tarkibdagi (8-10%) H_2SiF_6 kislotalari reagentlar kiritish davomiyligini 30 dan 360°C gacha o'zgartirilib, turli (10-60 mkm va undan katta) o'lchamlardagi kristallar olinishi mumkin. Na_2SiF_6 kristallanishida, eritmaning to'yinish darajasi Na^+ ionlari ortiqcha bo'lganda — eng katta, SiF_6^{2-} ionlari ortiqcha bo'lganda esa — eng kichik qiymatga erishadi. Shuning uchun mayda kristallik cho'kma olish uchun NaCl eritmasiga geksaftorsilikat kislota quyilishi va, aslo aksincha emas, yoki ikkala eritmani bir vaqtda quyilishi kerak. Lekin reagentlarning bir vaqtda berilishidan H_2SiF_6 boshlang'ich miqdorining 10 dan 4% gacha kamayishi Na_2SiF_6 kristallari nisbiy o'lchamining sezilarli darajada kattalashishiga olib keladi.

Kislota tarkibidagi muallaq holatdagi kremnegel Na_2SiF_6 ning kristallanish jarayoniga ta'sir etmaydi, SiO_2 zollari esa kristallanishga ta'sir ko'rsatadi.

Qattiq fazaga Na_2SiF_6 ni to'la ajratib olish uchun quyidagi reaksiya bo'yicha talab etiladigan NaCl me'yoriy miqdoridan – 125% ortiqcha qo'shilishi kerak:



Eritmada ortiqcha miqdordagi NaCl ning ishtirok etishi Na_2SiF_6 eruvchanligini keskin kamaytiradi (7.4-rasm). Masalan, 25°C da Na_2SiF_6 ning eruvchanligi 0,78% ga teng; eritmaga 2% NaCl kiritilishi Na_2SiF_6 miqdorini 0,1% gacha kamaytiradi; 10% va undan ortiq miqdordagi NaCl kiritilganda esa eritmadagi Na_2SiF_6 ning ulushi faqatgina yuzdan bir ulush foyznigina tashkil qiladi. Odatda, NaCl shunday miqdorda kiritiladiki, Na_2SiF_6 cho'ktirilgandan keyin qoladigan qoldiq eritmada 2% atrofida NaCl bo'lishi kerak.



7.4-rasm. 25 va 50°C haroratdagi Na_2SiF_6 – NaCl – H_2O sistemasining eruvchanlik izotermasi.

Na_2SiF_6 kristallari qoldiq eritmadan va siklonda yoki 30 min tinch qoldirish bilan silikat kislota gelidan ajratiladi. Na_2SiF_6 kristallarining cho'kish tezligi 3 m/s ga, silikat kislota gelining cho'kish tezligi esa 0,25–0,3 m/s ga teng. Cho'kish tezliklaridagi bunday katta farq gel bilan ifloslangan eritmadan Na_2SiF_6 ning oson ajratib olinishini ta'minlaydi, bu esa kremneftorid kislotani oldindan silikat kislota gelidan tozalanishi talab etilmaydi.

Eritma va kremnegelning dekantatsiyasidan so'ng Na_2SiF_6 ning quyultirilgan suspenziyasi xlorid kislotani neytrallash uchun ozgina miqdordagi soda eritmasi bilan qayta ishlanadi. Sodaning ortiqcha bo'lishi zararlidir, chunki bu Na_2SiF_6 ning ancha yaxshi eruvchan tuz NaF ga aylanishi hisobidan uning bir qismining yo'qotilishiga olib keladi.

Na_2SiF_6 kristallari gummirlangan sentrifugada cho'ktiriladi va shunday darajagacha yuviladiki, bunda cho'kmada 0,2% dan kam NaCl va 0,02% dan kam HCl qolishi kerak. Yuvish mahsulotning gigroskopikligini va yopishqoqligini kamaytirish uchun ham zarurdir. Yuvinadi eritmadan natriy xloridni eritish uchun ishlatiladi. Sentrifugadan ajratilgan va tarkibida 10–13% namlik bo'lgan kristallar 1% dan kam namlik qolguncha quritiladi. Quritishni 400°C gacha haroratda o'tkazilishi lozim, chunki haroratning bu chegaradan ortishi Na_2SiF_6 dissotsilanish bosimini keskin oshiradi. Shuningdek, qo'zg'almaydigan barabanli quritgich ishlatiladi, undagi material shnek yordamida aralashadi va kalorifer yordamida qizdiriladigan qaynoq havo oqimida quritiladi; quritgich barabani tashqaridan o'txona gazlari bilan qizdiriladi, u keyinchalik havoni qizdirish uchun kaloriferlarga keladi.

Mahsulotni quritishda u bir-biriga yopishadi, shuning uchun uni quritilgandan keyin markazdan qochma zarbali turdagi vakuumli tegirmonda kukunsimon holatgacha maydalanadi; maydalgan mahsulot tegirmon g'ilofidan so'rib olinadi, uni separator yordamida havoli oqimdan ajratiladi.

Quritgichdan, ayniqsa aylanuvchi barabandan olingan gazlar, shuningdek, maydalovchi qurilmadan so'rib olinadigan havo tarkibida ftorosilikatli chang va ozgina HCl bo'ladi. Atmosferaga chiqarishdan oldin zararsizlantirish uchun ular suv bilan yuviladi.

Superfosfat ishlab chiqarish chiqindi gazlarini qayta ishlashda 1 t superfosfatga to'g'ri keladigan natriy ftorosilikatning unumi, odatda, 7–9 kg. dan oshmaydi. Uning yo'qotilishini kamaytirish orqali unumini oshirish mumkin, chunki apatit konsentratidan 1 t superfosfat olishda gazli fazaga 5,5–6 kg ftor ajraladi, bu esa 9,6–10,4 kg Na_2SiF_6 ga to'g'ri keladi.

Bundan tashqari, Na_2SiF_6 ning unumini oshirish — superfosfat olishdagi gazli fazaga o'tadigan ftorning ajralish darajasini ko'tarish orqali ham erishiladi. Bunga, masalan, reaksiya superfosfat massasiga aktiv shakldagi kremniy dioksid qo'shimchasi kiritish orqali erishish mumkin.

Natriy ftorosilikat ishlab chiqarishning chiqindisi — tarkibida 3–4% HCl, 2% NaCl va 0,15% Na_2SiF_6 bo'lgan xlorid kislotaning kuchsiz eritmasi hisoblanadi. Bunday eritmaning ishlatilishi qiyindir; u odatda, ohak bilan neytrallanadi.

Ishlab chiqarishning boshqa bir chiqindisi kremnegel hisoblanadi, superfosfat ishlab chiqarishda ftoridli gazlardan ushlab qolinadigan uning miqdori ftorosilikat kislota massasining ~20% ini tashkil etadi yoki 1 t superfosfatga 1,6–1,8 kg to'g'ri keladi. Kremnegel zarrachasining o'lchami 1 mkm. dan kichikdir. Yuvishdan va quritishdan so'ng olingan material shishaga va sementli shixtaga qo'shimcha sifatida, rezinali aralashmaga yoki teploizolatsiya materiallariga to'ldiruvchi sifatida ishlatilishi mumkin.

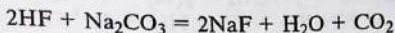
Natriy ftorosilikat o'g'itlar ishlab chiqarishda olingan va tarkibida H_2SiF_6 qo'shimchasi bo'lgan eritmalaridan sho'ktirish orqali, masalan, ekstraktsion fosfat kislota eritmalarini soda yoki natriy fosfat bilan, nitrat kislotali ajratmani — soda yoki natriy nitrat bilan qayta ishlash natijasida ham tayyorlanishi mumkin. Ammo bunda sho'ktiruvchini ortiqcha miqdorda (me'yoriy miqdorning 140–150%) talab etiladi, mahsulot sifati, unga qo'shimchalar (masalan, kalsiy sulfat, parchalanmagan fosfat va h.k.) ning kirishi hisobiga yomonlashadi. Yuqori sifatli mahsulot olish uchun ftorosilikat suspenziyasidan muallaq qattiq qo'shimchalar, uni gidrosiklondan o'tkazish orqali ajratiladi. Bunda mahsulot unumi kamayadi, chunki tsiklonning yuqori qismidan 10–15% kristall holatdagi Na_2SiF_6 qo'shimchalar bilan birgalikda yo'qotiladi.

Kaliy ftorosilikat olish uchun N_2SiF_6 yoki Na_2SiF_6 eritmasi kaliy xlorid bilan qayta ishlanadi.

Natriy va kaliy ftorosilikat tuzlariga bo'lgan talab unchalik ko'p emas va yangi samarador defolyantlarning paydo bo'lishi esa ularning ishlatilish sohaslarini yanada cheklaydi. Shuning uchun ftorli gazlarni boshqa mahsulotlarga aylantirish muammolari yuzaga chiqadi. Aluminiy, shisha, ftorli uglevodorodlar va boshqalar ishlab chiqarishda ftorli gazlarni natriy, aluminiy, ammoniy ftorid-larga va kriolitga qayta ishlash maqsadga muvofiqligi yanada yaq-qolroq ko'rinadi. Bu birikmalar ftorli gazlarni tutib qolish jarayo-nida ham, oldindan hosil qilingan N_2SiF_6 yoki Na_2SiF_6 lardan ham olinishi mumkin.

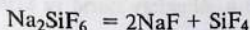
7.1.5. Natriy ftorid

Nisbatan sifatli natriy ftorid ftorid kislotani soda bilan neytral-lanishidan olinadi:



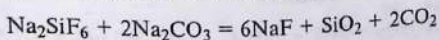
Geksaftorsilikat kislota va uning tuzlarini qayta ishlashga asos-langan usullar keng tarqalgandir.

600–620°C da aylanuvchi peshda natriy ftorosilikat qizdiril-ganda quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



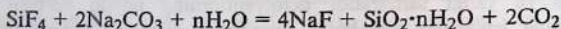
Ajralib chiqadigan SiF_4 yana suvga yuttirilib, Na_2SiF_6 ga aylantirilishi mumkin — bunga *termik usul* bilan NaF ishlab chi-qarishning siklik sxemasi asoslangan. Ikkilamchi SiF_4 ni tutib qolinishidan toza (36–39% li) ftorosilikat kislota olish mumkin, uni ishlab chiqarish sikliga qaytarilishi ham mumkin yoki ftoro-silikatlarga aylantirilishi ham mumkin.

Na_2SiF_6 ni soda ishtirokida kuydirish (*sodali termik usul*):



NaF ishlab chiqarishni soddalashtirish imkoniyatini yaratadi, chunki SiF_4 ni qayta ishlash talab etilmaydi.

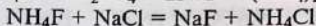
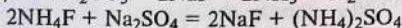
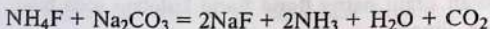
Chiqindi gazlaridan *sodali usulda* NaF olish nisbatan sodda bo'lib, u SiF₄ ning sodali eritma bilan yuvilishidan iboratdir. SiF₄ ning absorbsiyasi quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



va NaF ning cho'ktirilishi bitta jarayonda amalga oshiriladi. Ammo bunda NaF ning SiO₂·2H₂O bilan aralashmasi olinadi, ularni zichliklari hamda natriy fluorid va mayda dispers kremniy dioksidning zarrachalar o'lchamining farqiga asoslangan klassifikatsiyalarga ajratiladi.

Soda-suspenziyali usulda soda eritmasi bilan Na₂SiF₆ suspenziyasi ta'sirlashadi va reaksiya eritma hajmi anchagina kamayadi.

Natriy fluoridni NH₄F eritmasidan natriy tuzlari bilan cho'ktirilishi ham mumkin:

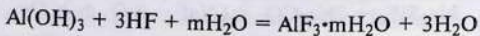


Qoldiq eritmadan NaF ajratilgandan so'ng ammiak oddiy usulda regeneratsiyalanishi – qizdirilgan holda ohak suti bilan qayta ishlanishi mumkin.

7.1.6. Aluminiy fluorid va kriolit

Belgilangan Davlat standartlari talablariga muvofiq, aluminiy fluorid oliy, birinchi va ikkinchi navlarda ishlab chiqariladi. Ular tarkibida navlarga mos holda: 93, 88 va 88% dan oz bo'lmagan asosiy modda hamda 4,7 va 7% Al₂O₃; 0,3, 0,4 va 0,5% SiO₂ va Fe₂O₃ oksidlar yig'indisi; 0,05, 0,1 va 0,1% P₂O₅; 0,5, 0,7 va 1% SO₄²⁻ dan ko'p bo'lmagan qo'shimchalar bo'ladi.

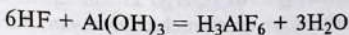
Oliy navdagi mahsulot fluorid kislotada aluminiy gidroksidni eritish orqali ishlab chiqariladi:



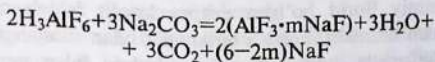
Aluminiy fluorid cho'kmasi ajratiladi va suvsiz tuz hosil bo'lguncha qizdiriladi.

Sintetik natriy geksaftoroaluminat yoki natriyli kriolit (odatda, uni oddiy kriolit deyiladi) Davlat standartlari talablariga muvofiq quyidagi: KA oliy va birinchi navli (aluminium ishlab chiqarishda ishlatiladi) va KP (shisha, emal, abrazivlar va h.o. Ishlab chiqarishda ishlatiladi) markalarda ishlab chiqariladi. Ular kriolitli modul m ($\text{NaF}:\text{AlF}_3$ molar nisbati) bilan tavsiflanadi. KA marka navlari uchun $m \geq 1,7$ va 1,5 (KP marka uchun m qiymati me'yorlanmagan). Uning tarkibida navlarga mos holda: 54, 54, 52% dan kam emas F va 23, 22 va 13% dan kam emas Na va 18, 19 va 23% dan ko'p emas Al bo'ladi. SiO_2 , Fe_2O_3 , P_2O_5 , sulfatlar va namlik miqdorlari ham chegaralangan bo'ladi. Oliy sifat kategoriyali mahsulot (KAe) tarkibida: $55 \pm 1\%$ F, $24 \pm 1\%$ Na, $1 \pm 1\%$ Al bo'ladi.

Kriolit olish uchun dastlab aluminium gidroksid plavik kislota da eritiladi:

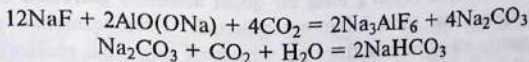


geksaftoraluminat kislota eritmasi soda bilan neytrallanadi:



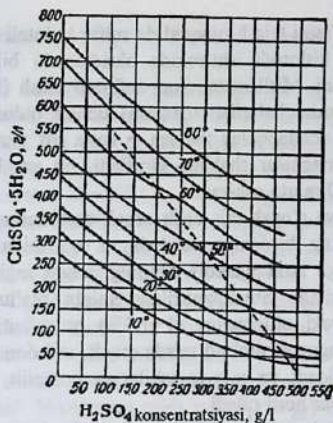
cho'kma filtrlanadi, yuviladi va quritiladi. Ushbu usul bo'yicha moduli 3 ga yaqin bo'lgan yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqariladi.

Kriolit olishning *karbonatli usuli* natriy fluorid va natriy aluminat eritmaları aralashmasini karbonatlashtirishga asoslangan:



Natriy fluorid eritmasi fluorli gazlarni 5% li soda eritmasi bilan absorbsiyalash orqali olinadi; kremnegel cho'kmasi sentrifugada ajratiladi. Tarkibida 8% Al_2O_3 va 8% Na_2O bo'lgan aluminatli eritma 50% li NaOH eritmasida aluminium gidroksidning eritilib, uni suyultirilishidan olinadi. Ikkala eritma ham bir vaqtda ular reaktorga uzatilishida qo'shiladi va karbonatlashtiriladi.

Yaxshi filtrlanadigan kriolit cho'kmasini hosil qilish uchun suyuq fazaning pH qiymati 10,2–10,7 bo'lishi lozim. Karbonat-

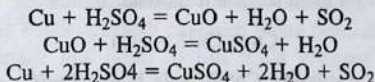


7.5-rasm. Mis kuporosining erkin sulfat kislotada ishtirokidagi eruvchanlik izotermasi.

Mis kuporosi, tarkibida 98, 94 va 85% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bo'lgan bir necha navlarda ishlab chiqariladi.

7.2.2. Misli metallolomdan mis kuporosi ishlab chiqarish

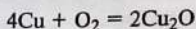
Jarayonning nazariy asoslari. Oksidlovchilar, xususan, havo kislorodi ishtirokisiz mis suyultirilgan sulfat kislotada amalda erimaydi. U qaynoq konsentrlangan sulfat kislotada yetarli darajadagi tezlikda eriydi, ammo bu jarayonni amalga oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki bunda sarflanadigan kislotaning yarmi oltin-gugurt dioksidge qaytarilishiga sarf bo'ladi, qolgan qismigina sulfat kislotada ta'sirida misning oksidlanishidan hosil bo'lgan mis oksidini eritib, mis kuporosi hosil bo'lishiga sarflanadi. Bu jarayonlar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:



Sulfat kislotasini tejash maqsadida sulfat kislotali eritish jarayoni misning havo kislorodi ishtirokida oksidlanishi bilan bir paytda amalga oshiriladi. Misli metallolom rafinatsiyalash (Fe, Zn, Al, Pb va boshqa qo'shimchalardan tozalash) uchun oldindan suyuqlantiriladi, eritish uchun qulay shaklga — katta sirt yuzasiga ega bo'lgan g'ovak donachalar shakliga kiritiladi, bu esa kislotada eruvchanligini 5–10 marta oshiradi.

Pufakchali va g'ovak mis olish orqali donadorlash jarayoni mis suyuqlanmasining birdaniga sovitish va qotishida tez suratlarda gazlar ajralishiga asoslangandir. Buning uchun ingichka oqimdagi sovuq suv beriladi. Suyuqlantirilgan misga ma'lum miqdordagi mis(I)-sulfid yoki oltingugurt (1–1,5%) qo'shiladi. Bunda hosil bo'ladigan oltingugurt dioksid misda eriydi, uni donadorlanish paytida ajralib chiqadi va mis tomshilariga purkalib, yupqa devorli g'ovak sharchalar hosil qiladi.

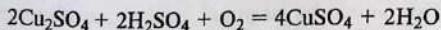
Mis donachalarining tarkibida mis sulfat ham bo'lgan suyuqlantirilgan sulfat kislotasi bilan havo kislorodi ishtirokida ta'sirlashuvi, havo kislorodining kislotada erishi, mis sirtiga diffuziyanishi va uni mis(I)-oksidgacha oksidlashi orqali sodir bo'ladi:



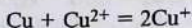
Mis(I)-oksidi sulfat kislotada eriydi:



hosil bo'lgan mis(I)-sulfat osonlik bilan mis (II)-sulfatga oksidlanadi:



Jarayonning umumiy tezligi eng sekin ketadigan bosqich — misning mis(I)-oksidga oksidlanishi bilan belgilanadi. Buni kislorod eruvchanligining kamligi va uning mis donachalari sirtiga diffuziyanishining sekinligi bilan izohlanadi. Eritmada mis kuporosi hosil bo'lishi bilan jarayon tezlashadi. Bunda:

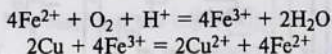


depolarlanishi natijasida CuSO_4 mis bilan Cu_2SO_4 gacha qaytariladi, so'ngra Cu_2SO_4 yana havo kislorodi ta'sirida CuSO_4 gacha

oksidlanadi. Shunday qilib, mis kuporosi kislorod tashuvchi vazifasini o'taydi.

Haroratning ko'tarilishi, boshqa jarayonlardagi kabi kimyoviy reaksiyani tezlashtiradi, ammo kislorod eruvchanligining kamayishiga olib keladi, bu esa oksidlanishni sekinlashtiradi. Shuning uchun misni havo kislorodi ishtirokidagi sulfat kislotali eritish minorasida haroratni 80–85°C dan oshirmagan holda ushlab turiladi. Bunda misni oksidlash uchun minoraga havo bilan kiruvchi kislorodning taxminan 1/4 qismidan foydalaniladi, havoning sarfi 1 t mis kuporosi uchun ~1000 m³ ni tashkil etadi.

Eritmadagi CuSO₄ konsentratsiyasining ortishi natijasida kislorodning eruvchanligi kamayadi. Shuning uchun CuSO₄ konsentratsiyasi ortib borishi bilan misning erishi CuSO₄ ning katalitiklik ta'siri tufayli dastlab ortadi, so'ngra kislorodning yetishmasligi sababli kamayadi. Maksimum erish tezligi 120 g/l CuSO₄ konsentratsiyasida (tarkibida ~110 g/l H₂SO₄ bo'lgan eritma uchun) kuza-tiladi. Eritmada temir ionlarining ishtirok etishi depolarlanish hisobiga misning erishini anchagina tezlashtiradi:

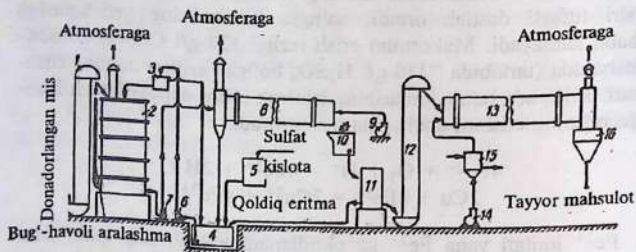


Fe²⁺ ionlari yana Fe³⁺ ga oksidlanadi va shunday qilib, jarayonning katalizatori vazifasini o'taydi. Fe³⁺ ionlari ta'sirida, tarkibida ~110 g/l H₂SO₄, 60 g/l CuSO₄ va 20–22 g/l FeSO₄ bo'lgan eritmada eriydigan misning ulushi ~60% miqdori eritmaga o'tadi.

Misning erishida eng muhim omillardan biri uning donachalari sirtini eritma bilan bir tekisda yuvilishi (namlanishi) hisoblanadi. Donachalarning kislota bilan yomon namlanadigan qismlarida hosil bo'ladigan oksid plyonka to'la erimaydi, mis sulfatning asosli tuzi CuSO₄·2Cu(OH)₂ hosil bo'ladi, u esa eruvchanligining kamligi tufayli eritmadan kristall holatda ajralib chiqadi va donachalar sirtida qattiq sementli quyqa hosil qiladi.

Jarayonni ishlab chiqarishda amalga oshirilishi. Mis metallolomidan mis kuporosi ishlab chiqarish uchta bosqichga bo'linadi: 1) donadorlangan mis olish; 2) mis sulfat eritmasi hosil qilish; 3) mis sulfatni kristallantirish va quritish.

Donadorlangan mis balandligi ~ 6 m, diametri 2,5 m bo'lgan eritish minorasiga solinadi (7.6-rasm). Minora ichki qismi kislotaga chidamli g'isht va plitkalar bilan furerovkalangan po'lat listlardan tayyorlangan. Ostki qismidan 0,5–0,9 m balandlikda qo'rg'oshin bilan payvandlangan kolosnik panjara (mis donachalarini tutib turuvchi) – yolg'ondakam tubi bo'ladi. Minoraning yolg'ondakam tubi o'stiga mis donachalari joylashadi, u yerga davriy suratda minoraning qopqog'iga 0,25 m qolguncha mis donachalari solinadi. Qopqoq ostiga quvur joylashgan, uning yordamida qoldiq eritmaning sulfat kislotali aralashmasi bilan mis donachalari muntazam ravishda yuvib turiladi. Minoraga joylashtirilgan mis 22–28 t. ni tashkil etadi.



7.6-rasm. Donadorlangan misdan mis kuporosi ishlab chiqarish sxemasi: 1 va 12 – kovshli elevatorlar; 2 – yuvuvchi minora; 3 – bir xil darajali bak; 4 – qoldiq eritma yig'gichi; 5 – sulfat kislota uchun sarflash baki; 6 va 7 – markazdan qochma nasoslar; 8 – aylanuvchi kristallizator; 9 va 14 – ventilatorlar; 10 – aralashtirgichli yig'gich; 11 – sentrifuga; 13 – quritgich; 15 – havo isitgichi; 16 – tayyor mahsulot bunkeri.

Minorada misning oksidlanishi va erishi bir vaqtda sodir bo'ladi. Bu jarayonlar issiqlik ajralishi bilan boradi va jarayonni o'tkazish uchun lozim bo'lgan haroratni, ya'ni $70-85^{\circ}\text{C}$ ni ta'minlab turadi. Misni oksidlash uchun minoradagi kolosnik panjara ostidan havoning bug' bilan aralashmasi beriladi. Bug' havoni qizdirish uchun beriladi. Sovuq havo berilganda shelokning sovushi natijasida mis kuporosi kristallari ajraladi, bu esa pastki qatlamdagi mis donachalari sirtiga o'tirib qoladi va reaksiyani sekinlashtiradi. Bug'-

ning berilishi orqali minoradagi harorat ham boshqarib turiladi. Minoradan chiqadigan bug'-havoli aralashma atmosferaga chiqarib yuboriladi. 1 m³ erituvchi eritmadan sutkasiga 1,3 t dan ko'p mis kuporosi olinadi.

Yuvuvchi shelok 55–60°C haroratga ega bo'lib, uning tarkibida 20–30% CuSO₄ va 12–19% erkin H₂SO₄ bo'ladi. Yuvuvchi minoradan chiqadigan qaynoq shelok (74–76°C) – mis kuporosining to'yingan eritmasidan iboratdir, uning tarkibida 42–49% CuSO₄ va 4–6% erkin H₂SO₄ bo'ladi. Bu shelok xromnikelli po'latdan tayyorlangan markazdan qochma nasos yordamida eritmani havo bilan sovituvchi uzluksiz ishlaydigan aylanuvchi kristallizatorga uzatiladi. Mis kuporosi kristallarining qoldiq eritma bilan aralashmasi aralashtirgichli yig'gich orqali zanglamaydigan po'latdan yasalgan sentrifugaga kelib tushadi, u yerda kristallar qoldiq eritmadan ajratiladi va suv bilan yuviladi. Ajratilgan, tarkibida 4–6% namlik va 0,15–2% kislota bo'lgan mahsulot barabanli sovitgichda havo bilan 90–100°C haroratda quritiladi. Qoldiq eritma va yuvindi suv sulfat kislotaga aralashtirilib ishlab chiqarish sikliga qaytariladi.

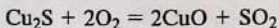
7.2.3. Mis oksididan mis kuporosi ishlab chiqarish

Mis oksidini sulfat kislotada eritilishidan mis kuporosi ishlab chiqarish mis suyuqlantirish korxonalarining oraliq mahsulotlari va chiqindilaridan mis oksidi olishga asoslangan.

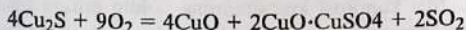
Sulfidli rudalardan mis ajratib olishdagi bekorchi jinsni ajratilishi bilan xomashyoni dastlabki suyuqlantirilishida mis va temir sulfidlaridan iborat shteyn hosil bo'ladi. Shteynga kvars qo'shish va havo purkash natijasida temir sulfid oksidlanadi va silikatga aylanadi. Dashqolni chiqarib yuborilishi natijasida yoriqlarida kumushrang oq rang bo'lgan mis(I)-sulfid Cu₂S qoladi, shuning uchun uni oq metall yoki *oq matt* deyiladi.

Oq matt 6–8 sm qalinlikdagi plita shaklida olinadi. Uning tarkibida, Cu₂S dan tashqari, 10% gacha mis va 0,5–3% temir metallari bo'ladi; misning umumiy miqdori 75–78% ni tashkil qiladi. U qora, so'ngra rafinatsiyalangan mis olish uchun xizmat qiladi.

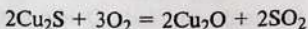
Mis kuporosiga qayta ishlash uchun og' mattni maydalanadi va sulfidning mis oksidga oksidlantirish maqsadida pechlarda kuydiriladi:



Sulfid angidridning bir qismi oq mattdagi temir katalizatorligida SO_3 gacha oksidlanadi, u mis oksidini sulfatlashtiradi. Shuning uchun oq matt kuydirilish mahsulotining tarkibida, asosiy mahsulot — mis oksididan tashqari, shuningdek, sulfid qoldiqlarida ma'lum miqdordagi CuSO_4 bo'ladi. Buni e'tiborga olgan holda oq matt oksidlanishini umumiy holda quyidagi tenglama:



bilan ifodalanishi mumkin. Kislorod yetishmaganda yoki yaxshi aralashtirilmaganda, ma'lum miqdordagi mis(I)-oksid hosil bo'ladi:



Mis(I)-oksid sulfat kislotada mis(II)-oksidga nisbatan yomon eriydi, shuning uchun kuydirilgan matt — kuyundida uning bo'lishi maqbul emas. Bu kuyundi tarkibida 87–90% CuO va 8–10% Cu_2S bo'ladi.

Mis oksidini sulfat kislotada eritish. Oq mattning kuydirilishi mahsulotini kuydirish paytida hosil bo'ladigan qo'shimchalardan tozalash uchun elanadi va sulfat kislotada eritish uchun pishirish chan (katta yog'och idish) ga beriladi. Changa dastlab, tarkibida 28% mis sulfat bo'lgan qoldiq eritma, so'ngra eritmada 15–20% H_2SO_4 konsentratsiyali eritma hosil bo'lguncha sulfat kislotaga beriladi. Eritish, tarkibida 43% CuSO_4 va 3–4% erkin H_2SO_4 bo'lgan eritma hosil bo'lguncha davom ettiriladi.

Kuyundidagi mis metali va oksidlanmagan oq matt (Cu_2S) sulfat kislotada amalda erimaydi va erimaydigan quyqum hosil bo'ladi. Uni mis suyuqlantirish korxonalariga qayta ishlash uchun taytariladi. Tindirilgan mis kuporosi kristallantirishga yuboriladi.

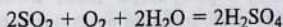
Mis oksidi va sulfid angidrid gazidan mis kuporosi olish. Mis kuporosi olishning bu usuli anchagina tejamlidir. Lekin uni, asosan, tegishli xomashyo — mis oksidi va sulfid angidrid chiqindisi

bo'lgan mis suyuqlantirish korxonalari yaqinidagi mintaqalarda ishlatish maqsadga muvofiqdir.

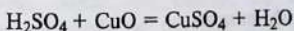
Shuning uchun oq mattdan mis kuporosi ishlab chiqarish ko'proq qiziqish uyg'otadi. Oq mattni oksidlanishli kuydirish natijasida mis oksidiga aylanadi. Bunda ajraladigan sulfid angidrid gazidan hosil qilingan mis oksidini mis kuporosiga aylantirishda tejamli foydalaniladi. Etishmagan SO_2 o'rmini mis suyuqlantirish pechlarida hosil bo'ladigan sulfid angidrid bilan to'ldiriladi. Shunday qilib, oq mattni mis kuporosiga qayta ishlash sulfat kislota sarflamasdan va uning komponentlari — mis va oltingugurtning to'liq ishlatilgan holda amalga oshirilishi mumkin.

Mis oksidi va sulfid angidrit gazidan mis kuporosi ishlab chiqarish usuli $85-95^\circ\text{C}$ haroratda mis oksidining mis kuporosi suvli eritmasidagi suspenziyasini tarkibida SO_2 va kislorod bo'lgan kuchsiz sulfid angidrid gazi bilan ta'sirlashishiga asoslangandir.

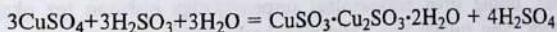
Mis kuporosning hosil bo'lishi bir-biriga bog'liq bo'lmagan ikkita jarayon natijasida sodir bo'ladi. Ulardan birida sulfid angidrid mis ionlarining katalitiklik ta'siri natijasida kislorod bilan oksidlanadi va suv bilan birikib, sulfat kislotaqa aylanadi:



hosil bo'lgan kislota mis oksidini eritadi, bundan mis kuporosi olinadi:



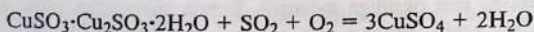
Ikkinchisi — parallel sodir bo'luvchi jarayonda esa sulfid angidrid bilan CuO ning qisman Cu_2O ga qaytarilishi natijasida suvda yomon eriydigan Shevrel tuzi — bir va ikki valentli misning sulfid kislotali kompleks tuzi $\text{Cu}(\text{CuSO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yoki $\text{CuSO}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi:



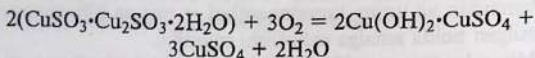
Bu tuz kislorod ishtirokisiz suspenziya qaynatilganda parchalanadi:



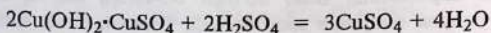
Lekin sulfid angidrid va kislorodning ta'siri natijasida mis(I)-oksid erib, eritmaga o'tadi va shuningdek, suspenziyadagi Shevrel tuzi cho'kmasi mis kuporosiga aylanishi natijasida yo'qolib boradi:



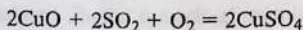
SO_2 va O_2 ta'sirida shevrel tuzining oksidlanishi dastlab asosli mis sulfat hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi:



Bu reaksiya mis ionlarining katalitik ta'siri natijasida sulfat kislotaga hosil bo'lishiga nisbatan katta tezlik bilan boradi. H_2SO_4 ning to'planishi bilan mis sulfatning asosli tuzi eritmaga o'tadi:



Bu jarayonlar natijasida suspenziyadan barcha qattiq fazalar — CuO ham, $\text{CuSO}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ham, $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuSO}_4$ ham yo'qoladi. Shunday qilib, jarayonning umumiy tenglamasi:



tarzida ifodalanishi mumkin.

Haroratning va eritmadagi CuSO_4 miqdorining ortishi bilan shevrel tuzining eruvchanligi ortadi. 20°C dagi bu tuzning suvda eruvchanligi 0,042% ga, 60°C da esa — 0,14% ga tengdir. 20°C dagi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning 30% li eritmasida Shevrel tuzining eruvchanligi 0,1% ga, 60°C da esa — 0,379% ga ko'tariladi. Shning uchun, oldindan mis kuporosida suspenziyalantirilgan kompleks tuz, uning suvli eritmasidagi suspenziyasiga nisbatan tez oksidlanadi. Shu tufayli mis oksidining boshlang'ich suspenziyasini suvda emas, balki mis kuporosi yeritmasida tayyorlash maqsadga muvofiqdir.

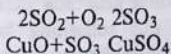
Shevrel tuzining oksidlanish tezligi gazdagi SO_2 konsentratsiyasining kamayishi bilan ortadi. Buni gazlar aralashmasidagi kislorodning oksidlash uchun yetishmasligi bilan izohlanishi mumkin.

Gazlar aralashmasida 1–4% SO_2 bo'lganda va 95°C haroratda Shevrel tuzi 15–20 minutda to'la oksidlanadi. Ammo jarayonni o'tkazish vaqti oldindan mis oksidini eritish va Shevrel tuzi hosil bo'lishi hisobiga uzayadi. 95°C haroratda va gazlar aralashmasida kislorod yetarlicha (hajmi nisbati $\text{O}_2:\text{SO}_2 > 4$) bo'lganda, 1 soatdagi misdan foydalanish darajasi 1 soatda 94–97% ni, 1,5 soatda esa – 99% dan katta miqdorni tashkil etadi.

Bu usul bilan mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik sxemasi anchagina soddadir. Mis oksidini mis kuporosining kristallanti-rilishidan qoladigan qoldiq eritma bilan suspenziyalantiriladi, suspenziyani $85\text{--}95^\circ\text{C}$ haroratgacha qizdiriladi va havo bilan suyul-tirilgan chiqindi sulfitli gazlar bilan to'yintiriladi. Hosil qilingan eritmadan 20°C haroratda miskuporosi kristallantiriladi. Kristallar sentrifugada cho'ktiriladi, ajratib olinadi va qoldiq eritma jarayonga qaytariladi.

7.2.4. Oq mattni sulfatlashtirishli kuydirish bilan mis kuporosi olish

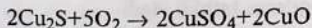
Mis kuporosini oq mattdan oksidlanishli kuydirish va so'ngra hosil qilingan mis oksidini sulfat kislota da eritish yo'li bilan olish usulining muhim kamchiligi shundaki, oq mattdagi oltingugurtning asosiy qismi ishlatilmaydi. Xuddi shu paytda, bu oltingugurt hisobiga nazariy jihatdan olinganda oq mattdagi 50% misni mis kuporosiga aylantirish mumkin va ayni paytda kuydirish mahsulotini keyingi qayta ishlashda sulfat kislota sarfi 2 marta kamayadi. Shu maqsadda oq mattni nafaqat oksidlanishli kuydirishni, balki sulfatlashtirilishi kuydirishni, ya'ni nisbatan uncha yuqori bo'lma-gan haroratda ($400\text{--}500^\circ\text{C}$) va yetarlicha ortiqcha miqdordagi kislorod bilan uzoq vaqt kuydirishni ham amalga oshirish lozimdir. Bu sharoitda:



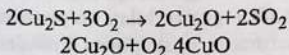
reaksiyalarining muvozanati o'ng tomonga siljiydi va 60–70% sul-fidli oltingugurt sulfatli shaklga aylanadi, bu esa 30–35% misning mis sulfatga aylanishiga muvofiq keladi. Kuydirish mahsulotini

qayta ishlash uchun oddiy oksidlanishli kuydirish usulidagiga qaraganda 1,5 marta kam miqdordagi sulfat kislota sarflanadi, misdan foydalanish darajasi esa 90% ga yetadi.

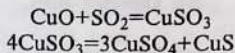
Oq mattning sulfatlantirishli oksidlanishidan mis sulfat hosil qilish mexanizmini quyidagi elementar reaksiyalar orqali tasavvur etish mumkin. Sulfitning bir qismi to'g'ridan-to'g'ri sulfatga aylanadi:



Shu bilan bir vaqtda oltingugurt dioksid va mis oksid hosil qilgan holda mis sulfidning oksidlanishi sodir bo'ladi:



So'ngra mis oksidi, oq mattdagi temir oksidi katalizatorligi ta'sirida SO_2 ning katalitik oksidlanishi natijasida hosil bo'ladigan sulfat anhidrid bilan ta'sirlashadi, qisman esa:



reaksiyalari bo'yicha sulfatlanadi.

7.2.5. Boshqa turdagi xom ashyolardan mis kuporosi olish

Misli rudalar umumiy zaxirasining 10–15% ni misning oksidlangan shakldagi rudalari tashkil etadi. Rudada mis miqdori oz bo'lsa, undan suyuqlantirish usuli bilan mis metalni ajratib olish qisman tejamsiz hisoblanadi. U holda bunday rudalarni gidrometallurgiya usuli bilan ajratib olish maqsadga muvofiqdir. Oksidlangan rudalardagi mis oksidi sulfat kislota yaxshi eriydi. Hosil qilingan suyultirilgan eritmadan mis sulfatning kristall mahsulotini olish uchun bug'latilishi ham mumkin yoki temir metalli (metallolomi) dan yasalgan tayoqchalar yordamida mis metallini ajratib olinishi ham mumkin:



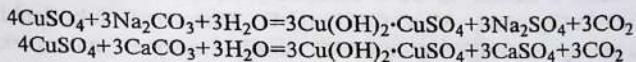
Misning elektrod potentsiali temirnikiga qaraganda anchagina katta — tarkibida Cu^{2+} yoki Fe^{2+} bo'lgan 1 M eritmalarida, odatdagi haroratda va vodorod bosimi 1 atm. da Cu uchun +0,34 v, Fe uchun -0,44 v ga teng. Shuning uchun temir eritmadagi misni *sementli mis* deb ataladigan yupqa metall quyqum tarzida siqib chiqaradi. Sementli mis xuddi mis metallolom singari mis kuporosiga qayta ishlanadi.

Shunday usul bilan kolchedan kuyundisidan, tarkibida 2% gacha Cu bo'lgan boshqa turdagi chang, dashqol, ruda koni tashlandiqlari va boshqa materiallardan mis kuporosi olinadi.

7.2.6. Asosli mis sulfat va karbonatlari.

Mis xloroksidi

Asosli mis sulfat $3\text{Cu}(\text{OH})_3 \cdot \text{CuSO}_4$ ni mis sulfat eritmasidan soda va bo'r bilan cho'ktirib olinadi:



Bo'r sodaga nisbatan arzonidir, ammo cho'ktirishda hosil bo'ladigan kalsiy sulfat mahsulot tarkibiga o'tib, undagi asosiy komponentlar nisbiy miqdorini kamaytiradi. Shuning uchun tarkibida 28–29% mis bo'lgan ($3\text{Cu}(\text{OH})_3 \cdot \text{CuSO}_4$) preparat olish uchun, mis sulfat eritmasidan 40% mis soda bilan, qolgan 60% miqdori esa maydalangan mel bilan cho'ktiriladi. Cho'ktirish 80–85°C haroratda amalga oshiriladi.

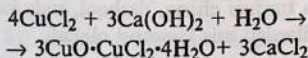
Hosil qilingan bo'tqa filtrlashga yuboriladi. Filtrlangan mahsulot tarkibida 20–35% namlik bo'ladi. Uni barabanli quritgichda o'txona gazlari bilan 150°C haroratda quritiladi va maydalanadi.

Asosli mis sulfat suvda erimaydi va uning suvli suspenziyasini o'simliklarga purkash uchun ishlatiladi. Namlanuvchi kukun olish uchun maydalangan mahsulotga kukun shaklidagi sulfitli shelok, o'simlik barglarida yopishib turishi uchun esa dekstrin qo'shiladi.

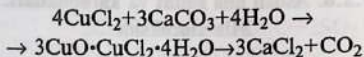
Asosli mis karbonatlari mis kuporosi va soda eritmalarining ta'sirlashishidan olinadi. Haroratga va cho'ktirish sharoitiga bog'liq holda havorang tuz $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ yoki yashil tuz CuCO_3

Cu(OH)_2 hosil bo'ladi. Eritmalar aralashtirilganda dastlab havorang cho'kma ajraladi, so'ngra u $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ tarkibga ega bo'lgan yashil rangdagi kristallga aylanadi.

Turli xil asosli mis xlorid birikmalari — mis oksixloridlari ichida $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yoki $3\text{Cu(OH)}_2 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ muhim ahamiyatga ega, u mis xloroksidi deb yuritiladi. Uni mis xlorid eritmasidan ohak suti yoki bo'r bilan cho'ktirib olinadi:



yoki



Mis xloroksidi olish uchun mis xlorid eritmasi ham ishlatilishi mumkin u havoda $45-50^\circ\text{C}$ haroratda oksidlanadi. Bu usul bilan $\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2$ yoki $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ birikmalari (oksidlanish davrining uzayishiga bog'liq holda) olinadi. Jarayonni, shuningdek, havo purkab turilgan holda mis metalli bilan mis xloridning o'zaro ta'sirlashishi yo'li bilan ham amalga oshirilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей. — Л. Госхимиздат, 1961. — Гл.ХВИИ.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. — Л. Химия, 1965. — Гл. ХИИ.
3. Вассерман И.М. Производство минеральных солей. — М. Госхимиздат, 1962. — Гл.3
4. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. — М.: Химия, 1977. — 376-с.
5. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Евенчика и А.А.Бродского. — М. Химия, 1987. — 464-с.

MUNDARIJA

KIRISH	3
<i>I bob. MINERAL O'G'ITLARNING XALQ</i>	
XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI,	
KLASSIFIKATSIYASI, ASSORTIMENTI	
VA XOSSALARI	
1.1. Tuproqqa mineral o'g'itlar solishning zarurati	3
1.2. O'g'itlar klassifikatsiyasi	6
1.3. Mineral o'g'itlarning assortimenti va asosiy tarkibi....	10
1.4. Mineral o'g'itlarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari	19
<i>II bob. AZOTLI O'G'ITLAR</i>	
2.1. Ammiakli selitra.....	25
2.2. Ammiakli selitra ishlab chiqarish	27
2.3. Ammiakli selitra ishlab chiqarishning chet ellardagi texnologiyalari	36
2.4. Karbamid (mochevina)	46
2.4.1. Karbamidning xossalari.....	47
2.4.2. Ammiak va karbonat angidriddan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslari	49
2.4.3. Karbamid ishlab chiqarish usullari	53
2.4.4. To'la suyuqlik retsiklida karbamid sintezi	54
2.4.5. Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish.....	60
2.5. Ammoniy sulfat.....	62
2.5.1. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning fizik- kimyoviy asoslari.....	63
2.5.2. Koks gazi ammiakidan ammoniy sulfat ishlab chiqarish	64
2.5.3. Gipsdan ammoniy sulfat olish.....	66
2.5.4. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish	67
2.6. Suyuq azotli o'g'itlar.....	68

2.6.1.	Suyuq azotli o'g'itlarning fizik-kimyoviy xossalari	70
2.6.2.	Suyuq azotli o'g'itlar ishlab chiqarish	73
III bob. FOSFORLI O'G'ITLAR		
3.1.	Fosfor va uning kislorodli birikmalari	77
3.1.1.	Fosfor elementi	77
3.1.2.	Fosfor oksidlari	79
3.1.3.	Fosforning kislorodli kislotalari. Fosforning quyi oksikislotalari	80
3.1.4.	Fosfat kislota va uning birikmalari	83
3.2.	Fosfatli xomashyolar	95
3.2.1.	Fosfatli minerallar	96
3.2.2.	Fosfatli xomashyolarni boyitish	100
3.2.3.	Yuqori magniyli fosfatlar	102
3.3.	Termik fosfat kislota	110
3.3.1.	Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik- kimyoviy asoslari	111
3.3.2.	Oq (sariq) fosforning olinishi	115
3.3.3.	Termik fosfat kislota olinishi	123
3.4.	Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalash	127
3.4.1.	Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning umumiy fizik-kimyoviy asoslari	127
3.4.2.	Superfosfat	133
3.4.3.	Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari	134
3.4.4.	Superfosfat ishlab chiqarish	144
3.4.5.	Superfosfat ishlab chiqarishda storli gazlarni tutib qolish	149
3.4.6.	Donadorlangan va ammoniylangan superfosfatlar	151
3.5.	Ekstraksion fosfat kislota	154
3.5.1.	Ekstraksion fosfat kislota olishning fizik-kimyoviy asoslari	154
3.5.2.	Ekstraksion fosfat kislota olishning digidratli usuli	161
3.5.3.	Ekstraksion fosfat kislota olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usuli	167
3.5.4.	Fosfat kislota konsentrlash	170
3.6.	Qo'shaloq superfosfat	179
3.6.1.	Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari	180

3.6.2.	Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish	183
3.6.3.	Superfos	191
3.7.	Qorotog' fosforiti asosidagi qo'shaloq superfosfat	192
3.7.1.	Qorotog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari	194
3.7.2.	Qorotog' fosforitidan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'it ishlab chiqarish	198
3.8.	Ozuqali kalsiy fosfatlar	201
3.8.1.	Ftorsizlangan fosfatlar	203
3.8.2.	Pretsipitat ishlab chiqarish	208
3.8.3.	Monokalsiyfosfat	213
3.9.	Termik fosfatlar	214

IV bob. KALIYLI O'G'ITLAR

4.1.	Kaliyli tuzlar xomashyosi	220
4.1.2.	Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan kaliy xlorid olish	222
4.2.	Eritish va alohida kristallantirish usuli bilan kaliy xlorid olish	228
4.2.1.	Silvinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslari	228
4.2.2.	Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish prinsipial sxemasi	230
4.3.	Kaliy sulfat	232
4.3.1.	Polimineral rudalarni qayta ishlash	232
4.3.2.	Rudalarni qayta ishlashning boshqa usullari	234
4.3.3.	Konversiya usulida kaliy sulfat olish	236

V bob. MIKROO'G'ITLAR

5.1.	Mikroelementlar	239
5.2.	Borli o'g'itlar	242
5.3.	Misli, ruxli, marganesli, molibdenli va kobaltli o'g'itlar	243

VI bob. KOMPLEKS MINERAL O'G'ITLAR

6.1.	Kaliy nitrat	246
6.1.1.	Xossalari va olinish usullari	246
6.1.2.	Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli	247

6.1.3.	Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish	250
6.2.	Kaliy orto- va metafosfatlar	251
6.3.	Ammoniy fosfatlari.....	253
6.3.1.	Ammoniy fosfatlarning xossalari	253
6.3.2.	Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlari	256
6.3.3.	Monoammoniyfosfat va diammoniyfosfat ishlab chiqarish.....	258
6.3.4.	Ammofos ishlab chiqarish	261
6.3.5.	Donadorlangan diammmofos.....	267
6.3.6.	Ammofosfat	268
6.3.7.	Superammofos — Q.....	268
6.3.8.	Ammoniy poli va metafosfatlar	272
6.4.	Nitroammofosfatlar va karboammofosfatlar	273
6.5.	Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash asosida o'g'itlar ishlab chiqarish	279
6.5.1.	Fosfatlarni nitrat kislota bilan parchalash.....	280
6.5.2.	Nitrat kislotali ajratmani qayta ishlash usullari	282
6.5.3.	Tabiiy fosfatlarni fosfat-nitrat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish	291
6.5.4.	Tabiiy fosfatlarni fosfat-sulfat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish	294
6.6.	Suyuq kompleks o'g'itlar.....	298
6.7.	Aralash o'g'itlar.....	304
6.7.1.	O'g'itlar antagonizmi va sinergizmi.....	306
6.7.2.	Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish	309

VII bob. QISHLOQ XO'JALIGIDAGI ZAHARLI

KIMYOVIY VOSITA SIFATIDA

ISHLATILADIGAN AYRIM TUZLAR

7.1.	Ftor tuzlari.....	313
7.1.1.	Ayrim ftor birikmalarining fizik-kimyoviy xossalari	316
7.1.2.	Ftorid (plavik) kislota.....	320
7.1.3.	Ammoniy ftorid.....	322
7.1.4.	Natriy geksaftorsilikat (ftorosilikat, kremneftorid).	325
7.1.5.	Natriy ftorid.....	329

**QAHRAMON G'AFUROV,
ISROILJON SHAMSHIDINOV**

MINERAL O'G'ITLAR VA TUZLAR TEXNOLOGIYASI

Toshkent - 2007

Muharrir	M.M. Mirkomilov
Tex. muharrir	A. Moydinov
Musahhiha	M. Hayitova
Kompyuterda sahifalovchi	A. Shaxamedov

Bosishga ruxsat etildi 1.07.2007-y. Bichimi 60x84 ¹/₁₆.
«Times Uz» garniturası. Ofeset bosma usulida bosildi. Shartli
bosma tabog'i 22,5. Nashr tabog'i 22,0. Adadi 500.
Buyurtma №36.

«Fan va texnologiyalar Markazining
bosmaxonasi»da chop etildi.
700003, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.

