

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

Q.G‘AFUROV, I.SHAMSHIDINOV

**MINERAL O‘G‘IT ISHLAB
CHIQRISH NAZARIYASI VA
TEXNOLOGIK HISOBLARI**

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

TOSHKENT – 2010

G'afurov Qahramon, Shamshidinov Israiljon. Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari [oliy o'quv yurtlari uchun darslik]. – T.: «Fan va texnologiya», 2010, – 360 b.

Mazkur darslik oliy o'quv yurtlarining 5A140901 – Kasb ta'limi (Kimyoviy texnologiya), 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. Shuningdek, yo'nalishi yuqorida ko'rsatilgan mutaxassisliklarga muvofiq keladigan bakalavriat bosqichi talabalari, 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 mumkin.

Darslik 8 bobdan iborat bo'lib, undagi ma'lumotlar tegishli magistratura mutaxassisliklari o'quv rejaları va dasturlari asosida yozilgan bo'lib, unda 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'risidagi ma'lumotlar hamda ularga tegishli bo'lgan texnologik hisoblar 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.

BBK 35.32ya73

UDK: 661.15(075)

Taqrizchilar:

Namazov Sh.S. – O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi «Umumiy va noorganik kimyo» institutining yetakchi ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, professor;

Bahriddinov N.S. – Namangan muhandislik-pedagogika instituti «Ekologiya va mehnat muhofazasi» kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi

ISBN 978–9943–10–406–8

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2010.

SO‘Z BOSHI

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

O‘zbekistonning mustaqil taraqqiyot strategiyasini, o‘zbek xalqining buyuk davlat barpo etish borasidagi maqsad-muddaolarini, milliy istiqloq mafkurasining mohiyatini talabalar ongiga singdirishda, ta‘lim-tarbiya, targ‘ibot va tashviqotning samarali usul va vositalaridan oqilona foydalanishni taqozo etadi. Bunday vazifalardan biri fan dasturlari, darsliklar va o‘quv qo‘llanmalarda milliy istiqloq mafkurasi g‘oyalari teran aks ettirish hisoblanadi. Qo‘yilgan vazifalardan kelib chiqqan holda zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlatish yoki yosh avlodga milliy istiqloq g‘oyasini yetkazish uchun jahon standartlari darajasidagi fan va texnika hamda ilg‘or tajriba va texnologiyalarning eng so‘nggi yutuqlaridan boxabar bo‘lgan, raqobatbardosh, o‘z sohasining ham ilmiy, ham amaliy bilgan muhandis va muhandis-pedagog kadrlarni tayyorlashda 5A140901 – Kasb ta‘limi (Kimyoviy texnologiya), 5A522401 – Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi hamda 5A522404 – Mineral o‘g‘itlar kimyoviy texnologiyasi mutaxassisliklari «Mutaxassislik fanlari» blokining asosiy fanlaridan biri bo‘lgan «Mineral o‘g‘it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fanini chuqur o‘rganish muhim ahamiyatga egadir. Shundan kelib chiqqan holda ushbu darslik oliy ta‘limning magistraturasida o‘qitiladigan «Mineral o‘g‘it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fanining amaldagi dasturlari asosida tayyorlandi.

Darslikdagi materiallar Respublikamizning mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish sanoati korxonalarining istiqbolli yo‘nalishlarini hisobga olgan holda yoritilgan bo‘lib, unda mineral o‘g‘itlar ishlab chiqarish usullarining Respublikamizda, Mustaqil Davlatlar Hamdo‘stligi mamlakatlarida va chet

ellarda qo'llanilayotgan texnologiyalari, shuningdek, mualliflar tomonidan yaratilgan va sanoat miqyosida sinovdan o'tkazilgan yangi texnologiyalar to'g'risida bayon etilgan. Mineral o'g'itlar texnologiyasining umumiy ilmiy asoslarini azotli, kaliyli, fosforli, mikroelementli va kompleks (murakkab va aralash) o'g'itlar ishlab chiqarish usullari bilan uyg'unlashgan holda ko'rsatib o'tilgan hamda tegishli hisoblashlar keltirilgan. Har bir bob oxirida mavzularga tegishli bo'lgan «Tayanch so'z va iboralar» va nazorat uchun savollar keltirilgan. Ulardan talabalarning «Mineral o'g'it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari» fani bo'yicha o'zlashtirgan bilimlarini nazorat qilishda foydalanish mumkin.

KIRISH

Insonlar qadim zamonlardan oq ayrim tabiatda keng tarqalgan tuzlardan o'z ehtiyojlari uchun foydalanishni bilishgan. Keyinchalik tabiatdagi tabiiy tuz va minerallarni qayta ishlash natijasida olinadigan tuzlarni ishlatish muntazam yo'lga qo'yila boshlandi. Bunday qayta ishlash usullari dastlab juda ham sodda bo'lgan bo'lsa-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.

I bob

**MINERAL O'G'ITLARNING XALQ XO'JALIGIDAGI
AHAMIYATI, KLASSIFIKATSIYASI VA
ASSORTIMENTI**

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 intesivlash ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyoti bilan obyektiv ravishda bog'liq bo'lgan iqtisodiy jarayonlar qatoriga kiradi.

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

O'simlik o'sish davrida ba'zi elementlarni havodan bargi orqali, ba'zilarini tuproqdan oladi.

O'simliklar tarkibiga 70 dan ortiq kimyoviy elementlar kiradi. Ulardan 16 tasi: *organogenlar* deb ataladigan – uglerod, kislorod, vodorod, azot; *zollı 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'rmini boshqasi bosa olmaydi, chunki ularning har biri o'simliklarda o'ziga xos funksiyalarni bajaradi. O'simliklar va tuproq tarkibiga boshqa elementlar ham, masalan, kremniy, natriy, xlor va boshqalar kirishi mumkin. Ammo bu yoki boshqa elementlarning bo'lishi o'simliklar hayoti uchun muhim ahamiya kasb etmaydi. Yashil elementlarga atmosferadan keluvchi asosiy elementlar uglerod, kislorod va vodorod kiradi. Bu elementlarning ulushi o'simlikning quruq massasiga nisbatan 93,5% ni tashkil etadi, shu

jumladan, uglerodga – 45%, kislorodga – 42% va vodorodga – 6,5% to‘g‘ri keladi.

O‘simlikning me‘yorida o‘sishi va rivojlanishi uchun uni yetarli miqdordagi ozuqa moddalari bilan ta‘minlanishi kerak. O‘simliklar uchun azot, fosfor, kaliy, kalsiy, magniy, oltingugurt va temir asosiy ozuqa moddalari hisoblanadi. O‘simliklardagi bu elementlar miqdori yuzdan bir ulush foizdan bir necha foizgacha bo‘ladi va *makroelementlar* deyiladi. O‘simliklarga bulardan tashqari, shuningdek, bor, molibden, mis, marganes, rux va boshqalar kabi bir qator o‘simlik va tuproqda mingdan bir ulush foizda bo‘ladigan moddalar zarurdir. Ularni *mikroelementlar* deyiladi.

O‘simliklarning hayotiy faoliyatida uglerod, kislorod va vodoroddan keyin azot, fosfor va kaliy ham muhim ahamiyatga egadir. Tarkibida bunday elementlari bo‘lgan mahsulotlar qishloq xo‘jaligida *mineral o‘g‘itlar* nomi bilan ishlatiladi.

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

Go‘ng – organik o‘g‘itlardan eng foydalisi 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 necha barobar kamdir. Masalan, 1 t go‘ng tarkibida 5 kg azot bo‘lsa, 1 t ammiakli selitrada 350 kg azot bo‘ladi.

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

Mineral o‘g‘itlardan foydalanilishi natijasida yildan-yilga paxta va boshqa texnika ekinlarining hosili tobora ortmoqda. Masalan, 1930-yilda Markaziy Osiyo Respublikalarida har gektar yerdan 7–8 s paxta olingan bo‘lsa, hozirga paytga kelib, gektaridan o‘rta hisobda 29,2 s hosil

olinmoqda. Tuproqqa solingan har 1 kg fosfor qo‘shimcha 6–7 kg paxta, 50–60 kg kartoshka, har 1 kg azot esa qo‘shimcha ravishda 15-20 kg paxta va 150 kg kartoshka olish imkonini bermoqda (1.1-jadval).

Mineral o‘g‘itlarning hosildorlikka ta’siri

1.1-jadval

Ekinlar	1 t mahsulot olish uchun sarflanadigan o‘g‘it miqdori (kg)			1 ga dan 1 t qo‘shimcha mahsulot olish uchun kerak bo‘ladigan o‘g‘it miqdori (kg)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Paxta.....	50	15	50	77,0	37,0	0-50*
Donli o‘simliklar	30	11,5	20	46,0	28,9	33,4
Jo‘xori (don uchun)	25	9	20	38,4	22,4	33,4
Jo‘xori (silos uchun)	3,4	1,2	3,2	5,3	3,0	5,3
Qand lavlagi	5,2	1,8	7,5	8,0	4,5	12,5
Kartoshka	5,0	1,5	7,0	7,7	3,7	11,7

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

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

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

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 tutgan ayrim kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining oraliq mahsulotlaridan olingan moddalar ham mineral o'g'itlar qatoriga kiradi. Masalan, ammoniy sulfat – kokslash pechi gazlari yoki kaprolaktam ishlab chiqarishning oraliq mahsulotlaridan olinadi. Fosfor tutgan rudalardan metallarni suyuqlantirib olishda fosforli o'g'itlar sifatida qo'llaniladigan tomasshlik yoki martenli asosiy dashqollar olinadi. Xomashyoni kimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mineral o'g'itlar ta'sir etuvchi moddalarning yuqori konsentratsiyaligi bilan ajralib turadi.

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

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

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

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

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

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

Oddiy o'g'itlar tarkibida o'simliklar oziqlanuvchi elementlar: azot, fosfor, kaliy, magniy, bor va boshqalardan bittasi bo'ladi. Ular ham o'z

navbatida azotli, fosforli, kaliyli, mikroelementli o'g'itlar turlariga bo'linadi.

Azotli o'g'itlar suvda yaxshi eriydi, ular azot birikmalarining: ammiakli, ammoniyli, amidli va bu shaklning turli hosilalari (ammiak-nitratli, ammiak-amidli va h.o.) shakllari bilan farqlanadi. Bundan tashqari, yuvilmaydigan va suvda qiyin eriydigan azotli o'g'itlar, masalan, karbamid-formaldegidli, izobutilendikarbamid, oksamid va boshqalar ham ishlatiladi.

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

- 1) suvda eruvchan, ulardagi fosforli birikmalarning asosiy qismi suvda eriydi, shu sababli o'simliklarga oson o'zlashadi; bunday o'g'itlarga: superfosfat, qo'shaloq superfosfatlar, shuningdek, murakkab fosforli o'g'itlar – ammofos, nitroammofos, nitroammofoska, nitrofoska, karboammofoska va boshqalar kiradi;
- 2) sitratli eruvchan, ularga tarkibida limon kislotasi ammoniyli tuzining ammiakli eritmasi (ammoniy sitrat) da eriydigan fosfor birikmalari tutgan o'g'itlar kiradi; ammoniy sitrat eritmasining muhiti tuproq eritmasi muhitiga yaqin bo'lganligi uchun bunday o'g'itlarni o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtiriladi; sitratli eruvchan o'g'itlarga: presipitat (dikalsiyfosfat) kabi o'g'itlar kiradi;
- 3) limonli eruvchan, bunday o'g'itlar suvda va ammoniy sitrat eritmasida erimaydi, ammo limon kislotasining 2% li eritmasida eriydi; ularga: ftorsizlangan fosfatlar, tomasshlak, qisman fosforit uni (mayda fraksiyasi) kiradi; kam eruvchanligiga qaramay, bunday o'g'itlar kislotali tuproqlarda yaxshi samara beradi; bunday o'g'itlardagi fosfor birikmalari sekinlik bilan (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, kalimagnezia va boshqa) va yetilmagan tuzlar (silvinit, kainit) turlariga bo'linadi. Suvda erimaydigan minerallar (nefelin, dala shpati) to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida foydalanilmaydi, ular kaliyli o'g'itlar olish uchun xomashyo vazifasini o'taydi. Masalan, nefelindan kaliy sulfat olinadi.

Mikroo'g'itlar – kam me'yorda (gektariga gramm va kilogrammlarda) qo'llaniladigan o'g'itlar hisoblanadi. Tarkibida mikroelementlar tutgan – borat kislotasi, mis(II)-sulfat, ammoniy molibdat va boshqa texnik tuzlar ishlatiladi. Kolchedan kuyundisi, marganesli quyqum (shlam), cho'ktirilgan magniy borat va boshqa mikroelementli

chiqindilar suvda erimaydi. Ularni suvda eriydigan holatga qayta ishlanadi yoki to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Qishloq xo'jaligida suvda eriydigan ham, suvda erimaydigan ham mikroo'g'itlar ishlatiladi.

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

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

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

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

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

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

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

Nitifikatsiyalovchi 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.

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 anhidrid (P_2O_5) va kaliy oksid (K_2O) hisobida o'lchanadi.

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

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

Azotli o'g'itlar qattiq va suyuq holatda ishlab chiqariladi. Qattiq azotli o'g'itlar orasida eng konsentrlangan o'g'it – tarkibida 45–46% N tutgan karbamid, undan keyin tarkibida 33,6–34,6 % N tutgan ammiakli selitra hisoblanadi. Kam konsentratsiyali o'g'it – tarkibida 20–21% N 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 konsentratsiyali 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.

Fosforli o'g'itlar suvda eriydigan va suvda erimaydigan shakllarda ishlab chiqariladi. Suvda eruvchan fosforli o'g'itlarga apatit va fosforitdan olinadigan oddiy superfosfatlar (muvoqiq ravishda 20–21% $P_2O_{5o'z}$ va 14–15% $P_2O_{5o'z}$) va qo'shaloq superfosfatlar (ishlatiladigan xomashyo va fosfat kislotaga muvoqiq ravishda 40–50% $P_2O_{5o'z}$) kiradi.

Qiyin eriydigan o'g'it – fosforit uning anchagina miqdori to'g'ridan-to'g'ri o'g'it sifatida ishlatiladi. Bunday fosforit uni yuqori darajada maydalangan bo'ladi va undagi P_2O_5 miqdori katta chegarada o'zgarishi mumkin. Suvda erimaydigan o'g'it sifatida o'g'itli presipitat ham ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda suvda erimaydigan o'g'itlar qatorida ftorsizlangan fosfatlar, tomashlak, marten dashqollari ham ishlatilmoqda.

Kompleks o'g'itlar. Ular tarkibiga ikkita va uchta ozuqa elementi bo'lgan murakkab o'g'itlar (ammofos, diammmofos, superammofos, nitroammofoska, nitrofoska va boshqalar), murakkab-aralash va aralash o'g'itlar, shuningdek, suyuq kompleks o'g'itlar kiradi. Mikroo'g'itlar, ohakli materiallar, gips va gipsli materiallar, hayvonlar uchun ozuqali kimyoviy vositalar 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.

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: mineral o'g'itlar va ularning turlari bo'yicha **klasterlar tuzish**; mineral o'g'itlar klassifikatsiyasi va assortimentini o'rganishda **insert usulidan foydalanish**; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch so'z va iboralar

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1. Makroelementlar | 7. Azotli o'g'itlar turi |
| 2. Mikroelementlar | 8. Fosforli o'g'itlar turi |
| 3. Mineral o'g'itlar roli | 9. Kaliyli o'g'itlar turi |
| 4. Mineral o'g'itlar turi | 10. Mikroo'g'itlar |
| 5. Organik o'g'itlar | 11. Kompleks o'g'itlar turi |
| 6. Bakterial o'g'itlar | 12. Aralash o'g'itlar |

Nazorat uchun savollar

1. Nima uchun tuproqqa mineral o'g'itlar solinadi?
2. Makroelement va mikroelementlar deganda nimani tushunasiz?
3. O'simliklar hosildorligini oshirishdagi mineral o'g'itlarning roli qanday?
4. Mineral o'g'itlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Organik va bakterial o'g'it deganda nimani tushunasiz?
6. Azotli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
7. Fosforli o'g'itlar turlarini ayting.
8. Kaliyli o'g'itlarga qanday tuzlar kiradi?
9. Mikroo'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
10. Kompleks o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
11. Azotli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
12. P_2O_5 umum., P_2O_5 o'z., P_2O_5 s.e., P_2O_5 erkin ma'nosini tushuntiring.
13. Oddiy, qo'shaloq va boyitilgan superfosfatlarning o'xshashligi va asosiy farqli tomonlarini izohlang.
14. Kaliyli o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
15. Kompleks o'g'itlar turlarini ayting va misollar keltiring.
16. Aralash o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?

Adabiyotlar

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари, таракқиёт кафолатлари. – Т.: «Ўзбекистон», 1997. – 326 б.
2. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – Т.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
3. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – Т.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
4. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: «Химия», 1987. – 464 с.
5. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. проф. А.А.Соколовского. – М.: «Химия», 1982. – 400 с.
6. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: «Химия», 1977. – 376 с.
7. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент.: «ФАН», 1992. – 200 с.

II bob

**MINERAL O'G'ITLAR TEXNOLOGIYASINING
FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI. O'G'ITSIMON
TUZLARNING XOSSALARI**

**1- §. Mineral o'g'itlar texnologiyasining fizik-kimyoviy
asoslari**

Mineral o'g'itlar va ularni olish uchun ishlatiladigan xomashyolarning xilma-xilligi turli xil ishlab chiqarish usullarini qo'llash lozimligini ko'rsatadi. Mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologik sxemalari bir-biridan farqlanadi, lekin ko'pgina hollarda ular bir turdagi jarayonlarni ifodalaydi. Ulardan eng muhimlari quyidagilar hisoblanadi:

1) termik yoki termokimyoviy qayta ishlash – mineral xomashyo yoki shixta (ya'ni kuydirish uchun tayyorlangan aralashma) ni turli xilda kuydirish, shuningdek, materiallarni quritish;

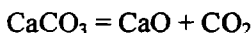
2) kimyoviy qayta ishlanishiga, moddalarni ajratilishiga, cho'ktirish yo'li bilan qo'shimchalardan eritmalarni tozalanishiga, tindirish va dekantatsiyalash, filtrlash, sentrifugalash yo'li bilan, shuningdek, eritma hamda suspenziyalarni bug'latish, qizdirish va sovutish orqali qattiq va suyuq fazalarni ajratish sharoitiga bog'liq holda moddalarni eritish va kristallantirish.

Mineral xomashyolarni o'g'itlarga aylantirish, xuddi boshqa mineral tuzlardagi kabi ularni yuqori haroratli termik (termokimyoviy) qayta ishlash yo'li bilan yoki suyuq muhitda yoki suspenziyada «nam» yo'li bilan o'tkazilishi mumkin. Ko'pincha bu qayta ishlash yo'llaridan bir vaqtning o'zida foydalanilishi mumkin. U holda ular bir-birini to'ldiradi. Termofosfatlar va ftersizlangan fosfatlar olish, tabiiy fosfatlardan elementar fosforning olinishi va uni fosfatli tuzlarga aylantirish kabilar termik usullarga misol bo'ladi. O'g'itlar ishlab chiqarishning «nam» usuliga fosfatli rudalarni kislotali qayta ishlashning ko'p turdagi va xilma-xil usullarini, kaliyli rudalardan kaliy xloridni ajratib olishni, ammiak va nitrat kislotadan azotli tuzlarni olishni va boshqalarni misol qilish mumkin.

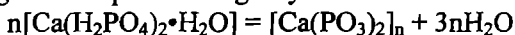
Har qanday holda ham ishlab chiqarishni samarali tashkil etish uchun ishlab chiqarish jihozlarida sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar mexanizmi va kinetikasini bilish kerak bo'ladi. Mineral o'g'itlar texnologiyasidagi muhim jarayonlarning ayrim qonuniyatlari: minerallarni kuydirish yoki termik qayta ishlash, eritish, moddalarni kristallantirish va ularni ajratishning boshqa usullari orqali o'rganiladi. Bu qonuniyatlarni bilish ishlab chiqarishdagi ko'pgina bosqichlarni samarador amalga oshirish sharoitlarini tanlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kuydirish. Ko'pincha juda yuqori haroratda kuydiriladigan shixtada kimyoviy o'zgarishlarni amalga oshirish maqsadida turli xil sharoitlarda materiallarni kuydirish jarayoni amalga oshiriladi. Kimyoviy hodisalar sodir bo'lish xususiyatiga ko'ra ayrim kuydirish turlari maxsus nom, masalan: kalsinatsiyalanadigan, oksidlanadigan, xlordanadigan va qaytariladigan kuydirish nomlari bilan yuritiladi.

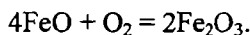
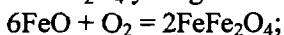
Materialdagi uglerod dioksid yoki suv kabi oson uchuvchan komponentlarni yo'qotish maqsadida amalga oshiriladigan jarayon kalsinatsiyalanadigan kuydirish yoki kalsinatsiyalash deb ataladi. Bunga misol sifatida ohakni kuydirishni:



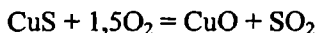
yoki kalsiy digidrofosfatni kuydirishda polimerli metafosfatlar hosil qiladigan ko'pgina oraliq moddalarga aylanishini ko'rsatish mumkin:



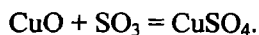
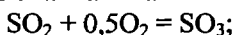
Boshqa holatlarda modda belgilangan shaklga oksidlanadigan kuydirish yordamida o'tkaziladi. Masalan, tarkibidagi qo'shimcha sifatida bo'lgan ikki valentli temir birikmalarini keyingi kislotali qayta ishlashda qiyin eriydigan temir(III)-oksidiga aylantirish maqsadida minerallar ortiqcha miqdordagi havoda kuydiriladi. Bu esa hosil qilinadigan eritmalarni temir ionlari bilan ifloslanishini kamaytiradi. Kuydirish jarayonida FeO o'txona gazlari tarkibidagi kislorodda oksidlanadi va magnetit FeFe_2O_4 yoki gematit Fe_2O_3 ga aylanadi:



Oksidlanadigan kuydirish ayrim hollarda sulfatli kuydirish deb ham yuritiladi. Masalan, sulfidlarni eriydigan sulfatlarga o'tkazish maqsadida sulfidli rudalar kuydiriladi. Bunda avval metall oksidi hosil bo'ladi, masalan:



so'ngra hosil bo'lgan oltingugurt dioksidi trioksidga oksidlanadi, u esa metall oksidi bilan ta'sirlashadi:



Hosil bo'lgan oksidlangan mahsulot tarkibi sulfat va oksidlar aralashmasidan iborat bo'ladi. Ularning miqdoriy nisbati kuydirish haroratiga va davomiyligiga, gaz fazasidagi O₂ va SO₂ konsentratsiyasiga hamda oksidlash jarayonida hosil bo'ladigan sulfidlar va oksidlar xossalari bog'liqdir.

Kuydirish jarayoni samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatuvchi omillarga: ta'sirlashuvchi komponentlar konsentratsiyasi; aralashtirish; shixta namligi; issiqlik uzatilish sharoiti, ya'ni shixtani qizdirishni tezlashtirish va boshqalar kiradi.

Tuzlarni ajratish. Tuzlar texnologiyasi, xususan, mineral o'g'itlar texnologiyasida qattiq aralashmalar va eritmalaridan tuzlarni ajratish muhim ahamiyat kasb etadi. Moddalarni ajratish turli xil: parchalash, izo-va politermik kristallantirish, reagentlar yordamida cho'ktirish, shuningdek, ionitlardan foydalanish, suvdan boshqa erituvchilarda ekstraksiyalash, flotatsiyalash, gravitatsion separatsiya va boshqa usullar orqali amalga oshiriladi.

Tuzlarni eritish orqali ajratib olish. Moddalarni erishi eritmada va kristall yuza qatlamida ionlar kimyoviy potensialining muvozanati o'rnatilguncha sodir bo'ladi. Buning natijasida to'yingan eritma hosil bo'ladi, uning konsentratsiyasi moddaning eruvchanligini belgilab beradi. Undagi suyuq va qattiq faza dinamik muvozanatda turadi. To'yinmagan eritma hosil bo'lishi ham mumkin, ammo u beqarordir, chunki qattiq faza bilan termodinamik muvozanatda bo'lmaydi.

Fizik erish tezligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$-\frac{dN}{F d\tau} = K(x_0 - x)$$

bu yerda, N – eriydigan moddaning massasi; F – kristall sirtining yuzasi;

$-\frac{dN}{F d\tau}$ – fazalar to'qnashuv yuza birligiga to'g'ri keladigan erish tezligi (bu kattalik oldidagi minus ishorasi τ vaqt ortishida N ning kamayishini ifodalaydi); K – erish tezligi koeffitsiyenti; x_0 – ayni haroratdagi to'yingan eritma konsentratsiyasi; x – suyuq fazadagi erigan moddaning konsentratsiyasi.

Erishning harakatlantiruvchi kuchi to'yinmagan eritmaning x_0-x kattaligidir. Suyuq fazada erigan moddaning konsentratsiyasi ortishi bilan erish tezligi logarifmik qonunga bo'yicha kamayadi. Toza erituvchida kuchsiz eritmalar olishdagi jarayon tezligi eng yuqori bo'ladi. Ammo sanoat sharoitida konsentrlangan eritmalar hosil qilishga harakat qilinadi,

chunki ularda kichik hajmdagi jihozlar, aralashtrish, qizdirish, sovutish va boshqalar uchun kam energiya talab etiladi.

Haroratning ortishi ko'p hollarda erishni tezlashtirishning samarador omili hisoblanadi. Agar erish jarayoni diffuziya kinetikasiga bo'ysunsa, ular tezligining harorat koeffitsiyenti diffuziyaning harorat koeffitsiyenti bilan amalda bir xil bo'ladi: harorat 10°C ga oshirilganda erish tezligi 1,5–2 marta ortadi. Haroratning ortishi eritma qovushqoqligining kamayishiga, shu bilan bir qatorda diffuziya qatlami qalinligining kamayishiga olib keladi.

Erish issiqligi har qanday geterogen jarayonda to'qnashuv faza yuzasi F ga bog'liqdir. Masalan, kristallar qanchalik mayda bo'lsa, uning solishtirma yuza maydoni katta bo'ladi va ular erituvchida tez eriydi.

Kimyoviy erish har xil holatlarda turli xil kinetik qonuniyatlarga bo'ysunadi. Agar reaksiya faqat qattiq qismning sirtida borsa va bunda hosil bo'lgan reaksiya mahsulotlari eritmada diffuziyalansa, erish tezligi eritma massasidagi aktiv erituvchi konsentratsiyasiga proporsionaldir:

$$-\frac{dN}{F d\tau} = K \cdot c$$

Agar eriydigan modda va eritma orasidagi reaksiya faqatgina fazalararo yuzasidagina emas, balki eritmada ham sodir bo'lsa, kinetik tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$-\frac{dN}{F d\tau} = K_1 + K_2 C$$

bu yerda, K , K_1 , K_2 – haroratga, erishning gidrodinamik va boshqa sharoitiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyentlar.

Kimyoviy erish boshqa murakkab kinetik qonuniyatlarga bo'ysunishi ham mumkin.

Xususan, bunga minerallarning kislotada parchalanishi ham kimyoviy erishga misol sifatida ko'rsatilishi mumkin. Bu yerda erish tezligi kislotaning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, ta'sir etuvchi eritmaning aktivligiga, ya'ni vodorod ionlarining aktivligiga proporsionaldir. Bunday holatlarda mineralning kislotada parchalanishi natijasida eritmaga bufer xossa beradigan tuz hosil bo'lsa, erish tezligi keskin kamayadi. Buni parchalanish natijasida hosil bo'ladigan tuzlar konsentratsiyasining kislotaga konsentratsiyasiga nisbati ortishi bilan kislotaga dissotsiatsiyasining, ya'ni vodorod ionlari aktivligining kamayishi orqali izohlanadi.

Kinetik tenglamadagi erish tezligi koeffitsiyenti eritmada ionlar va molkulalar diffuziya koeffitsiyentiga, kristall panjaralar energiyasiga

hamda sistemalarning boshqa fizik va kimyoviy xossalari bog'liqdir. Ular qiymatiga harorat ta'sir ko'rsatadi.

Ko'pgina holatlarda qattiq fazaning kimyoviy erishi yangi qattiq faza hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan kristallar eritmada cho'kadi va uning to'yinishi natijasida to'qnashuvchi komponentlar orasidagi ta'sirlashuvni qiyinlashtiradi. Yangi fazaning kristallanishi eritmada ham, eriydigan faza donachalari sirtida ham yuzaga kelishi mumkin. Agar kristallanish eriydigan faza sirtida yuzaga kelsa, donachalar sirtida quyqalar hosil bo'ladi va quyqa ta'sirlashuvchi komponentlar ta'sirlashuvchi yuzasiga aktiv erituvchining o'tishiga to'sqinlik qiladi. Natijada erish tezligi keskin kamayadi. Eriydigan qattiq fazaning quyqalanishi uning elektrokinetik potentsialiga bog'liq bo'ladi.

Tuzlarni suvli eritmalaridan kristallantirish. O'g'itlar texnologiyasida suvli eritmalaridagi moddalarni kristallantirish muhim o'rin tutadi. Eritmalardan maqsadli mahsulotlar yoki ifloslantiruvchi qo'shimchalarni ajratib olish vositasi sifatida kristallantirish usulidan foydalaniladi, ya'ni kristallantirish moddalarni ajratish va tozalash usuli hisoblanadi. Faqat o'ta to'yingan eritmalaridagina kristallarni ajralishi sodir bo'ladi. To'yingan eritmalar ulardan ajralgan qattiq faza bilan dinamik muvozanatda bo'ladi va bunda qattiq massaning umumiy massasi o'zgarmaydi. Qattiq faza ajratilgandan keyin qoladigan to'yingan eritma qoldiq eritma deyiladi.

O'ta to'yingan eritma uning absolyut qiymati, ya'ni o'ta to'yingan x' va to'yingan x_0 eritmalar konsentratsiyalari orasidagi ayirma $x'-x_0$ yoki nisbiy o'ta to'yinish $(x'-x_0)/x_0$ yoxud o'ta to'yinish darajasi (koeffitsiyenti) x'/x_0 bilan tavsiflanadi.

Moddalarni eruvchanligi harorat ortishi bilan ortadi, hosil qilingan to'yingan eritmalarini sovutish orqali ular kristallantiriladi. Sistemada suv miqdorini o'zgartirmagan holda to'yingan eritmalaridan moddalarni kristallanishini yuzaga keltirish politermik yoki izogidrik kristallantirish deb yuritiladi. Bunda eritmaning o'ta to'yinishi qayta sovutishga, ya'ni to'yingan va o'ta to'yingan eritmalar haroratlarining farqiga bog'liqdir. Agar haroratning ortishi bilan eruvchanlik kamaysa, kristallanish sistemani qizdirish natijasida sodir bo'ladi.

Haroratning ortishi bilan eruvchanligi kam o'zgaradigan moddalar odatda o'zgarmas haroratda suvning bug'lantirilishi hisobiga kristallantiriladi. Bunday usul izotermik kristallantirish deyiladi. Suvning yo'qotilishi eritmani qaynatish orqali jadal usulda yoki sirtqi sekin bug'latish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Tuzlarni kristallantirish konsentrlangan eritmaga uning eruvchanligini kamaytiruvchi moddalar qo'shish orqali ham amalga oshiriladi. Ularga tarkibida tuzdagi kabi o'xshash ionlar bo'lgan yoki suvni bog'laydigan moddalar kiradi. Bunday turdagi kristallantirish tuzlashtirish deb ataladi. Masalan, konsentrlangan namakopdan natriy xloridni kristallantirishda eritmaga magniy xlorid qo'shiladi; natriy sulfatni kristallantirishda uning eritmasiga spirt yoki ammiak qo'shiladi.

Kristallantirish turlari ichida eritmadan reagentlar yordamida moddalarni kimyoviy cho'ktirish usuli keng tarqalgandir. Bunday hollarda yangi qattiq faza eritmaning yangi modda bilan o'ta to'yinishidan paydo bo'ladi.

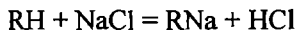
Kristallanishda moddaning o'ta to'yingan eritmadan kam energiyali qattiq fazaga o'tishi sodir bo'ladi. Ortiqcha energiya issiqlikka aylanadi. Kristallning hosil bo'lishi birin-ketin ikki bosqich: 1) o'ta to'yingan eritmada kristallanish markazlarining – bo'lajak kristallar o'zagining paydo bo'lishi va 2) bu o'zak asosida kristallarning o'sishidan iboratdir.

Hosil bo'ladigan kristallar o'lchami o'zak paydo bo'lish tezligi va kristallar o'sish tezligi orasidagi nisbatga bog'liqdir. Agar o'zak paydo bo'lish tezligi nisbatan yuqori bo'lsa, juda ko'p mayda kristallar hosil bo'ladi. Uning tezligi kam bo'lsa, kristallarning o'sishi tezlashadi va natijada yirik kristallar olinadi. Ishlab chiqarish sharoitlarida o'zakning paydo bo'lishi va kristallarning o'sishi birin-ketin emas, balki bir paytning o'zida ham sodir bo'ladi. Natijada kristall mahsulot turli o'lchamdagi zarrachalardan tarkib topadi.

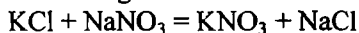
Kristallar o'lchami va shakliga harorat, eritmadagi qo'shimcha moddalar va sistemani aralashtirish sharoiti kuchli ta'sir ko'rsatadi. Sharoitni to'g'ri tanlash orqali optimal o'lchamdagi kristallar hosil qilinadi.

Geterogen ion almashinish. Ionitlar deb ataladigan maxsus ion almashinuvchi smolalar eritmalardan alohida ionlarni ajratib olishni va ular o'rniga boshqasini almashtirishni ta'minlaydi. Shunday yo'l bilan eritmadan zararli qo'shimchalarni yoki kerakli komponentlarni ajratib olinadi va turli xil tuzlar, kislota va asoslarni sintez qilish uchun almashinish reaksiyalari amalga oshiriladi. Ionit tarkibida ion holatidagi qo'zg'olmaydigan funksional guruh (matritsa) va unga ekvivalent miqdordagi qarama-qarshi zaryadli ionlar (qarama-qarshi ionlar) bo'lib, qarama-qarshi ionlar harkatchan va ular eritmadagi ionlarga zaryadlariga muvofiq holda almashinishi mumkin.

Kationli almashinish kislotali xossaga ega bo'lgan va vodorod ionlarini boshqa kationlarga quyidagi muvozanatli reaksiya natijasida almashtiradigan RH (R – yuqori molekular radikal) kationitlari yordamida amalga oshiriladi:



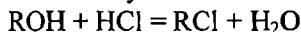
So'ngra u ham boshqa kationlarga almashinadi. Masalan,



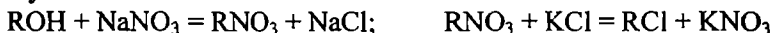
reaksiyasini amalga oshirish uchun:



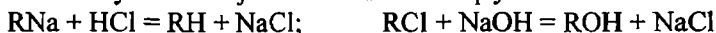
Anion almashinishi uchun asos xossali va gidroksid ionini almashtiruvchi ROH anionitidan foydalaniladi:



So'ngra u ham boshqa anionlarga almashinadi. Masalan, yuqoridagi reaksiya uchun:



Kislota va asos xossali ionitlarni kislota va asoslarning kuchsiz eritmaları bilan yuvish natijasida osonlik bilan qayta tiklash mumkin:

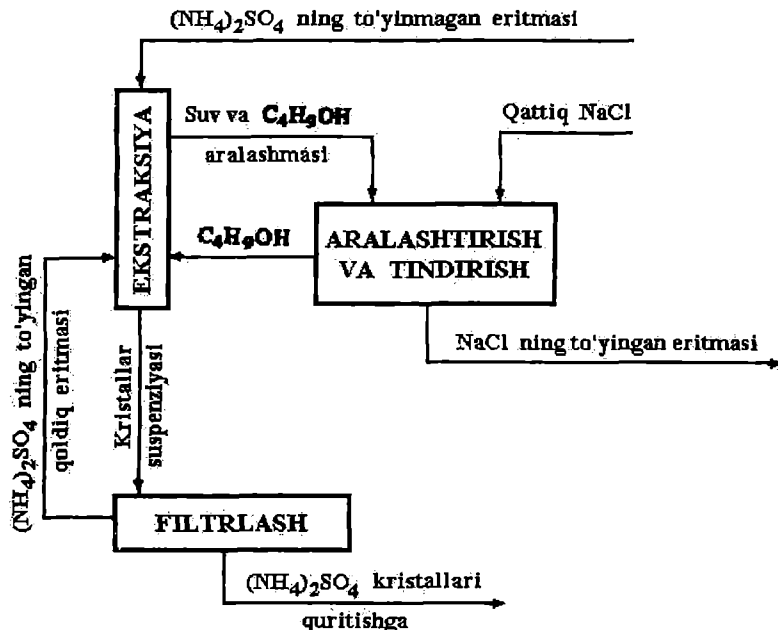


Ionitlar odatda donachalar shaklida, kamdan-kam hollarda kukunsimon tarzda bo'ladi. Suvda ular bo'kadi. Uzoq vaqt saqlanishi natijasida ularning aktivligi pasaysa, osonlik bilan qayta tiklanishi (regeneratsiyalanishi) mumkin. Shuning uchun ulardan uzoq vaqt almashtirmasdan foydalanilishi mumkin.

Organik erituvchilarda ekstraksiyalash. Moddalarni ajratishning eng samarador usullaridan biri tuzlarning suvli sistemalaridan organik erituvchilarda komponentlarni ekstraksiyalash hisoblanadi. Bunday usul, ayniqsa, tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalashdan olingan eritmalaridagi kamyob elementlarni ajratib olishda qo'l keladi. Bunda kamyob elementlar nitratlari tributilfosfat (uning uglevodorodlar, masalan, kerosindagi eritmasi) da yaxshi ekstraksiyalanishidan foydalaniladi. Ekstraksiyalanadigan tuz organik erituvchida odatda ionlashmagan shaklda bo'ladi. Ortofosfat kislotaning efirlari yordamida turli xil kationlar tuzlari eritmalaridan selektiv ajratib olinadi.

Organik erituvchilarda ekstraksiyalash suyultirilgan eritmalarini bug'latmasdan yuqori konsentratsiyali (80% H_3PO_4 yoki 58% P_2O_5) fosfat kislota olishni ta'minlaydi.

2.1-rasmda organik erituvchi (ikkilamchi butil spirti C_4H_9OH) yordamida 30% li $(NH_4)_2SO_4$ eritmasini ekstraksiyalash, suvsizlantirish va kristallantirish sxemasi keltirilgan.



2.1-rasm. Organik erituvchilar yordamida ammoniy sulfatni kristallantirish va suvsizlantirish sxemasi.

Flotatsiyalash. Tabiiy minerallar va sun'iy tuzlar aralashmasini flotatsiyali ajratish keng tarqalgandir. U moddalarning turli xilda sirt, ayniqsa, ho'llanish xossalari farqlanishiga asoslanadi.

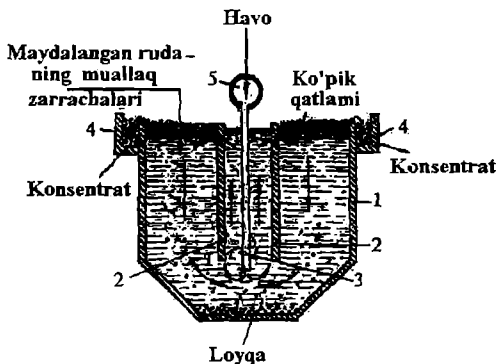
Fizik-kimyoviy (flotatsion) usul mineral tarkibidagi birikmalarning bir xil suyuqlikda yoki erituvchida ho'llanishi va eruvchanlik darajasi turlicha bo'lishiga asoslangandir. Tabiiy materiallar ho'llanishiga ko'ra suvda yaxshi ho'llanadigan (gidrofil) va yomon ho'llanadigan (gidrofob) turlariga bo'linadi.

Suvga maydalangan mineral tushirilganda ho'llanadigan birikmalar suv ostiga tushadi, ho'llanmaydiganlari esa suv yuziga qalqib chiqadi. Bu usul sanoatda keng qo'llanilib, flotatsion boyitish deb yuritiladi (2.2- va 2.3-rasmlar). Tarkibida mis, oltin, kumush, platina bo'lgan minerallar sulfat kislota yoki ammiak bilan yuvilsa, mis eritmaga o'tadi. Har qanday boyitish jarayoni natijasida xomashyo konsentratsiyasining ortishi bilan bir

qatorda, undan chiqarib tashlanayotgan birikmalar boshqa sanoat tarmog'ini uchun qimmatli mahsulot bo'lishi mumkin ekanligiga doimo katta e'tibor berish kerak.



2.2-rasm. Ho'llanmaydigan (A) va ho'llanadigan (B) birikmalarni ajratish.



2.3-rasm. Havo yordamida aralashtiriladigan flotatsiya mashinasi:
1 – rezervuar kamera; 2 – to'siqlar; 3 – quvur; 5 – kollektor.

2- §. O'g'itsimon tuzlarning xossalari

O'g'itlar xossalarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlariga: gigroskopikligi, yopishuvchanligi, donadorlanish (fraksiyal) tarkibi, zarrachalarning o'rtacha o'lchami, donachalar mustahkamligi, tabiiy qiyalanish burchagi, nam tortuvchanligi, haqiqiy va to'kma zichligi, aralashmalarning bir jinsliliigi va qatlamli tarqalishi (segregatsiyasi), 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'rtaicha nisbiy namligidan katta bo'lmaydi.

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

$$K_{zuzp.} = K_1 \cdot W_m$$

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

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

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

Gigroskopiklik shkalasi va ko'rsatkichlari turli hududlarda qisman farq qiladi.

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

Suvda eruvchan mineral o'g'itlarni donadorlanish, tarkibidagi namligini kamaytirish, donachalar mushahkamligini oshirish, mahsulotni omborga joylashtirish yoki qoplashdan oldin sovutish, uni konditsionirlash va saqlashda germetiklikni ta'minlash natijasida uning yopishqoqligi kamaytirilishi mumkin.

Elanishi. Elanish – bu o'g'itni solishda tuproqda bir tekisda taqsimlanishi uchun mashinalarning ta'minlovchi va tashlovchi qurilmalaridan o'g'itning tushishini belgilaydigan xususiyatidir. Tashlovchi qurilmalarda o'g'itlarning bir tekisda taqsimlanishi

sepiluvchanligi (harakatchanligi) orqali aniqlanadi. Zamonaviy mashinalar bilan o'g'itlarni solishda ularning bir tekisda taqsimlanishi o'g'itlarning donadorlik (fraksiyali) tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Donachalarning mustahkamligi. Donachalarning mustahkamligi o'g'itlarni tashish, saqlash va tuproqqa solishdagi donadorlik darajasining saqlanishidir. U namlikka, kristallarning joylashish o'lchami, shakli va zichligiga, boshqa yuzalarga ishqalanish tabiatiga va 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 maydalanish soni bilan; donachalarning ishqalanishga mustahkamligi – ishqalanishi tekshirilganda hosil bo'ladigan kukun ulushi bilan tavsiflanadi. Statik mustahkamligi ularni bir tekislik bo'yicha qisishdagi mustahkamlik chegarasi bilan tavsiflanadi.

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

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

To'kma zichlik. To'kma zichlik – sochiluvchan moddaning hajm birligidagi massasidir, birligi t/m^3 bilan aniqlanadi. U – modda zichligi, zarrachalar o'lchami, fraksiyali tarkibi, namligi va yotqizilgan qatlamlar bosimining funksiyasi hisoblanadi. Massa birligidagi hajm (Y) – to'kma zichlikning teskari qiymatidir:

$$Y = 1:X$$

Vertikal devorli bunker va siloslar uchun moddaning o'rtacha massasi (X) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$X = \frac{a+b}{2}$$

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

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

tenglama bilan hisoblanadi. Bu yerda, a – erkin to'kilgan mahsulotning to'kma zichligi; b – ostki qatlamning to'kma zichligi; F – kesik piramida

ostki qatlamining yuzasi; f – kesik piramida ustki asosining yuzasi:

$$d = f + F + \sqrt{Ff}$$

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

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: mineral o'g'itlar ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari yoki o'g'itsimon tuzlarning xossalariga oid **klasterlar tuzish**; mineral o'g'itlar ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslari va o'g'itsimon tuzlarning xossalarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch so'z va iboralar

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Kuydirish | 7. Flotatsiyalash |
| 2. Tuzlarni ajratish | 8. Gigroskopiklik |
| 3. Tuzlarni eritish orqali ajratib olish | 9. O'g'itlarning yopishqoqligi |
| 4. Suvli eritmalardan kristallantirish | 10. Donachalar mustahkamligi |
| 5. Geterogen ion almashinish | 11. Namlik sig'imi |
| 6. Organik erituvchilar bilan ekstraksiyalash | 12. To'kma zichlik |

Nazorat uchun savollar

1. Mineral o'g'itlar texnologiyasining fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
2. Minerallarni kuydirish jarayoni qanday amalga oshiriladi?
3. Tuzlarni aralashmalardan ajratish usullarini ayting.
4. Tuzlarni suvli eritmalardan kristallantirish jarayonini tushuntiring.
5. Geterogen ion almashinish jarayonini tushuntiring.
6. Organik erituvchilar yordamida ekstraksiyalash jarayonini tushuntiring.
7. Flotatsiyalash nima?
8. Gigroskopiklik nima?
9. O'g'itlarning yopishqoqligi nima va uni qanday kamaytiriladi?
10. Donachalarning mustahkamligi deganda nimani tushunasiz?

11. Namlik sig'imi deganda nimani tushunasiz?
12. To'kma zichlik nima?

Adabiyotlar

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари, тараққиёт кафолатлари. – Т.: «Ўзбекистон», 1997. – 326 б.
2. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – Т.: Fan va texnologiya, 2007. – 352 б.
3. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – Т.: «Yangiyul polygraph service» МСНЖ, 2008. – 432 б.
4. Исматов А.А., Отақўзиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
5. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: «Химия», 1987. – 464 с.
6. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. проф. А.А.Соколовского. – М.: «Химия», 1982. – 400 с.
7. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: «Химия», 1977. – 376 с.
8. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент: «ФАН», 1992. – 200 с.

III bob

AZOTLI O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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

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

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

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

Ushbu 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 o'zlashadi (ayniqsa, NO_3^- ning tuproqda harakatchanligi yuqori bo'ladi).

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

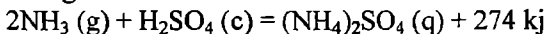
1- §. Ammoniy sulfat ishlab chiqarish

Ammoniy sulfat. Ammoniy sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – rangsiz kristall modda (zichligi 1769 kg/m^3) bo'lib, uning tarkibida 21,21% azot bo'ladi. 350°C dan yuqori haroratda qizdirilganda ammiak va sulfat kislotaga parchalanadi. 100°C da nordon tuz hosil qilish bilan dissotsiyalanish 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

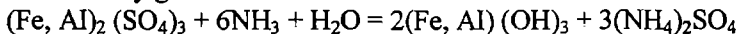
eriydi. U kristallogidratlar hosil qilmaydi va uning eruvchanligi harorat ortishi bilan sezilarli o'zgar olmaydi. Ammoniy sulfat gigroskopikligi va yopishqoqligi kam bo'lgan o'g'it hisoblanib, uni ishlatishda qiyinchilik tug'dirmaydi. Kamchiligi – o'g'itning tarkibida azot miqdorining ozligi va fiziologik kislotaliligining 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 ammoniy sulfat ishlab chiqarish usullari ham mavjuddir.

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 (saturatsiz 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 taminlashi 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 neytrallash jarayonini davriy reaktorlarda bosqichli o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

Ammoniy sulfat ishlab chiqarish. *Koks gazi ammiakidan ammoniy sulfat ishlab chiqarish.* Koks gazi tarkibida 6–14 g/m³ gacha ammiak

bo'ladi. Uni uch xil: biivosita, bevosita va yarimbevosita usullar bilan ammoniy sulfatga aylantirilishi mumkin.

Bilvosita usulda koks gazi sovutiladi, bunda 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.

Belvosita usul bo'yicha ammiak gazining sulfat kislotasi eritmasida yutilishi hisobiga ammoniy sulfat hosil qilish bilan oldindan 68°C gacha sovutilgan 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°C gacha sovutiladi. Kondensat 2 qatlamga ajratiladi: quyi qatlamda smola va yuqori qatlamda smola ustki suvi bo'lib, unda gaz tarkibidagi bir qism ammiak erigan bo'ladi. Smola ustki suvini distillatsiya kolonnasida ohakli suv bilan ishlanadi va hosil qilingan ammiak gazi elektrfiltrlarda smoladan tozalangan koks gazi bilan birgalikda sulfat kislotasiga yuttirish uchun yuboriladi.

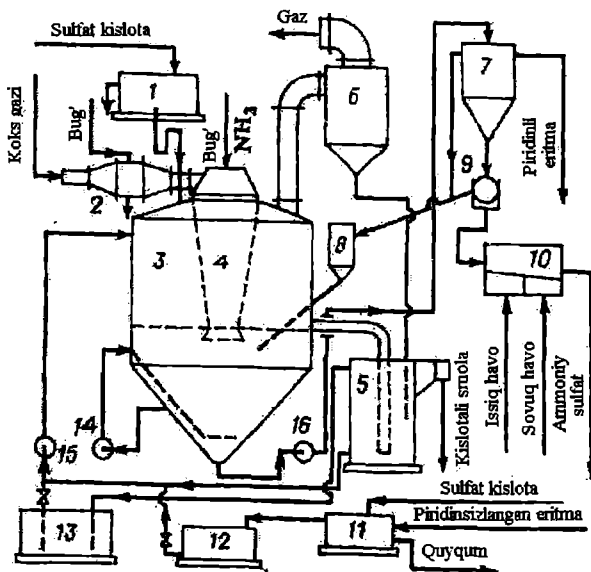
Koks gazidagi ammiakni yuttirish barbotaj turidagi saturatorlarda (saturatorli usulda) yoki skrubberlarda (saturatorsiz usulda) amalga oshirilishi mumkin. Saturatorli usulda koks gazidagi ammiakning yuttirilishi va ammoniy sulfatning kristallantirishlihi birgina jihoz – saturatorda amalga oshiriladi. 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 taminlovchi 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.

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

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

1 t ammoniy sulfat olish uchun: 0,73–0,75 t sulfat kislotasi (100% li), 0,26–0,27 t ammiak (30–35 ming m³ koks gazı tarkibida bo‘ladi), 100–108 Mj elektroenergiya, 8 m³ suv va 2,7–6 t bug‘ sarf bo‘ladi.



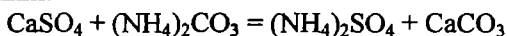
3.1-rasm. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usuli tasviri:

1–sulfat kislotasi uchun bak; 2–koks gazı uchun qizdirgich; 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.

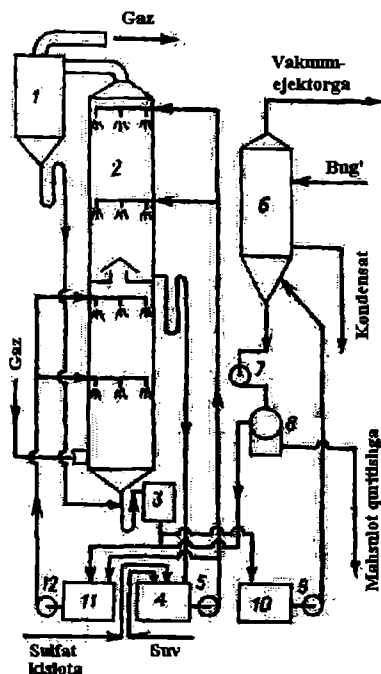
Texnologik tasvirdagi kristallizator va sentrafuga o‘rniga donadorlagichdan foydalanish orqali 40–45% li eritmadan donadorlangan ammoniy sulfat olish imkoniyatlari ham mavjud.

Gipsdan ammoniy sulfat olish. Sulfat kislotasarfamasdan, tabiiy gips yoki ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlab chiqarish chiqindisi – fosfogipsdan ammoniy sulfat olish ham mumkin. Gipsni ammoniy sulfatga konversiyasi 50–55°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.



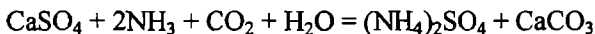
3.2-rasm. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning vakuum-bug'latgich bilan saturatsizli usulining tasviri:

1-sachragan tomchi yig'gich; 2-skrubber; 3-smola ajratgich; 4-,10-,11-yig'gichlar; 6-bug'latgich jihozi; 8-sentrifuga.

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.

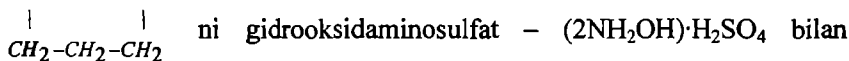
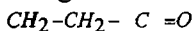
1 tonna ammoniy sulfat olish uchun: 1,13 t gips, 0,74 ammoniy karbonat, 1,4 t bug', 225 m³ suv, 65 kvt/soat elektroenergiya, 71,5 kg shartli yoqilg'i sarf bo'ladi.

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

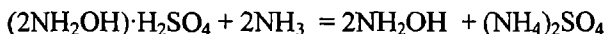


Lekin bu usulda hosil bo'ladigan CaCO_3 kristallari mayda, ignasimon bo'lib, uni filtrlashda qiyinchiliklar kelib chiqadi. Shuning uchun konversiya jarayonini uzoq vaqt o'tkazish talab etiladi. Bundan tashqari, reaksiya issiqligini yo'qotish maqsadida reaktor ichiga sovutgich o'rnatish va yutilmagan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

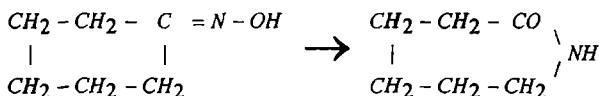
Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish. Poliamid – kapron tayyorlash uchun ishlab chiqariladigan kaprolaktam olishdagi tugallanuvchi bosqich benzol va fenoldan olinadigan oraliq mahsulot – siklogeksanon



oksimirlashdan iborat. Gidroksiaminosulfatning ortiqcha miqdori ammiak ta'sirida parchalanadi:



Hosil bo'lgan siklogeksanoksim suvli eritmadan ajratib olinib, konsentrlangan sulfat kislota (oleum) da ishlov beriladi. Natijada kaprolaktamga izomerlanadi:

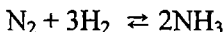


Izomerlanish jarayoni tugagach, sulfat kislota ammiak bilan neytrallanadi. Laktam moyi va sulfatli aralashma ajratiladi. Oksimirlash va neytrallash natijasida 25–43% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 1–3% NH_4NO_3 va 0,1–0,5% organik moddalar eritmasi olinadi. Bu eritmalar esa ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi. Uni bug'latish va kristallantirish orqali ammoniy sulfat olinadi. Toza kristall holatidagi mahsulot (organik moddalar qo'shilmalari rangsiz) to'yinmagan holda sekin kristallantirish orqali olinadi. 34% li bunday eritmadan 1 t $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ olish uchun: 2,3–2,5 MDT bug', 24–30 kvt/soat elektroenergiya va 56 m³ suv sarflanadi.

2- §. Ammiakli selitra ishlab chiqarish

Ammiakli selitra. Ammoniy nitrat NH_4NO_3 ni 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. Shuning uchun avvalo, nitrat kislota hosil bo'lish jarayoni bilan tanishishimiz zarur. Azotning vodorod bilan ta'siri natijasida ammiak sintez qilinadi:

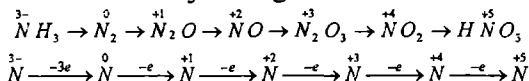


Ammiak sintezi issiqlik effekti harorat va bosimga bog'liq bo'ladi.

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.

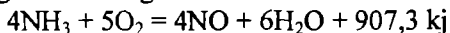
Amaliy ishlab chiqarishda o'rta bosimli jarayon temir katalizator (promotorlari: Al_2O_3 , K_2O va CaO lar hisoblanadi) ishtirokida olib boriladi. Kontakt jihozidan chiqayotgan gaz tarkibida 14–20% ammiak bo'ladi. U sovutilishi natijasida ammiak kondensatsiyalanadi, azot-vodorodli aralashma siklga qaytariladi.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

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

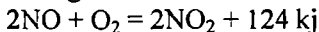


Sanoat korxonalarida suyultirilgan nitrat kislota olinadi. Bunda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:

1. Ammiakning azot oksidigacha kontaktli oksidlanishi:



2. Azot oksidining dioksidgacha oksidlanishi:

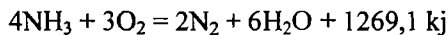


3. Azot dioksidning suv bilan absorbsiyasi:



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:



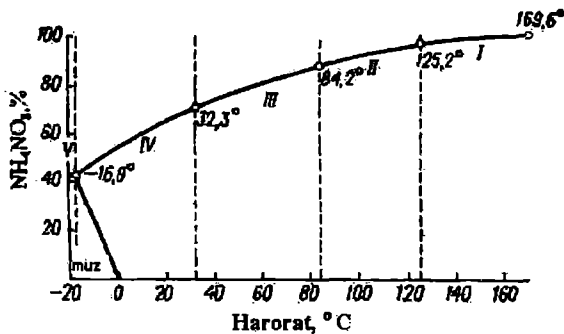
Ammiakni katalitik oksidlash natijasida azot oksidining hosil bo'lish unumini 98% gacha yetkazish mumkin.

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 O₂ ga 1 mol NH₃ berilishi kerak. Reaksiya tezligini va azot oksidining miqdorini oshirish uchun amalda O₂:NH₃ miqdoriy nisbati 1,7÷2,0 oralig'ida olinadi.

Odatda suyultirilgan nitrat kislotasi (47–50% li) olish quyidagi turlicha sistemalarda 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 NO₂ 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 (NH₄NO₃) 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. NH₄NO₃ – H₂O politermik diagrammasida (3.3-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 namlanib 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.

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.



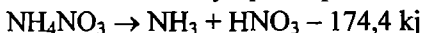
3.3-rasm. NH₄NO₃ ning suvda eruvchanligi.

Kristallar shakli: I – kubsimon; II – tetragonal; III – rombik-monouchlik; IV – bipiramidal rombik; V – tetragonal.

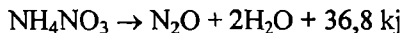
Ammoniy nitratning yopishqoqligini kamaytirish uchun:

1. Mahsulot tarkibida juda oz miqdorda (0,2%) suv qolguncha bug‘atiladi, donadorlanadi va sovutiladi. 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(NO₃)₂·6H₂O 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.

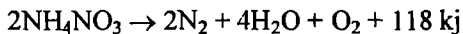
Ammoniy nitrat 110°C haroratdan yuqorida parchalana boshlaydi:



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



Harorat 400–500°C gacha tez ko'tarilsa, parchalanish reaksiyasi portlash bilan sodir bo'ladi:



Amalda 300°C harorat portlashga sabab bo'ladi.

NH_4NO_3 ning mineral kislotalar va 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.

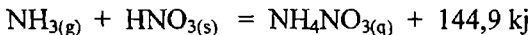
Davlat standarti bo'yicha donadorlangan ammiakli selitranning yuqori sifatli A va B kategoriyali (oliy nav) va 1-kategoriyali (1-nav) turlari mavjud. Qishloq xo'jaligida va sanoatda qo'llaniladigan ammiakli selitra tarkibida NH_4NO_3 ning miqdori 98% dan kam emas. B markali ammiakli selitranning oliy 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 CaO (MgO) hisobida 0,2–0,5%, fosfatlar (RAP) P_2O_5 hisobida 0,5–1,2%, ammoniy sulfat 0,3–0,7%, ammoniy sulfati va fosfatlari 0,4–0,6% bo'ladi. B markali 1-navda esa qo'shimchalar miqdori me'yorlanmaydi. Ammiakli selitra 10% li suvli eritmasining pH muhiti barcha navlarda: sulfat-fosfat qo'shimchasi bo'lsa 4,0 va boshqa qo'shimchasi bo'lsa 5,0 ga teng bo'ladi.

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

Ammoniy nitrat donachalarining statik 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 holi bo'lgan xonalarda saqlanadi. Boshqa moddalar bilan birgalikda saqlanmaydi va bir joydan boshqa joyga tashilmaydi.

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



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

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

Reaksiya muhitidan issiqlikni chiqarib turish faqatgina undan unumli foydalanishgina emas, balki reaksiyadan unumli foydalanish uchun ham zarurdir. Chunki, issiqlik oshib borgan sayin nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanish jarayonlari sodir bo'lib, azotning yo'qotilishiga sabab bo'ladi. Bu esa issiqlikdan neytrallash jarayonida foydalanishni murakkablashtiradi. Natijada yangi texnologik sharoit va jihozlarni yaratish majburiyatini tug'diradi. Ilk bora ma'lum bo'lgan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanilmas va ammoniy nitrat eritmasi suvli sovutgich orqali o'tib, neytrallash jihozi (reaktor) va ammiak yutgich (absorber) oralig'ida aylanar edi. Keyinchalik bu usul o'rnini 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 konsentratsiyasini 75–80% dan 95–99% gacha vakuum-

jihozida bug‘latish uchun ishlatiladi. Bu usullarning barchasi eritmani reaksiya muhitida qaynab ketishdan saqlaydi.

Bizda qo‘llaniladigan usullarda reaksiya issiqligidan foydalanishda neytrallash jihazining o‘zi ishlatiladi. Bunda neytrallanish bilan bir paytda eritma qaynaydi va bug‘lanadi. Bunday jihazni neytrallanish issiqligidan foydalanuvchi (NIF) deb ataladi (3.4-rasm).

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

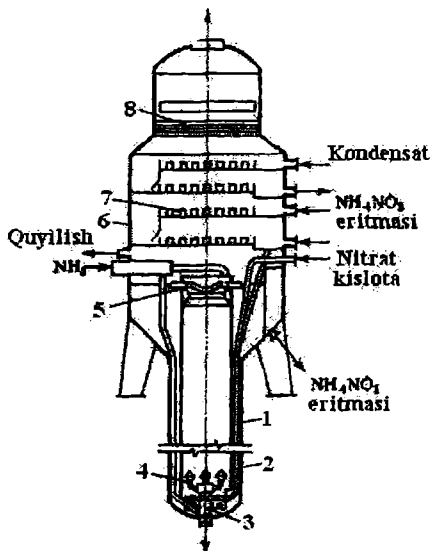
Suyuqlanmani donadorlash jarayoni esa diametri 12–16 m va balandligi 30–35 m bo‘lgan kislotabardosh g‘isht bilan qoplangan, sovuq havoning qarama-qarshi oqimidan foydalanuvchi temir-betonli minorada amalga oshiriladi.

Ishlab chiqarish quvvati sutkasiga 450–600 tonna ammiakli selitra bo‘lgan, eskirgan bunday qurilmalar hozirda ham ayrim korxonalarda ishlatilmoqda. XX asrning oltmishinchi yillaridan boshlab 58–60% li nitrat kislotasi ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. Sutkasiga 1360–1575 tonna mahsulot ishlab chiqariladigan ammiakli selitra (AS) qurilmalari ishlab kelmoqda. Bunday qurilmalar AS-67, AS-72 va AS-72M (takomillashgan) yuqori texnik darajada ishlangan, avtomatlashgan, samarali usul va sharoitlar barpo qilingan bo‘lib, yuqori sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi. Ular jihazlarining joylashishi, tuzilishi, texnologik tartibi bilan o‘zaro farqlanadi. AS-67 qurilmasida sulfat qo‘shimcha (eritmaga sulfat kislotasi) 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 jihaz NIF hisoblanadi (3.4-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 ichida reaksiya stakani 2 ($d = 1,2$ m, $H = 4,3$ m) bo‘lib, ostida teshiklari bo‘ladi. Reaktor ostiga titan purkagich (3) va 4 orqali ammiak va nitrat kislotasi purkaladi. Purkagich teshigida ammiak oqimining tezligi 30–50 m/sek bo‘ladi (3 mm diametli 6650 ta teshik bor). Nitrat kislotasining oqim tezligi esa 2–3 m/sek ga yetadi (purkagichda 1,5 mm diametrlil 2160 ta teshik bor). Hosil bo‘lgan NH_4NO_3

eritmasidagi ma'lum miqdor suv reaksiya issiqligi ta'sirida bug'lanadi. Natijada ko'taruvchi kuch hosil bo'ladi va bug'-suyuq emulsiya gidroblagich (5) orqali reaksiya stakani yuqorisiga sochiladi. Buning natijasida bug'-suyuq aralashma o'zaro ajraladi. Ajralgan suyuqlik jihoz qobig'i va reaksiya stakani orasidagi tirqish orqali reaktor tubiga tushadi. Stakanga uning ostki teshigidan kiradi (tirqishda ham bug'lanish davom etadi). Reaksiya muhitida reagentlar juda qisqa muddat (0,5–1 sek) bo'lishi sababli nitrat kislotasi va ammoniy nitratning parchalanishi hamda ularning erkin azot holatida yo'qolishi juda kam bo'ladi.

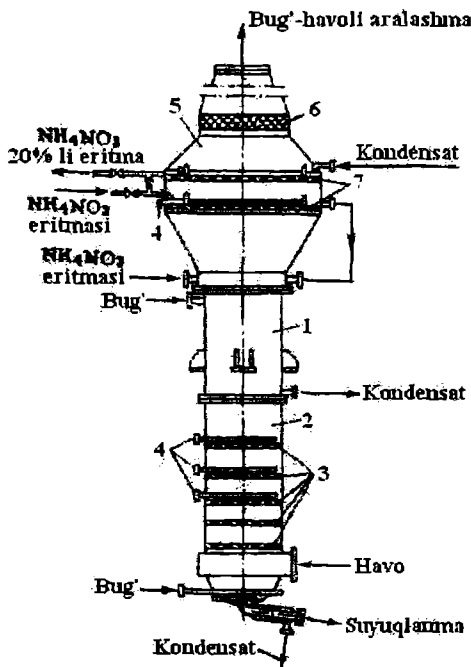


3.4-rasm. NIF jihozi:

- 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.

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 kislotasi 20–25 % li hosil bo'lgan NH_4NO_3 eritmasi yordamida bug' ammiakdan yuviladi. Yuqoridagi ikkita tarelkada esa tomchili bug' kondensati yordamida hosil bo'lgan HNO_3 bug'i va NH_4NO_3 eritmasi tomchilaridan yuviladi. Tomchilardan tamomila holi bo'lishni qaytargich (8) da amalga oshiriladi. Yuvindilar NIF ga qaytariladi.

NIF da olingan ammoniy nitratning konsentrlangan (~90%) eritmasini kombinatsiyalangan bug'latgich jihozida bug'latib bu tuzning suyuqlanmasi olinadi (3.5-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.



3.5-rasm. Kombinatsiyalangan bug'latgich jihozi:

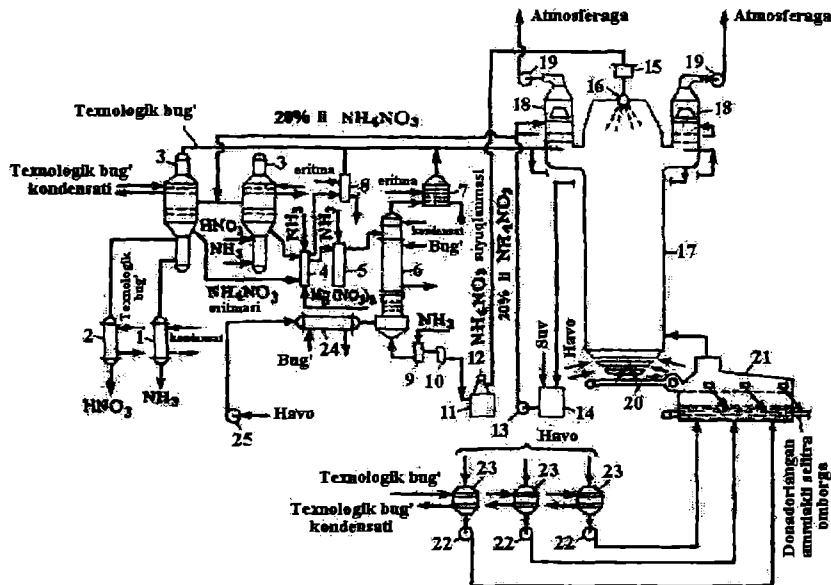
- 1 – qobiq-quvurli qism; 2 – konsentratsiyalash qismi; 3 – teshikli tarelkalar;
 4 – issiqlik kiritish quvurlari; 5 – tozalov qismi; 6 – turli tomchi qaytargich;
 7 – teshikli tarelkalar.

Issiqlik manbai sifatida foydalaniladigan 1,3–1,5 MPa bosimli bug'ni quvurlararo bo'shliqqa beriladi va issiq ($180^{\circ}C$) havo quvurlar ichida tomayotgan eritmaga qarshi yuboriladi. Havo esa jihozning konsentratsiyalovchi qismi 2 ($d = 2,8$ m, $H = 6$ m) ostidan kiradi va unda joylashgan 5 ta teshikli (elakli) tarelkalar 3 dan o'tib boradi. Konsentrlash qismining yuqorisidagi uchta tarelkalarida qo'shimcha issiqlik beruvchi

ilonizi quvurlar bo'ldi. Bu jarayonni amalga oshirishda havoning namligi 20 g/kg dan oshmasligi lozim. Konsentrlash qismidan harorati 175–185°C bo'lgan 99,7% li NH_4NO_3 suyuqlanmasi oqib tushadi.

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 3.6-rasmda ko'rsatilgan.



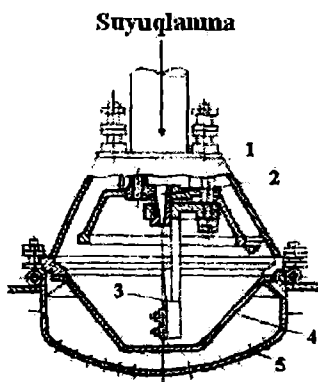
3.6-rasm. AS-72M qurilmasining texnologik sxemasi:

- 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 – gidrotosqich;
- 10 – suyuqlanma filtri; 11 – suyuqlanma baki; 12 – nasos; 13 – markazdan qochma nasos; 14 – ammoniy nitrat eritmasi uchun bak; 15 – bak.

Gaz holatidagi ammiak isitgich (1) dan o'tib, 120–160°C gacha qiziydi. Nitrat kislota (58–60% li) esa isitgich(2)dan o'tib, harorati 80–90°C gacha ko'tariladi. Ular ikkita parallel ishlaydigan NIF jihoziga tushadi.

Azotni bug‘-tomchi bilan (NH_3 , HNO_3 , NH_4NO_3 , NO_2 holdida) yo‘qotilishini kamaytirish uchun nitrat kislota me‘yoridan ortiqroq bo‘ladi. Chunki ammoniy nitrat eritmasi yuzasida HNO_3 bug‘ bosimi ammiaknikiga nisbatan kamroq bo‘ladi. Jihozdan chiqayotgan HNO_3 konsentratsiyasi (2–5 g/l) avtomatik boshqarib turiladi. Bu eritmaning harorati 150–170°C, NH_4NO_3 miqdori esa 89–92% bo‘ladi. Bu eritma asosiy (4) va nazoratchi (5) neytrallagichlarda ammiak bilan neytrallanadi. Bularga 30–40% li $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ eritmasi beriladi. Konsentratsiyasi 0,1–0,5 g/l ammiakli NH_4NO_3 eritmasi kombinatsiyalangan bug‘latgich jihozi (6) ga tushadi. Undan suyuqlanma gidroto‘sqich – neytrallagich (9) va filtr (10) orqali yig‘uvchi bak (11) ga tushadi. Bakdan nasos (12) yordamida bak (15) ga yuboriladi. Bu bak esa donadorlovchi minora (17) ustida joylashgan bo‘ladi. Yuqoridagi bak (15) dan suyuqlanma uchta vibroakustik (tebranma akustik) donadorlagich (16) orqali minoraga sochiladi (bundan tashqari, yana uchta donadorlagich zaxirada – navbatda turadi). Donadorlovchi minora (17) kesimi to‘g‘ri burchakli 11x8 m, qalinligi 2 mm li 08X17T markadagi po‘latdan yasalgan va uning balandligi 63,5 m ga teng. Minoraning tashqi tomoni uglerodli po‘lat bog‘lamlar bilan mahkamlangan.

Hosil qilingan suyuqlanma tebranma akustik donadorlagich (3.7-rasm) da plastika (3) ga o‘rnatilgan soplodan tushadi va plastinkadan ostki teshikli tebratgichdan kelayotgan akustik tebranishni singdirib sochiladi.



3.7-rasm. Akustik donadorlagich:

1 – korpusi; 2 – soplo; 3 – plastinka; 4 – to‘rli filtr; 5 – teshikli tebranuvchi taglik.

Selitra suyuqlanmasi 0,2% namlikda 167°C atrofidagi haroratda kristallana boshlaydi, 140°C haroratda esa to'la qotadi. Minora ostidan berilyotgan havo miqdori yoz oylarida 500 ming m³/soat, qish faslida esa 300–400 ming m³/soat bo'ladi. Minoraning ostki konussimon qismidan donador mahsulot lentali transportyor (20) ga tushadi. Undan uch seksiyali sovutgich (21) ga tushadi va havo yordamida «qaynovchi qatlam»da sovutiladi. Sovutgichdan o'tgan mahsulotning harorati yoz faslida 40–50°C, qish faslida esa 20–30°C bo'ladi. Donadorlash va sovutish jarayonlarida selitranning 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, sovutgichdagi 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 gj bug' va 28,3 kvts/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 NH₄NO₃ suyuqlanmasi ichki qismi suv oqimida sovutiladigan barabanli kristallizator yuzasida quritilib, mahsulot qirg'ich yordamida qirib olinadi. Kristallik mahsulotning namligi 2% atrofida bo'ladi. Uni to'g'ri oqimli baraban quritgichda 110–120°C gacha isitilgan havo bilan quritiladi.

Natijada mahsulot 75°C gacha qiziydi va undagi namlik 2 barobar kamayadi.

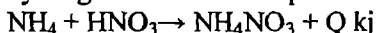
Ammiakli selitra eritmasi ikki bosqichli bug‘latish yo‘li bilan o‘g‘it olish usuli hisoblari

Neytrallashning moddiy hisobi

Hisob uchun ma‘lumotlar:

100% NH ₄ NO ₃ uchun qurilmaning mahsulodorligi (m/s)	24
Nitrat kislota konsentratsiyasi (%)	47
Gaz holidagi ammiak konsentratsiyasi (%)	100
1000 kg NH ₄ NO ₃ olishda yo‘qolgan ammiak (kg)	2–2,5
1000 kg NH ₄ NO ₃ olishda yo‘qolgan nitrat kislota (kg)	7–7,5

Nazariy jihatdan 1 t NH₄NO₃ olish uchun ammiak va nitrat kislota sarfi quyidagi kimyoviy tenglama asosida aniqlanadi:



Sarflanadigan komponentlar:

$$\frac{1000 \cdot 17}{80} = 212,5 \text{ kg NH}_3, \quad \frac{1000 \cdot 63}{80} = 787,5 \text{ kg HNO}_3$$

Bunda 17,63 va 80 – NH₃, HNO₃ va NH₄NO₃ molekular massalari. Amalda esa NH₃ va HNO₃ sarfi nazariy ma‘lumotga nisbatan yuqori bo‘ladi.

Yo‘qolishlarni hisobga olganda amaliy sarf:

$$212,5 + 2,5 = 215 \text{ kg NH}_3, \quad 787,5 + 7,5 = 795 \text{ kg HNO}_3$$

24 t/s ammiakli selitra (NH₄NO₃) olish uchun zarur:

$$24 \cdot 215 = 5120 \text{ kg/ NH}_3; \quad 24 \cdot 795 = 19080 \text{ kg/s HNO}_3$$

Ko‘rsatilgan soatli mahsuldorlik bo‘yicha yo‘qolish:

$$5160 - 212,5 \cdot 24 = 60 \text{ kg/s NH}_3$$

$$19080 - 787,5 \cdot 24 = 180 \text{ kg/s HNO}_3$$

Konsentratsiyasi 47% bo‘lgan nitrat kislota sarfi:

$$\frac{19080}{0,47} = 40600 \text{ kg / s.}$$

Bunday miqdor kislota dagi suv miqdori:

$$40600 - 19080 = 21520 \text{ kg/s.}$$

Demak, neytralizator-reaktorga tushadigan reagentlar miqdori:

$$40600 + 5160 = 45760 \text{ kg/s.}$$

Neytrallanish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik suvning bug'lanishini hisobga olmaganda apparatdan ammiakli selitra eritmasi konsentratsiyasi shunday bo'lar edi:

$$\frac{24000 \cdot 100}{45760} = 52,5\%$$

Neytrallanishda suvning bug'lanishi hisobiga ammiakli selitra eritmasining konsentratsiyasi 64% deb olinadi (amalda shunday). Aniqligi esa issiqlikni hisoblash natijasida ayon bo'ladi.

Apparatdan chiqayotgan 64% li ammiakli selitra eritmasi miqdori:

$$\frac{24000}{0,64} = 37500 \text{ kg/s}$$

Eritmadagi suv miqdori:

$$37500 - 24000 = 13500 \text{ kg/s}$$

Neytrallizatsiya jarayonida bo'lgan suv miqdori:

$$21520 - 13500 = 8020 \text{ kg/s}$$

Hisoblar natijasini jadvalga kiritamiz.

Neytrallanishning moddiy balansi

3.1- jadval

Kirim		Chiqim	
Moddalar	kg/s	Moddalar	kg/s
Ammiak	5160	Ammiakli selitra	
Nitrat kislota (100% HNO ₃)	19080	eritmasi (64% li)	37500
Kislota bilan kiruvchi suv	2150	Nam bug'	8050
		Yo'qotish:	
		Ammiak	60
		Nitrat kislota	180
Jami	45760	Jami	45760

Izob: ammiak va nitrat kislotasining yo'qolishi shartli ravishda neytrallash jarayonida bo'ladi deb hisoblanadi.

Neytrallanishning issiqlik hisobi

Issiqlik va nam bug' bilan ketayotgan issiqlik hisobiga mo'tadil issiqlik rejimini tutib turishga qabul qilingan eritma konsentratsiyasi (64%) qanchalik muvofiq kelishi aniqlanadi.

Hisob uchun ma'lumotlar:

Nitrat kislota konsentratsiyasi (%)	47
Nitrat kislota harorati (°C)	20
Ammiak harorati (°C)	70
Neytrallizatorga tushadi (kg/s):	
Ammiak	5160
Nitrat kislota (47% li)	40600
Hosil bo'ladigan ammiakli selitra eritmasi (kg/s)	37500
Eritma konsentratsiyasi (%)	64
Jihozdagi bosim (n/m ²)	1,2·10 ³

1) Gaz holdagi ammiak bilan

$$Q_1 = 5160 \cdot 2,156 \cdot 70 = 778000 \text{ kJ/s}$$

Bundagi 2,156 – ammiakning issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad,
70 – ammiakning harorati, °C.

2) Nitrat kislotasi bilan

$$Q_2 = 40600 \cdot 2,897 \cdot 20 = 2349000 \text{ kJ/s}$$

Bundagi 2,897 – 47% li nitrat kislotaning issiqlik sig'imi kJ/kg·grad;
20 – kislota harorati, °C.

3) Nitrat kislotani 47% gacha suyultirilishidan hosil bo'ladigan issiqlikni hisobga olgan holda ammoniy nitratning hosil bo'lishi reaksiyasi issiqligi diagramma bo'yicha hisoblanadi. Bu issiqlik 1 kg NH₄NO₃ uchun 1487,1 kJ ni tashkil etadi. Uning bir qismi ammiakli selitrani eritish uchun saflanadi. Diagramma bo'yicha 64% li ammiakli selitra eritmasi hosil bo'lishi uchun 1 kg NH₄NO₃ hisobidan 172,5 kJ sarf bo'ladi.

Demak, ammiakli selitra hosil bo'lishda 47% li nitrat kislotasi ishtirokida 64% li eritma olishda ajiraladigan issiqlik:

$$1487,1 - 172,5 = 1314,6 \text{ kJ/kg}$$

Bir soatda ajiraladigan issiqlik

$$24000 \cdot 1314,6 = 31550000 \text{ kJ/s.}$$

Umumiy kiruvchi issiqlik:

$$778000 + 2349000 + 31550000 = 34677000 \text{ kJ/s.}$$

Issiqlik sarfi:

1) Ammiakli selitra bilan ketgan issiqlik:

$$Q^c_1 = (37500 + 240) \cdot 2,560 \cdot t_{\text{qay.}}$$

Bunda 37500 – ammiakli selitra eritmasining massasi, kg/s;
 240 – ammiak va kislotaning yo‘qolgan miqdori, kg/s;
 2,560 – 64% li NH_4NO_3 eritmasi issiqlik sig‘imi, kj/kg·gard, $t_{\text{qay.}}$ –
 64% li ammiakli selitra qaynoq harorati, °C. Jihozdagi bosimga xos
 ravishda NH_4NO_3 eritmasi qaynash haroratini aniqlaymiz (bosim
 $1,15 \div 1,2 \cdot 10^5 \text{ nm/m}^2$). Bu bosimda to‘yingan suv bug‘i harorati 103°C
 bo‘ladi. Atmosfera bosimida 64% li NH_4NO_3 eritmasi qaynash
 harorati 115,2°C bo‘ladi.

Harorat depressiyasi:

$$\Delta t = 115,2 - 100 = 15,2^\circ\text{C}$$

64% li NH_4NO_3 eritmasi qaynash haroratini quyidagi formula bilan
 aniqlaymiz:

$$T_{\text{qayn.}} - t_{\text{to‘y. bug‘}} + \Delta t_{\eta} = 103 + 15,2 \cdot 1,03 = 118,7^\circ\text{C}$$

bunda, η – har qanday bosimda harorat depressiyasi koeffitsiyenti; 103°C
 da u 1,03 ga teng.

To‘yingan bug‘ haroratiga bog‘liq ravishda η ning qiymati quyidagi
 jadvalda keltirilgan:

To‘yingan bug‘ haroratiga bog‘liq ravishda η ning qiymati

3.2-jadval

$t, ^\circ\text{C}$	η	$t, ^\circ\text{C}$	η	$t, ^\circ\text{C}$	η	$t, ^\circ\text{C}$	η
40	0,6609	65	0,7899	90	0,9362	115	1,1025
45	0,6854	70	0,8177	95	0,9677	120	1,1384
50	0,7106	75	0,8463	100	1,0000	125	1,1757
55	0,7364	80	0,8755	105	1,0333	130	1,2135
60	0,7628	85	0,9056	110	1,0674	135	1,2525

Selitra eritmasi bilan ketgan issiqlik:

$$Q^{\circ}_1 = 37740 \cdot 2,56 \cdot 118,7 = 11500000 \text{ kj/s}$$

2) Eritmadan suvni bug‘latish uchun sarflangan issiqlik:

$$Q^{\circ}_2 = 8020 \cdot 2682 = 21700000 \text{ kj/s}$$

Bunda, 8020 – hosil bo‘ladigan nam bug‘ miqdori, kg/s;

2682 – quruq bug‘ entalpiyasi ($1,2 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$ bosimda) kj/kg;

3) Jihozdan atrof-muhitga sarflangan issiqlik:

$$Q^{\circ}_3 = 34677000 - (11500000 + 21700000) = 1477000 \text{ kj/s}$$

Bu miqdor sarflangan issiqlikning 4,3% ni tashkil etadi va amaliy
 natijalarga mos keladi.

Shunday qilib, issiqlik hisobi 64% li NH_4NO_3 eritmasi olish mumkinligini tasdiqlaydi.

Neytrallanishning issiqlik balansi

3.3-jadval

Kiruvchi	kJ/s	Sarflanuvchi	kJ/s
Ammiak bilan	778000	Ammiakli selitra eritmasi	11500000
Nitrat kislota bilan	2349000	bilan	
Neytrallanish reaksiyasi		Nam bug' bilan	21700000
issiqligi	31677000	Atrof-muhitga yo'qolish	1677000
Jami	34677000	Jami	34677000

3- §. Karbamid (mochevina) ishlab chiqarish

Karbamid (mochevina) va uning xossalari. A.I.Bazarov tomonidan 1968-yilda ammiakning karbonat anhidrid bilan o'zaro ta'sirida sodir bo'ladigan qaytar jarayon kashf etilgan:



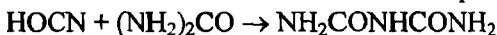
Natijada ammoniy karbamat va uning parchalanishi natijasida karbamid, xalq tili bilan aytilganda mochevina deb ataladigan modda hosil bo'ladi.

Hozirgi paytda bu jarayondan butun dunyo amaliyotida foydalaniladi.

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 ammiakkacha parchalanadi:



Sianat kislotasi karbamid bilan ta'sirlashib biuret hosil qiladi:



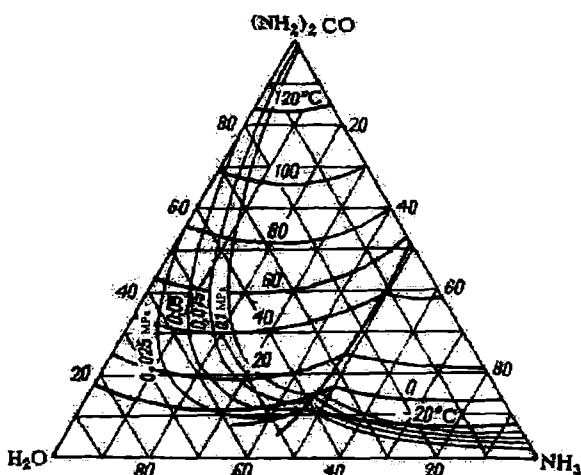
Ammiak ishtirokidagi biuret hosil bo'lishi sekinlashadi, lekin karbamidning o'zaro ta'siridan ham biuretlanish reaksiyasi sodir bo'lishi davom etaveradi:



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

3.8-rasmda $(\text{NH}_2)_2\text{CO} - \text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ 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.

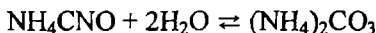
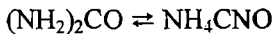


3.8-rasm. $(\text{NH}_2)_2\text{CO} - \text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasining politermik holat diagrammasi (to'yingan eritmalarining bug' bosimi MPa da, tarkibi esa % (mol) da ko'rsatilgan).

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

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 eritmalarda 80°C haroratgacha turg'oc, harorat ko'tarilganda esa u ammoniy izosianat (sianat – 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, ballastsiz azotli o'g'it hisoblanadi. Karbamidning ammiakli selitruga nisbatan bir necha afzallik tomonlari: azot miqdorining ko'pligida, kam gigroskopikligida (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 mikroorganizmlar ta'sirida ammoniy ioni nitratlashadi va tuproqni nordonlashtiradi.

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

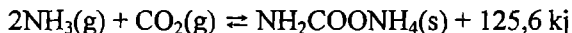
Karbamid protein qo'shimchasi sifatida uglevodlari ko'p va oqsil miqdori kam bo'lgan chorva yemlariga ham qo'shiladi. U ozuqa yemda 25–30% gacha oqsil o'rnini bosa oladi.

Sanoatda sun'iy smola, plastmassalar, kley, lak, farmatsevtik preparatlar, gerbitsidlar tayyorlash va chorvachilikda 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. Chorvachilik ozuqalari tayyorlashda ishlatiladigan karbamid tarkibida esa 3% gacha biuret bo'lishi belgilangan talab darajasiga javob bera oladi.

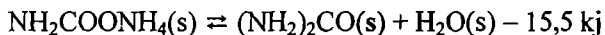
O'g'it sifatida ishlatiladigan karbamid esa B markada ishlab chiqariladi. Uning tarkibida 46,0% N, 0,9% atrofida biuret va 0,25% gacha namlik bo'ladi. O'g'itning donadorligi esa: 1–4 mm li donachalar 94% dan

kam emas, 1 mm li donachalar 5% dan ortiq emas. Uni 6 oygacha qopsiz saqlanganda ham yopishib qolmaydi.

Ammiak va karbonat angidriddan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslari. Karbamid 150–220°C haroratda va 7–100 MPa bosimda ammiakka karbonat angidridni ta'sir ettirib olinadi. Bunda avval ammoniy karbamat hosil bo'ladi:

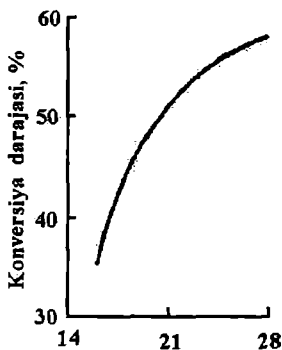


so'ngra suv ajralib chiqib, karbamidga aylanadi:



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

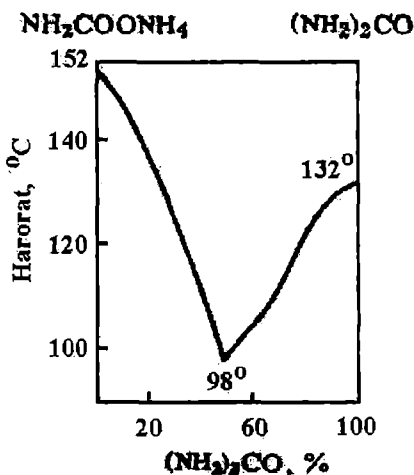
Karbamid asosan suyuq fazada, ya'ni suyuqlangan ammoniy karbamatdan hosil bo'ladi. Chunki qattiq ammoniy karbamat qizdirilganda parchalanishi qiyindir. Ammoniy karbamatni hosil bo'lishi esa bosim oshishiga bog'liq bo'ladi. Atmosfera bosimida va yuqori bo'lmagan haroratda ammoniy karbamat hosil bo'lishi juda sekin kechadi. Bosim 10 MPa va harorat 150°C da esa juda tez sodir bo'ladi. Bunda ammoniy karbamatning karbamidga sintezi ham tezlashadi (3.9-rasm).



3.9-rasm. Ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasiga bosimning ta'siri.

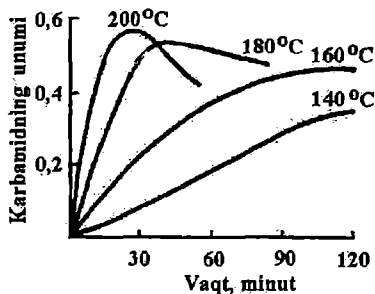
Karbamid suyuq fazada hosil bo'lishi sababli, jihoz (apparat) ni to'latish darajasi (to'latish zichligi) qanchalik yuqori bo'lsa, karbamid hosil bo'lishi ham tezlashadi (gaz fazasi kamroq bo'lgani ma'quldir).

Karbamid suyuqlangan ammoniy karbamatdan hosil bo'lsa-da, uning suyuqlanish haroratidan quyiroqda bo'ladi ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 152°C da suyuqlanadi). Chunki ammoniy karbamatdan ajralib chiqayotgan suv molekulasi 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 (3.10-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.

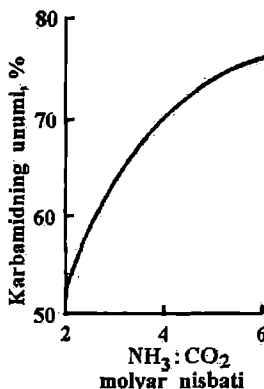


3.10-rasm. Ammoniy karbamat – karbamid sistemasi suyuqlanish diagrammasi.

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 (3.11-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.



3.11-rasm. Ammoniy karbamatdan karbamid ishlab chiqarish unumining haroratga bog‘liqlikdagi vaqt bo‘yicha o‘zgarishi.



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

Jarayonda CO₂ ning ortiqcha miqdori karbamid unumining ortishiga deyarli ta’sir etmaydi. Odatda karbamid ishlab chiqarishda ammiak sintezi jarayonlarida to‘planadigan karbonat angidrid xomashyo sifatida ishlatiladi. Bu xomashyo tarkibidagi H₂, CO, N₂, O₂ va boshqa qo‘shimchalar karbamid unumiga salbiy ta’sir etadi. Gazlar aralashmasi tarkibidagi CO₂ ning miqdori 98–99% dan 85–86% gacha pasayganda konversiya darajasi 65% dan 45% gacha pasayadi. Karbamid sintezi uchun ishlatiladigan gazlar aralashmasida ammiak miqdoringa ortib borishi karbamidning unumiga ijobiy ta’sir etadi (3.12-rasm). Ammiak miqdoringa belgilangan stexiometrik me’yordan ortiqcha bo‘lishi reaksiya

jarayonida hosil bo'ladigan suvni biriktirib, reaksiyon muvozanatini 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).

Karbamid ishlab chiqarish usullari. Karbamid sintezi natijasida suv, karbamid, ammoniy karbamat va ammoniy karbonatlar suyuqlanmasi va ortiqcha ammiak hosil bo'ladi. Ammoniy karbamati va karbonatlarini termik parchalash hamda ammiak va karbonat anhidridni ajratish uchun suyuqlanmani distillatsiya qilinadi. Olingan karbamidning suvli eritmasi qattiq mahsulotga aylantiriladi.

Ammiak va karbonat anhidridning karbamidga o'tishi muvofiq ravishda 50% va 70% dan oshmaydi. Shuning uchun karbamid ishlab chiqarish faqatgina sintez sharoitlari (harorat, bosim, $\text{NH}_3:\text{CO}_2$ nisbati) bilangina farqlanmay, balki suyuqlanma distillatsiyasi gazlari bo'lgan ammiak va karbonat anhidridni 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 kislotasi bilan absorbsiyalanadi.

Hozirgi zamon yuqori quvvatli takomillashgan karbamid ishlab chiqarish korxonalarida 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'lidan bormoqda.

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

Ammiak va karbonat anhidridni 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 ammiakni tutib qolinadi. Gazlar aralashmasi tarkibida qolgan CO₂ siklga qaytariladi. Absorbatni desorberda regeneratsiya qilinganda ammiak ajralib chiqadi va siklga qaytariladi. Absorbent sifatida monoetanolamin NH₂CH₂CH₂OH ishlatilganda esa distillatsiya gazi tarkibidagi CO₂ tutib qolinadi, ammiakni esa suyuqlantirilib siklga qaytariladi. Absorberdan chiqayotgan absorbatni qizdirish natijasida CO₂ ajratib olinadi va siklga qaytariladi. Regenerat esa yana absorberga qaytariladi.

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

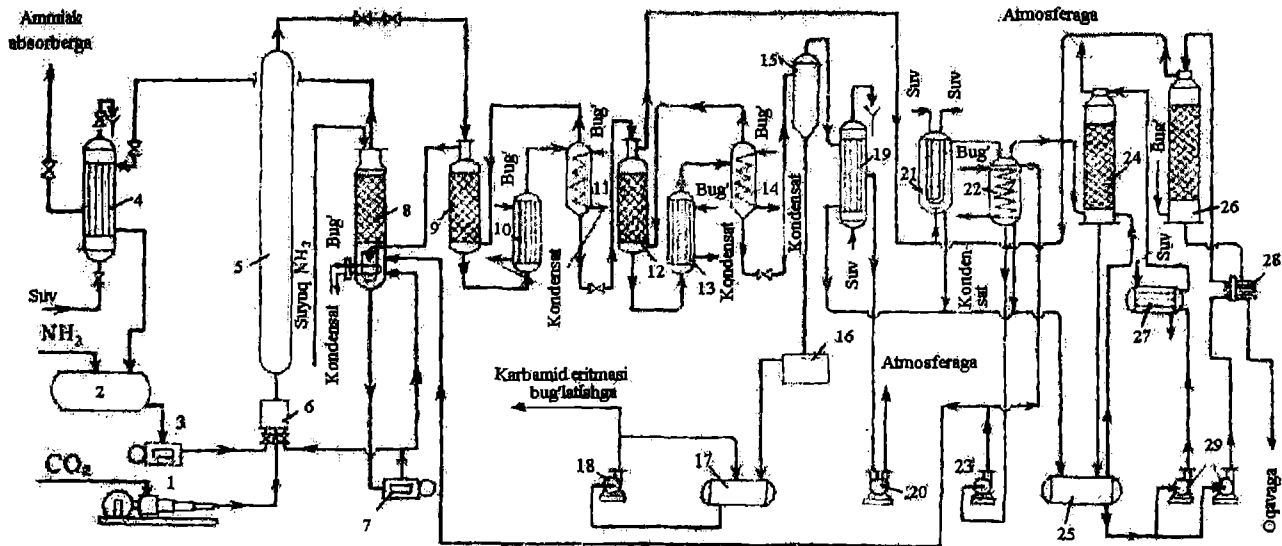
Eng takomillashgan usulda suyuqlanma distillatsiyasi, ya'ni ammoniy karbamatning parchalanishi va ammiakni haydash NH₃ va CO₂ muhitidagi sintez bosimi ostida amalga oshiriladi.

To'la suyuqlik resiklida karbamid sintezi. Suyuqlanmani ikki bosqichli distillatsiyasi va suyuqlik resikli karbamid sintezi texnologik sxemasining variantlaridan birini ko'rib chiqamiz (3.13-rasm).

Mexanik qo'shimchalar, vodorod sulfid, oltingugurtli organik birikmalardan tozalangan va quritilgan gaz holatidagi karbonat anhidrid CO₂ to'rt bosqichli kompressor (1) yordamida ~20 MPa bosimda va 95–100°C da aralashtirgich (6) ga yuboriladi (agar zarurat bo'lsa, bosqichlardan birida CO₂ vodorod qo'shimchasidan tozalanadi). Aralashtirgichga 20 MPa bosim ostida plunjerli nasos (3) yordamida suyuq ammiak (t≈90°C), plunjerli nasos (7) yordamida ammoniy karbonat tuzlarining eritmasi (t≈90°C) yuboriladi. Bu komponentlarni aralashtirish natijasida 175°C haroratda ammoniy karbamat hosil bo'la boshlaydi. So'ngra reaksiyon aralashma (molyar nisbati – NH₃:CO₂:H₂O = (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 karbamidgacha parchalanishi amalga oshiriladi.

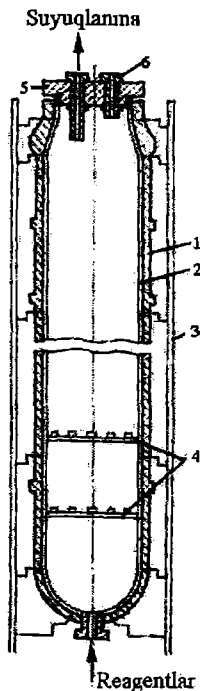
Karbamid sintezi kolonnasi (3.14-rasm) sferik taglikka ega bo'lgan silindrik jihoz (apparat) dan iborat bo'lib, u uglerodli legirlangan po'latdan tayyorlanadi.

Suyuqlanma to'qnashadigan ichki qismi xromnikelmolibdenli po'lat X17N16M3T yoki titan qoplama bilan himoyalangan bo'ladi. Ko'pqatlamli yuqori bosim (25–30 MPa) ga chidamli korpus qismi uglerodli po'latdan tayyorlanadi. Korroziyaga bardoshli titandan



3.13-rasm. Suyuqlik resiklida karbamid ishlab chiqarish sxemasi (sintez va suyuqlanish distillatsiyasi);

1 - CO_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-bosqich); 10 - 1-bosqich separatori; 11 - 1-bosqich rektifikatsiya kolonnasi (2-bosqich); 12 - 2-bosqich isitgichi; 13 - 2-bosqich separatori; 14 - 2-bosqich rektifikatsiya kolonnasi; 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 - sovutgich; 28 - issiqlik almashtirgich; 29 - markazdan qochma nasoslar.



3.14-rasm. Karbamid sintez kolonnasi:

1 – korpus; 2 – himoya qatlami; 3 – himoya qatlamining nazorat kollektori; 4 – panjara; 5 – qopqoq; 6 – termopara uchun shtutser.

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 kolonnaga ostidagi shtutserdan kiradi va yuqoridagi yassi qopqoqdagi shtutser tomon asta siljib boradi. Suyuqlanmani to‘laroq aralashtirish uchun kolonnaning quyi qismida panjarali to‘sqichlar 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 m^3 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 (3.13-rasm). Kolonnadan chiqayotgan karbamid suyuqlanmasining bosimi 20 MPa dan 1,8–2,0 MPa gacha pasayadi va distillatsiya agregati 1-bosqich rektifikatsiya kolonnasining yuqorisiga tushadi. 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% CO₂ va 3% atrofida H₂O) yuvuvchi 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 aralashtrigich (6) ga yuboriladi.

Gaz holatidagi ammiak 45–50°C haroratda kolonna (8) ning to'ldirgichli yuqori qismida CO₂ 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 H₂, N₂, O₂) absorbsiya sistemasida ammiak gazi qoldig'idan tozalanib, atmosfera bosimigacha pasaytiriladi va atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Distillatsiyaning 2-bosqichiga tushgan eritma 55–61% karbamid, 4–5% ammoniy karbamat, 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 tushadi. Separatorida gaz va suyuq fazalar ajratiladi.

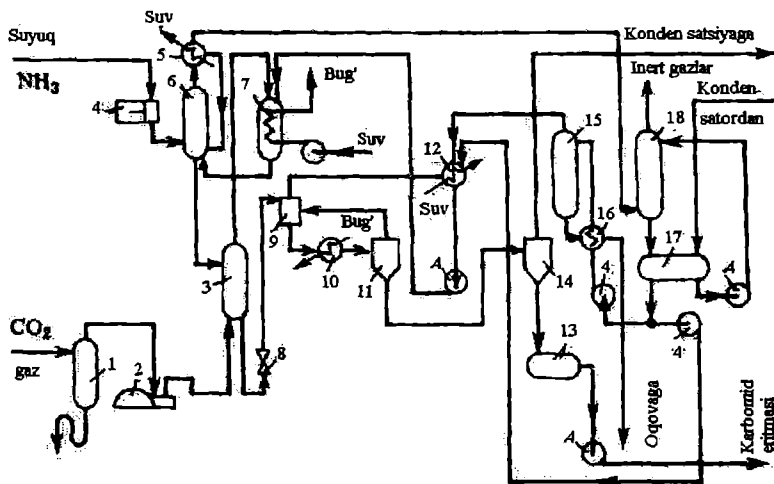
Distillatsiyaning 2-bosqichida ammoniy karbamat parchalanishi hamda ammiak va karbonat anhidrid haydalishi tugallanadi. Bunda qolgan 70–72% karbamid separator (14) dan drosellanadi (bosimi tushiriladi) va vakuum-bug'latgich (15) ga tushadi. Bu yerda 40 KPa bosimda va bug'latish natijasida harorat 90°C 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% NH_3 , 24–25% CO_2 va 20–21% H_2O tarkibli gaz faza kondensator (21) ga yuboriladi. Kondensator (21) hosil bo'lgan ammoniy karbonat tuzlarining kuchsiz eritmasi (33–50% NH_3 , 10–16% CO_2 va 35–55% H_2O) rezervuar (22) orqali nasos (23) yordamida yuvuvchi kolonna (8) ga yuboriladi. Kondensator (21) dan chiqadigan gaz faza va boshqa (tarkibida NH_3 va CO_2 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 , CO_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 oqavaga ketadi.

Keltirilgan sxemaning salbiy tomoni shundaki, unda ammoniy karbamatning karbamidga konversiya darajasi unchalik yuqori emas (62–65%), regeneratsiya sistemasi esa murakkab, sintez issiqligidan samarali foydalanish 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 CO_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 anhidrid va ammiak bilan amalga oshiriladi. Bu esa suyuqlanma distillatsiyasini pastroq haroratda olib borishga va karbamidning gidrolizlanishiga barham berilishiga olib keladi.

Stripping-jarayonlar variantlaridan biri Gollandiya firmasining «Stamikarbon» usuli bo'lib, unda karbamid sintezi 13 MPa bosim va 180–190°C haroratda reaktor – avtoklav (6) da (3.15-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 ($t \approx 170^\circ\text{C}$). Ta'sirlashuvchi aralashma avtoklavdan o'tish vaqtida (45–60 min) muvozanatga 90–95% erishiladi.



3.15-rasm. Stripping-jarayonda karbamid sintezi va suyuqlanma distillatsiyasining prinsipial sxemasi:

- 1,11,14 – separatorlar; 2 – kompressor; 3 – issiqlik almashtirgich – distillator; 4 – nasoslar; 5,7 – yuqori bosimli kondensatorlar; 6 – reaktor; 8 – drossel klapani; 9 – rektifikatsiya kolonnasi; 10 – isitgich; 12 – yuqori bosimli kondensator; 13,17 – idishlar; 15 – desorber; 16 – issiqlik almashtirgich; 18 – skrubber.

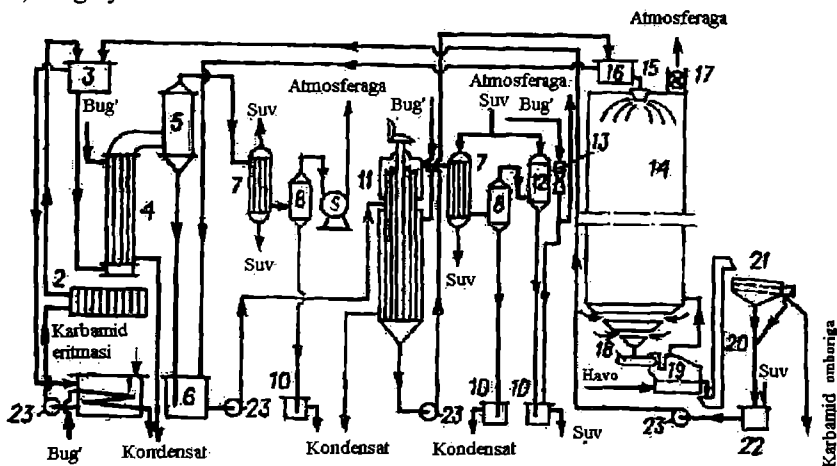
Reaktordan chiqayotgan suyuqlanma (13 MPa da) bug' bilan qizdirilgan (2,5 MPa da) CO₂ (unga korroziyaga qarshi havo qo'shiladi) bilan issiqlik almashtirgich – distillator (3) da distillanadi. Distillatordan chiqayotgan gazlar kondensator (7) ga yuboriladi. Bu yerda sintez bosimida ammoniy karbonat tuzlari 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) distillatsiyaning 2-bosqichiga yuboriladi. Bu bosqich ham xuddi 1-bosqichdagi kabi ishlaydi.

Karbamid eritmasidan tayyor mahsulot olish. Karbamid sintezi reaksiyasida 1 mol (NH₂)₂CO ga 1 mol H₂O, 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 (3.16-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.



3.16-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 sovutgich;
- 20 – elevator; 22 – chang va yirik donachalarni eritish baki; 23 – markazdan qochma nasos.

Birinchi bosqich qizdiruvchi kamera (4) va bug' separatori (5) dan iborat. Ikkinchi bosqich bug'latish jihozi esa rotor (11) turiga ega. Bunda vertikal bug'latish quvurida (bug' kuylagi ichida) 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 tushadi. Sochilayotgan tomchilar qarama-qarshi oqimli havo ta‘sirida donadorlanib quriydi. Donachalar 60–70°C dan 40–50°C haroratgacha «qaynovchi qatlam» jihozida sovutiladi. Donachalar o‘lchami 1–4 mm bo‘lgan mahsulot minora ichidagi yoki yonma-yon joylashgan ikki elakli elagichda ajratiladi va qoplariga joylanib omborga yuboriladi. O‘lchami 1 mm dan kichik va 4 mm dan katta bo‘lgan donachalar (yoki kukun) bak (22) da yig‘iladi. Ularni suvda eritilib siklga qaytariladi.

«Stamikarbon» stripping-jarayon usuli bo‘yicha 1 t karbamid ishlab chiqarish uchun 0,58 t NH₃ (100% li), 0,75 t CO₂ (100% li), 4,82 Gj bug‘, 65 m³ sovutuvchi suv va 480 Mj elektroenergiya sarf bo‘ladi.

4- §. Suyuq azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish

Suyuq azotli o‘g‘itlar. Suyuq azotli o‘g‘itlar sifatida suyultirilgan ammiak, ammiakli suv va ammoniy nitrat, ammoniy karbonat va boshqa komponentlarning suyuq yoki ammiakli suvdagi eritmaları ko‘rinishdagi suyuq amminlar (ammiakatlar) ishlatiladi. Shuningdek, ammiaksiz azot tutgan suvli eritmali moddalar – ammoniy nitrat, karbamid va boshqalar ham ishlatiladi. Suyuq o‘g‘itlar olishda ularning kristallanish (muzlash) haroratlarning past bo‘lishini, amminlar uchun esa – undagi azotning konsentratsiyasi yuqori bo‘lganda eritma ustidagi ammiak bug‘larining bosimi kam bo‘lishini ta‘minlanishi zarurdir. Suyuq azotli o‘g‘itlar o‘simliklarga xuddi qattiq o‘g‘itlardagi kabi o‘zlashsada, ularni ishlab chiqarish soddaligi va arzonligi bilan qattiq o‘g‘itlardan ustun turadi. Suyuq azotli o‘g‘itlarni ishlatish ularni yuklash, tushirish va tuproqqa solish ishlarini to‘la mexanizatsiyalash imkonini beradi, bu esa ozuqa moddalarni kam darajada yo‘qotilishiga olib keladi. Ularni tuproqqa solishda qattiq o‘g‘itlarga nisbatan mehnat 2–3 marta kam sarflanadi. Shu bilan birgalikda suyuq o‘g‘itlar tuproqda bir tekisda taqsimlanadi. Uchadigan ammiak tutmagan ayrim suyuq o‘g‘itlar bilan o‘simliklarni oziqlantirish uchun ularni samolyotda sepilishi yoki traktor mexanizmlari bilan purkalishi mumkin.

Suyuq ammiak va ammiakli suvning to‘g‘ridan-to‘g‘ri suyuq azotli o‘g‘it sifatida ishlatilishi azotli ishlab chiqarish korxonalarini

«qisqartirilgan» sxema bo'yicha – ammiakni nitrat kislota va ammoniy nitratga yoki karbamidga aylantirish sexlarisiz tezkorlik bilan qurish imkoniyatini yaratadi. Bunda energetik, transport va ombor xo'jaligi, yordamchi xizmatlar va uy-joy bo'yicha qurilish ishlarining hajmi qisqaradi.

Ishlatish xarajatlari ham anchagina kamayadi, xususan, o'g'it arzonlashadi, chunki ammiakda azot birligining tannarxi eng arzon qattiq o'g'it – ammiakli selitruga nisbatan taxminan 35% ga kamdir. Bundan tashqari, suyuq o'g'itlarda qattiq o'g'itlardagi yopishqoqlik, segregatsiya va boshqalar kabi yomon xususiyalar bo'lmaydi.

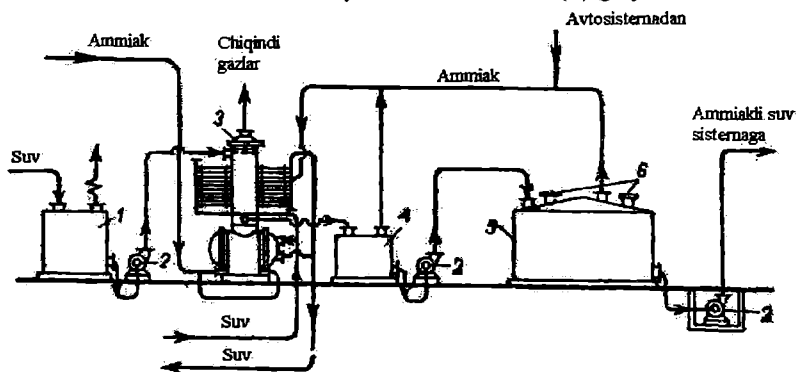
Yutuqlari bilan bir qatorda, suyuq o'g'itlarni ishlab chiqarish va ishlatishda ma'lum qiyinchilik va kamchiliklar mavjuddir. Suyuq o'g'itlar – tuzlarning suvli eritmalaridir, ularning yuqori konsentratsiyali eritmaları past haroratda tuzlar to'yinishi, kristallanishi mumkin. Nisbatan past konsentratsiyali eritmaları ishlatish esa ko'p miqdordagi erituvchi – suvni tashish lozimligiga olib keladi. Suyuq o'g'itlarni saqlash uchun katta hajmdagi rezervuarlar talab etiladi, chunki ular nisbatan qisqa vaqt mobaynida ishlab chiqariladi va ishlatiladi. Suyuq o'g'itlarning ishlatilishi iste'molchi yaqinidagi hududlarda taqsimlash markazlarini, tuproqqa o'g'it solish maxsus jihozlarini, shuningdek (temir yo'l va atomobil), sistemalar parkini tashkil etish uchun kapital mablag'lar talab etadi; o'g'it sifatida suvsiz ammiak ishlatilishida yuqori bosimga mo'ljallangan maxsus jihozlar talab etiladi.

Ayrim suyuq o'g'itlarning muhim kamchiligi ularning korroziyalash ta'sirining mavjudligidir. Bunday xususiyatli o'g'itlarga qora metallarga ta'siri bo'yicha yuqori korroziyalovchi xossaga ega bo'lgan ammoniy nitrat ammiakatlarining eritmaları kiradi. Ammoniy nitrat va kalsiy nitrat ammiakatlari aralashmasining eritmasi 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 bog'liqdir.

Suvli ammiakatlar va ayniqsa, suvsiz ammiak – azot yo'qotilishini oldini olish maqsadida tuproqqa 12–15 sm chuqurlikda solishni talab etadi. Ammiakatlar turidagi suyuq o'g'itlarni tuproq ustiga solish ga 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.

Suyuq azotli o'g'itlar ishlab chiqarish. 3.17-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, sistemalarga 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 sovituvchi suv yuradi, quvurlar orasidagi bo'shliqda ammiakning suvli eritmasi sirkulatsiyalanadi, uning qatlamlari orasidan gaz holatdagi ammiak barbotatlanadi. 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.



3.17-rasm. Ammiakli suv olish sxemasi:

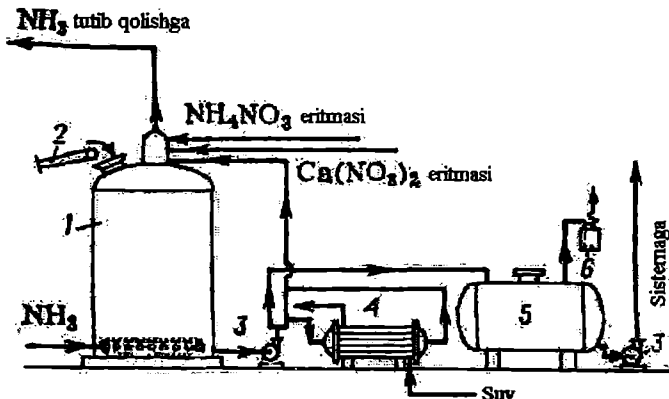
1,4 – yig'gichlar; 2 – markazdan qochma nasoslar; 3 – minora; 5 – ombor;
6 – saqlash klapanlari.

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.

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

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.



3.18-rasm. Ammiakatlar ishlab chiqarish sxemasi:

1 – reaktor; 2 – qattiq tuz kiritish uchun transportyor; 3 – markazdan qochma nasoslar; 4 – sovutgich; 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 tutgan 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, aluminiydan yoki plastik massadan tayyorlanishi kerak.

Karbamid va ammiakli selitraning suvli eritmalari (KAS eritmalari) – 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 eritmasidagi 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 130–145°C haroratdagi NH_4NO_3 ning 82–91% li eritmasi nasadkali quvurda uzluksiz aralashtiriladi. Eritma aralash-tirgichdan issiqlik almashtirgichga tushadi, u yerda 40°C gacha sovutiladi, so‘ngra unga korroziya 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‘lsada, maxsus qurilmali inshootlarni talab etadi.

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo‘llanilishi

Mavzularni o‘rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: azotli o‘g‘itlar va ularning turlariga oid **klasterlar tuzish**; ammoniy sulfat, ammiakli selitra, mochevina va suyuq azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini o‘rganishda **insert usulidan** foydalanish; o‘rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch soʻz va iboralar

- | | |
|--|---|
| 1. Ammoniy sulfat xossasi | 11. Ammiakli selitra xossalari |
| 2. Gipsdan ammoniy sulfat olish | 12. NIF jihozi |
| 3. Koks gazidan ammoniy sulfat olish | 13. Kombinatsiyalangan bugʻlatgich jihozi |
| 4. Ammoniy sulfat olishning saturatorli usuli | 14. Akustik donadorlagich |
| 5. Ammoniy sulfat olishning vakuum-bugʻlatgichli usuli | 15. Suyuq azotli oʻgʻitlar |
| 6. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish | 16. Suyuq azotli oʻgʻitlar xossalari |
| 7. Ammoniy sulfatni donadorlash | 17. Suyultirilgan ammiak |
| 8. Ammoniy sulfatni quritish | 18. Ammiakli suv |
| 9. Ammiakning olinishi | 19. KAS eritmali |
| 10. Nitrat kislotasi olinishi | 20. Aminlar |
| | 21. Ammiakatlar |

Nazorat uchun savollar

1. Ammoniy sulfatning xossalarini ayting.
2. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
3. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning saturatorli usulini tushuntiring.
4. Ammoniy sulfat ishlab chiqarishning vakuum-bugʻlatgichli usulini tushuntiring.
5. Kaprolaktam chiqindisidan ammoniy sulfat olish usulini tushuntiring.
6. Ammiakning olinishi va xossalarini ayting.
7. Nitrat kislotaning olinishi va xossalarini ayting.
8. Ammiakli selitranning xossalarini ayting.
9. Ammiakli selitra ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
10. NIF jihozining tuzilishini va ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Kombinatsiyalangan bugʻlatgich jihozining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
12. Akustik donadorlagichning tuzilishi va vazifasini tushuntiring.
13. Karbamidning xossalarini ayting.
14. Ammiak va karbonat angidrididan karbamid sintez qilishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
15. Karbamid qanday usullarda ishlab chiqariladi?
16. Toʻla suyuqlik resiklida karbamid sintezini tushuntiring.

17. Karbamid sintez kolonnasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
18. Stripping jarayonda karbamid sintezini tushuntiring.
19. Karbamid eritmasini donadorlangan mahsulotga aylantirish jarayonini tushuntiring.
20. Suyuq azotli o'g'itlar deganda nimani tushunasiz?
21. Suyuq azotli o'g'itlarning fizik-kimyoviy xossalari ayting.
22. Ammiakli suv ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
23. Ammiakatlar ishlab chiqarish usulini tushuntiring

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. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
4. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
5. Исмаатов А.А., Отақўзиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
6. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: «Химия», 1989. 219–263. С.

IV bob

**FOSFORLI O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRARISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

1- §. Fosforning kislorodli birikmalari

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

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

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



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

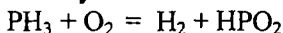
Gipofosfit kislota uning tuzlari – gipofosfitlar (konsentrlangan ishqor eritmalarini fosfor bilan qo‘shib qizdirish orqali olingan mahsulot) ga mineral kislotalarni ta’sir ettirib hosil qilinadi.

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°C haroratda 80% ga yetadi.

Toza fosfit kislota – rangsiz kristall (21°C dagi zichligi 1,65 g/sm³) bo‘lib, havoda tutaydi, 40,1°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi.

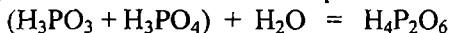
Fosfit kislota qizdirilganda fosfat kislota va uning (PH_3 gacha) qaytarilgan mahsulotlari hosil bo‘lishi bilan parchalanadi. Uning oksidlanishi natijasida to‘la fosfat kislota aylanadi. Bunda u qaytaruvchi bo‘lib, lekin undagi qaytaruvchilik xossasi gipofosfit kislota nisbatan kuchsiz ifodalangan bo‘ladi.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

Metafosfit kislota HPO_2 yoki $P_2O_3 \cdot H_2O$ fosfit anhidridga stexiometrik nisbatdagi suv ta’sir ettirish yoki vakuum sharoitida fosfinni chala oksidlanishi natijasida mayda kristallar ko‘rinishida hosil qilinadi:



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

Gipofosfat kislota H_2PO_3 yoki $H_4P_2O_6$ 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 $H_4P_2O_6$ parchalanib, H_3PO_3 va H_3PO_4 ga aylanadi. Gipofosfat kislota suvsiz va digidrat holatidagi kristallar hosil qiladi. Suvsiz $H_4P_2O_6$ – oq kristall modda bo‘lib, 70°C da suyuqlanadi va suvda yaxshi eriydi. Digidrat $H_4P_2O_6 \cdot 2H_2O$ esa 62–62,5°C da suyuqlanadi. Qattiq holatdagi gipofosfit kislota xona haroratida sekinlik bilan parchalanib, fosfor kislotalarining aralashmasini hosil qiladi. Uning suvli eritmali esa hattoki qizdirilganda va

qaynatilganda ham ancha vaqtgacha barqaror bo'лади. $H_4P_2O_6$ 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'лади: $K_1 = 6 \cdot 10^{-3}$; $K_2 = 1,5 \cdot 10^{-3}$; $K_3 = 5,4 \cdot 10^{-8}$; $K_4 = 0,93 \cdot 10^{-10}$.

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.

2- §. Fosfat kislotasi va uning xossalari

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.

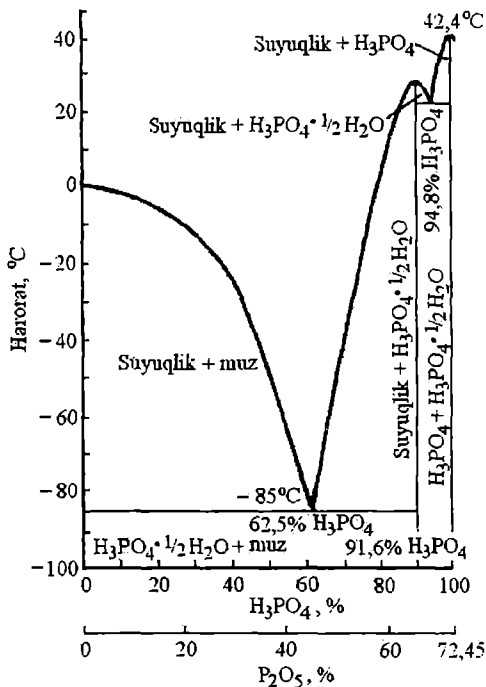
Odatda uni quyuq, moysimon suyuqlik holatida olinadi, undan sovutish orqali kristall mahsulot ajratib olinadi. Ko'p hollarda kristallanish faqatgina kristallantiruvchi qo'shimcha (zatravka) qo'shilgandagina amalga oshadi. Buni fosfat kislotaning $-121^\circ C$ gacha qayta sovutish orqali suyuqlikning shishasimon holatga o'tishiga va $13^\circ C$ gacha sovutish 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 eritmalarni 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 (4.1-rasm). $H_3PO_4 - H_2O$ sistemasining holat diagrammasidan ham H_3PO_4 va $H_3PO_4 \cdot 0,5H_2O$, shuningdek, kristallogidratdan evtetikalarning hosil bo'lish sharoitini ko'rish mumkin.

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

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

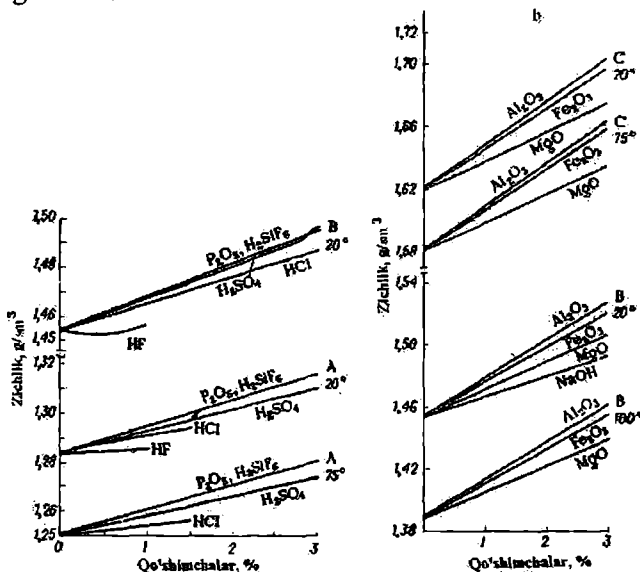


4.1-rasm. H₃PO₄ – H₂O sistemasining holat diagrammasi.

Qo'shimcha anionlar ishtirokida fosfat kislota suvli eritmalarining zichligi ortadi (4.2-rasm, a), ammo kislotadagi P₂O₅ miqdorining ekvivalent ortishiga nisbatan sezilarsiz darajada bo'ladi. Tarkibida 30 va 43% P₂O₅ bo'lgan boshlang'ich kislotaga 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 P₂O₅ kiritilgandagi kabi), unga H₂SiF₆ kiritilganda kuzatiladi.

Tarkibida ma'lum miqdorda sulfat kislota bo'lgan fosfat kislota eritmasining zichligi undagi Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, NaOH va KOH kabi

qo'shimchalarning ko'payishi bilan ortadi (4.2-rasm, b). Eritma zichligining ortishiga Al_2O_3 va Fe_2O_3 larning ishtiroki sezilarli darajada, ishqoriy metall ionlari esa sezilarsiz darajada ta'sir ko'rsatadi. Masalan, fosfat kislotasi eritmasi (45% P_2O_5) da Fe_2O_3 ning miqdori 3,25% gacha ortishi bilan, eritmaning 20°C dagi zichligi 1,442 dan 1,556 g/sm^3 gacha, 70°C da esa – 1,410 dan 1,524 g/sm^3 gacha ortadi. Tarkibidagi SO_4^{2-} miqdori (Fe_2O_3 miqdoriga taqqoslanganda) ikki marta oshirilgan fosfat kislotasi eritmasining zichligi taxminan shunday kattalikka ortadi. Tarkibiga 7% gacha sulfat-ionining kirishi fosfat kislotasi eritmasining zichligini 20°C da 1,442 dan 1,532 g/sm^3 gacha, 70°C da esa – 1,410 dan 1,496 g/sm^3 gacha o'zgartiradi.



4.2-rasm. Kislotalar (a), oksidlar va ishqorlar (b) ishtirokida fosfat kislotasi eritmalari zichligining o'zgarishi.

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

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

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

$$\rho = (0,7972 + 0,01472x) - (3,3 \cdot 10^{-4} + 8,0 \cdot 10^{-6}x)y \quad (4.1)$$

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

$$\rho = (0,7102 + 0,01617x) - (11,7 \cdot 10^{-4} - 6,0 \cdot 10^{-6}x)t \quad (4.2)$$

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

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

$$\rho = A - B \cdot t \quad (4.3)$$

A va B kattaliklar qiymatlari quyida keltirilgan:

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

Qo'shimchalar ishtirokida fosfat kislota eritmalarining qovushqoqligi ham kislota qo'shiladigan anion yoki kationning tabiatiga bog'liq holda ortadi (4.3-rasm). Kislota 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.

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

$$\eta = A + 10^{B+Cx} \quad (4.4)$$

Bu yerda, x – kislota konsentratsiyasi, % P_2O_5 ;

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

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

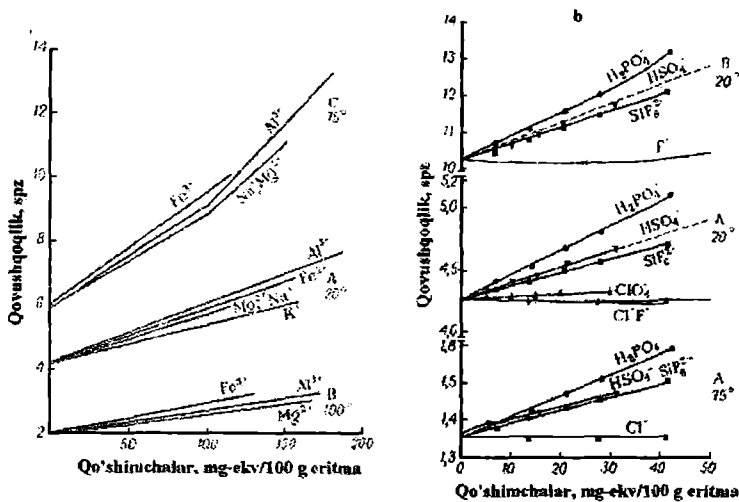
$$B = -1,015t \quad (t = 47 - 63^\circ C \text{ da});$$

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

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

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

$$\lg P = -\frac{A}{T} + B \quad (4.5)$$



4.3-rasm. Kationlar (a) va anionlar (b) ishtirokida fosfat kislotali eritmalar qovushqoqligining o'zgarishi.

Boshlang'ich kislotada: A – 30% P₂O₅ va 2% H₂SO₄; B – 43% P₂O₅ va 3% H₂SO₄; C – 54% P₂O₅ va 4% H₂SO₄ bo'ladi.

bu tenglamadagi A va B koeffitsiyentlar qiymatlari quyida keltirilgan:

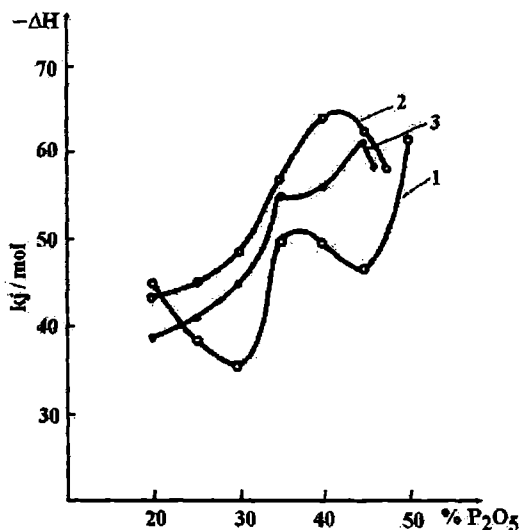
P ₂ O ₅ , %	20	25	30	35	40	45	50
A	2343,5	1987,1	1841,1	2600	2591,4	2453,4	3210,2
B	9,0989	8,0894	7,5166	9,7610	9,6721	9,1226	11,2839

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

$$\Delta H = -2,3 \cdot R \cdot \text{tg} \alpha \quad (4.6)$$

Fosfat kislotasi eritmasi konsentratsiyasining ortishi bilan bug'lanish issiqligi ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda o'zgaradi (4.4-rasm). Xuddi shunday konsentratsiyadagi fosfat kislotasi eritmasiga MgSO₄·7H₂O qo'shimchasi (uning miqdori ham kislotasi konsentratsiyasi

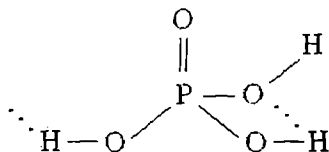
ortishi bilan ekvivalent suratta ortadi) ning kiritilishi natijasida bug‘lanish issiqligi keskin ravishda ortadi. Bu holatni eritmaning to‘yinishi bilan izohlanishi mumkin. Lekin doimo kislotadagi qo‘shimchalarning tarkibi va miqdorining ortishi bug‘lanish issiqligining ortishiga sabab bo‘ladi deb tushunish 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 molekulari orasidagi kimyoviy va fizik-kimyoviy ta‘sirlashuv jarayonlari orqali izohlanishi mumkin.



4.4-rasm. Fosfat kislotali eritmalan bug‘lanish issiqligining eritma konsentratsiyasiga bog‘liqligi:

- 1 – H_3PO_4, H_2O ; 2 – $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, H_2O$;
 3 – $H_3PO_4, MgSO_4 \cdot 7H_2O, NH_4NO_3, H_2O$.

Kimyoviy xossalari. Fosfat kislota va uning kristallogidratlari vodorod bog‘lanish orqali bog‘langan tetraedrik tuzilishli PO_4 guruhdan tarkib topgan bo‘ladi (4.5-rasm).



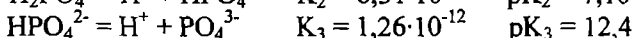
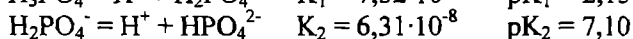
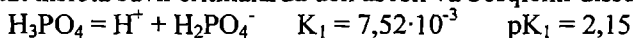
4.5-rasm. Suvsiz ortofosfat kislotaning tuzilishi.

Bu struktura H_3PO_4 konsentrlangan eritmasi qiyomsimon holatining tuzilishini ifodalaydi. Tarkibida 50% dan H_3PO_4 bo'lgan eritmalarda fosfat anionlari bir-biriga birikishiga nisbatan suv bilan osonlikcha birikadi. Fosfat kislota 350–450°C dan yuqori haroratda kuchsiz oksidlovchi hisoblanadi. Suyuqlantirilgan holatda u sezilarli darajadagi elektr o'tkazuvchanligiga ega. Bunda:



jarayon so'dir bo'lishi ehtimoldan holi emas.

Fosfat kislota suvli eritmalarda uch asosli va bosqichli dissotsilanadi:



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

$$-\lg K_1 = 799,31/T - 0,013486T - 4,5535 \quad (4.7)$$

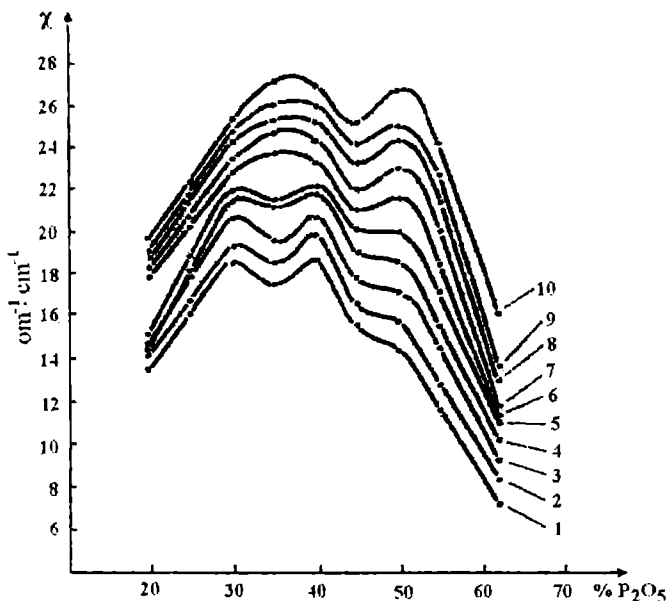
0–50°C haroratda ikkinchi bosqich dissotsiatsiya konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha ifodalanadi:

$$-\lg K_2 = 2073,0/T - 0,020912T - 5,9884 \quad (4.8)$$

bu yerda, T – harorat, °K.

Fosfat kislotaning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash orqali ham bu kattalikning uning konsentratsiyasiga ekstremal (maksimum va minimumli) ravishda bog'liqligini kuzatish mumkin (4.6-rasm). 25–45°C da fosfat kislotaning konsentratsiyasi 30% P_2O_5 ga yetganda uning elektr o'tkazuvchanligi eng yuqori qiymatga erishadi (4.6-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% P₂O₅ konsentratsiyali eritma tomonga siljishini, haroratning ko'tarilishi natijasida moddalar eruvchanligining (yanada to'g'rirog'i dissotsilanishining) ortishi orqali izohlanishi mumkin.

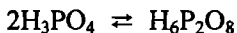


4.6-rasm. Fosfat kislotasi eritmasining elektr o'tkazuvchanligining harorat bo'yicha konsentratsiyaga bog'liqligi:

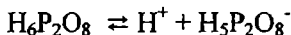
1 – 25°C	2 – 30°C	3 – 35°C	4 – 40°C	5 – 45°C
6 – 50°C	7 – 55°C	8 – 60°C	9 – 65°C	10 – 70°C.

Tarkibida 6,5% dan ko'p P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotaning bir qismi monomer H₃PO₄ ga nisbatan kuchli kislotali xossaga ega bo'lgan dimer H₆P₂O₆ ni hosil qiladi. 10 M (~36% P₂O₅) H₃PO₄ eritmasi tarkibida (g-ion/l hisobida): 3,755 H⁺, 0,0598 H₂PO₄⁻, 3,6955 H₃P₂O₈⁻ va (mol/l hisobida): 0,6393 H₃PO₄ va 0,9549 H₆P₂O₆ bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, monomerning dissotsilanishidan hosil bo'lgan vodorod ionining miqdori uning umumiy miqdoriga nisbatan atigi ~1,6% ini tashkil etadi (buni H₂PO₄⁻ va H⁺ miqdorlarini solishtirish orqali anglab olish qiyin emas).

Demak, eritmadagi ionlarning o‘zaro birikib, H_3PO_4 molekularlari hosil bo‘lishi bilan bir vaqtda monomerning dimerga aylanish jarayoni ham sodir bo‘ladi:



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



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

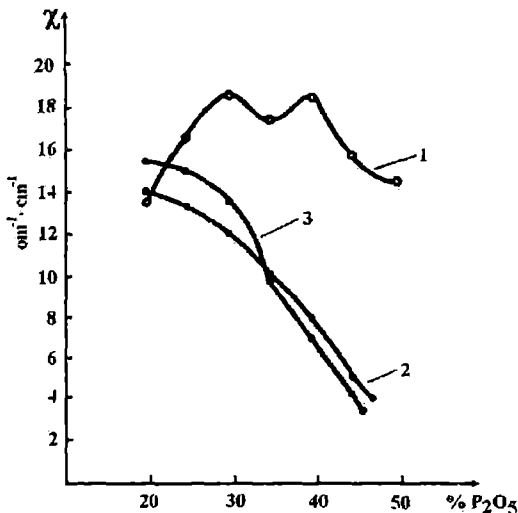
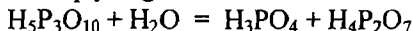
Eritma konsentratsiyasining 50–52% P_2O_5 dan yanada ko‘tarilishi eritmaning ionlarga to‘yinishi hisobiga elektr o‘tkazuvchanlikning pasayishiga olib keladi. 25–45°C haroratli eritmada bu jarayon bir tekisda kechmaydi, chunki fosfat kislota eritmasining to‘yinishi hisobiga nafaqat dimerlanish, balki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

Fosfat kislota eritmasiga suvda eriydigan boshqa komponentlarning kiritilishi hisobiga uning elektr o‘tkazuvchanligining keskin kamayishini kuzatish mumkin (4.7–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.

Yuqorida tanishib o‘tilgan xususiyatlar fosfat kislotalarning boshqa mineral kislotalardan o‘ziga xos xossasi bilan ajralib turishini ko‘rsatadi va uning bu xossalari fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik parametrlari tanlashda e‘tiborga olinadi.

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

Fosfat anhidridning gidratlanishini quyidagicha tasavvur etish mumkin: dastlab tetrametafosfat kislotasi (HPO_3)₄ yoki $\text{H}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$ ga, so'ngra tetrapolifosfat kislotaga aylanadi; keyingi gidratlanish jarayonlarida ortofosfat va tripolifosfat kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi. Tripolifosfat kislotaning gidratlanishi quyidagicha bo'ladi:



4.7-rasm. Fosfat kislotali eritmalar elektr o'tkazuvchanligining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi:

- 1) $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$; 2) $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}\text{-H}_2\text{O}$;
- 3) $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$.

Nihoyat pirofosfat kislotasi suvni biriktirib olib, gidratatsiyaning oxirgi mahsuloti – ortofosfat kislotaga aylanadi.

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



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



Gidratatsiya jarayoni siklik metafosfat kislotasi hosil bo'lishi bilan tugaydi.

Tarkibida ~68,7% gacha P_2O_5 bo'lgan eritmada asosan suv va ortofosfat kislotasi bo'ladi. Pirofosfat kislotaning dastlabki sezilarli miqdorlarini tarkibida 68,8% P_2O_5 , ya'ni mol nisbati $H_2O:P_2O_5 = \sim 3,6$ ga teng bo'lgan eritmadan aniqlash mumkin. 100% li suyuq ortofosfat 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 eritmalarida ham pirofosfat va hattoki, polifosfat kislotalarini ham bo'lishini ta'minlaydi. Shuning uchun yuqori konsentratsiyali kislotalarni ortofosfat holatida saqlash uchun:



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

72,4% P_2O_5 dan katta konsentratsiyali fosfat kislotasi 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.

Fosfor – tabiatda keng tarqalgan elementdir. Uning yer qobig'idagi miqdori og'irlik bo'yicha 0,08–0,12% ni yoki yer qobig'idagi atomlarning umumiy soni bo'yicha ~0,07% ni tashkil qiladi.

Elementar fosfor va uning oksidlari yuqori kimyoviy aktivlikka ega bo'lganligi sababli u yer qobig'ida kimyoviy barqaror, suvda va tuproq eritmalarida erimaydigan minerallar shaklida bo'ladi. Bu minerallar tarqoq va ba'zan esa yirik to'planishlar tarzida uchraydi.

Priyanishnikov ma'lumotlariga ko'ra, 20 sm chuqurlikkacha 1 ga tuproqdagi fosforning zaxirasi 300 dan 6000 kg gachani tashkil etadi.

3- §. 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 (4.1-jadval).

Apatit guruhi fosfatlarining tarkibi

4.1-jadval

Minerallar	Miqdori, %			
	P_2O_5	CaO	F(Cl)	CO_2
Fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	42,24	55,58	3,77	–
Xlorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$	40,91	55,72	6,81	–
Gidroksilapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	42,40	55,88	–	–
Karbonatapatit $\text{Ca}_{10}\text{P}_5\text{CO}_{23}(\text{OH})_3$	35,97	56,79	–	4,46
Frankolit $\text{Ca}_{10}\text{P}_{5,2}\text{C}_{0,8}\text{O}_{23,2}\text{F}_{1,8}\text{OH}$	37,14	56,46	3,44	3,54
Kurskit $\text{Ca}_{10}\text{P}_{4,8}\text{C}_{1,2}\text{O}_{22,8}\text{F}_2(\text{OH})_{1,2}$	34,52	56,86	3,85	5,35

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

Apatitdagi kalsiyning bir qismi Sr, Ba, Mg, Mn, Fe, shuningdek, uch valentli nodir elementlarning ishqoriy metallar bilan birgalikdagi atomlari bilan almashgan holatda bo'ladi. Apatitning kristall panjarasida kalsiyga nisbatan katta atom massaga ega bo'lgan kationlarning kirishi mineraldagi P_2O_5 miqdorining, masalan, fluorapatit $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ dagiga nisbatan kamayishiga olib keladi. Masalan, mineralda o'rtacha 2,7% SrO va 1,5% nodir elementlar oksidlarining yig'indisi bo'lsa (nodir elementlarning o'rtacha atom massasi 160), undagi P_2O_5 miqdori toza apatitdagi 42,2% o'rniga 40,7% bo'ladi.

Boshqa apatit minerallari fluorning o'rnini OH, xlor olishi yoki fosfor o'rnini uglerod olishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar sifatida qaralishi mumkin.

Fosfor kalsiy fosfatlaridan tashqari boshqa minerallar tarkibiga ham kiradi. Ulardan eng muhimlari amblygonit $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$, biryuz $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, vavellit $4\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, vagnerit $\text{Mg}_2\text{PO}_4\text{F}$, varissit $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, vivianit $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, ksenotim YPO_4 , libetenit $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, litiofilit $\text{Li}(\text{Mn,Fe})\text{PO}_4$, monatsit $(\text{Ce,La,Dy})\text{PO}_4$,

otetit $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, piromorfit $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, triplit $(\text{Mn},\text{Fe})_2\text{PO}_4\text{F}$, trifilit $\text{Li}(\text{Fe},\text{Mn})\text{PO}_4$ va boshqalar hisoblanadi.

Bu minerallardan ayrimlari nodir elementlar, uran va boshqalar olishning manbaasi bo'lib xizmat qiladi, bunday qayta ishlashda hosil qilinadigan fosfor birikmalari esa qo'shimcha mahsulot hisoblanadi.

Fosfatli xomashyolarni boyitish. Fosfatli rudalardan tarkibida fosfor tutgan minerallarni va bekorchi 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 tutgan turlicha kattalikdagi donachalar tuproq, qum kabi bekorchi jinslar bilan aralashgan holda bo'ladi. Tuproq va qum singari bekorchi 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, Qoratog' yoki Qizilqum fosforitlari) ham turli darajada yiriklikdagi zarrachalarda fosfat minerallarining 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 tutgan ~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 kon rudalari to‘g‘ridan-to‘g‘ri boyitilmasdan ishlatiladi, past navli rudalar esa navlarga ajratish va yuvish orqali boyitiladi.

Respublikamizda ilgarilari Qozog‘iston Respublikasidan olinadigan Qoratog‘ fosforit konsentratlari ishlatib kelingan bo‘lsa, hozirgi paytda Qizilqum fosforit konsentratlari ishlatilmoqda. 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 ega.

Fosforitlarni boyitish kombinatlarida yuqori sifatli rudani quruq maydalash yo‘li bilan, shuningdek, kambag‘al fosforitli rudani boyitish orqali kislotali qayta ishlash uchun ishlatiladigan 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, fosforitlarni boyitish – ma‘lum miqdordagi xomashyo yo‘qotilishi bilan bog‘liq qimmatbaho jarayondir. Flotatsiyali konsentratdagi 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.

Yuqori magniyli fosfatlar. Fosfatli va kremniy-fosfatli Qoratog' xomashyosi havzalaridan eng muhimlari Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv va Ko'kjon konlari hisoblanadi (4.2-jadval).

Qoratog' havzasining fosfatli va kremniy-fosfatli xomashyolari

4.2-jadval

Ruda	Tarkibi, % hisobida					Konlari
	P ₂ O ₅	SiO ₂	R ₂ O ₃	CO ₂	MgO	
Yuqori sifatli: kam magniyli	29-32	5-12	2-3	0-5	0-2	Janitas, Ko'ksuv
magniyli yuqori	29-32	5-12	2-3	5-7	2-2,5	Janitas
magniyli	23-30	5-12	2-3	7-8	2,5-4,0	Ko'kjon
Karbonat saqlagan 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	2-3	Cho'loqtog', Janitas, Ko'kjon
Kremniyli xomashyo	2-5	65-90	1,5-2	3,5-7,5	0-2	Cho'loqtog', Oqsoy, Janitas, Ko'ksuv

Mikroskopik kuzatuvlar va kimyoviy tahlillar o'tkazilib, Qoratog' fosforitining maydalanish darajasiga (sinfiga) bog'liq ravishda tarkibidagi flor va boshqa komponentlar miqdorining o'zgarishi aniqlangan.

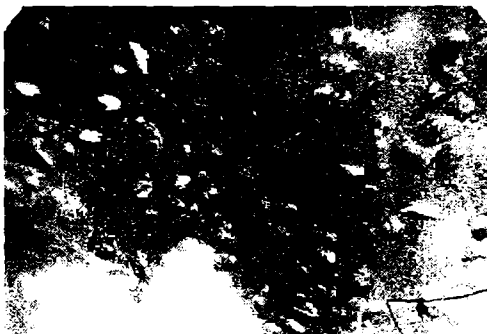
Mikroskop MIN-5 yordamida kuzatish natijasida shu ma'lum bo'ldiki, Qoratog' fosforiti tiniq bo'lmagan yoy qirrali mayda kristallar siniqlaridan iborat bo'lib, turli ranglarga egadir, ya'ni: kulrang, yorqin sariq va toki jigarrangacha bo'ladi. 50 dan 356 mikrongacha bo'lgan

fraksiyalarda amorf va quyqa holdagi zarrachalar uchramaydi. Ularning yuza tuzilishi bir xil bo'lib, mayda teshiklar va darz ketgan yoriqchalar kuzatilmaydi.

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 (4.8-rasm) va apatit konsentrati (4.9-rasm) kristallarining (90 marta kattalashtirilgan) mikrosurati quyidagi tasvirlarda ko'rsatilgan.



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



4.9-rasm. Apatit konsentrati zarrachalarining mikrosurati.

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 $(MgO/P_2O_5) \times 100$ qiymati kamayib boradi. Bunday qiymatlar 4.3-jadvalda keltirilgan.

Fosforit zarrachalari diametriga nisbatan $\frac{MgO}{P_2O_5} \times 100$ qiymatining o'zgarishi

4.3-jadval

Namunalar nomi		Zarrachalarning o'rtacha diametri, mkm				
		25	80	130	180	250
$\frac{MgO}{P_2O_5} \times 100$	Boyitilgan Qoratog' Fosforiti (flotokonsentrat)	5,4	5,6	9,0	8,0	10,3
	Fosforit uni	–	10,2	8,2	7,1	5,4

Demak, birlamchi xomashyoni flotatsiyalanganidan so'ng, u sulfat kislotali qayta ishlovga muvofiq keladigan fosforit uni hisoblanadi. Chunki, flotatsiyalanish jarayonida mayda zarrachalardan hosil bo'ladi va magniyning fosfat anhidridiga nisbati kamayadi (4.4-jadval).

Fosforit uni va Qoratog' flotokonsentratining solishtirma ma'lumotlari

4.4-jadval

T/r	Namunalarning nomi va zarrachalar o'lchami, mkm	Komponentlar miqdori, % hisobida			
		P ₂ O ₅	CaO	MgO	SiO ₂
1.	Fosforit uni				
	50	23,15	40,42	2,45	15,89
	50–63	23,92	38,59	2,45	15,88
	63–100	24,35	40,74	2,00	16,37
	100–160	26,58	41,31	1,90	15,87
	160–200	26,54	40,70	–	–
	200–315	26,20	39,56	1,42	19,29
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	43,07	1,60	16,26
	100–160	27,11	40,98	2,45	15,17
	160–200	24,86	40,17	2,09	16,82
	200–315	22,90	38,02	2,36	20,64

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

Fosforitni ekstraksiya fosfat kislotaga 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 magniyli fosforitlarning sulfat kislotaga ishlov berish usullarini yaratish va ishlab chiqarishga joriy qilish ruda tayyorlash va uni qayta ishlash jarayonlarining unumdorligini oshirishiga olib keladi.

Xomashyo sifatiga bog'liq ravishda komponentlarning miqdoriy o'zgarishi va zarrachalarning maydalanish darajasi xomashyoni kislotaga qayta ishlash texnologik sharoitlarini belgilaydi. Shu maqsadda fosforitning maydalanish darajasiga bog'liq ravishda kimyoviy va tuzlar tarkibi o'rganilgan. Buning uchun Qoratog' havzasidagi Ko'kjon konidan 2 xil namuna olingan. 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 bo'lgan. Namunalarni teshiklari turlicha o'lchamda bo'lgan elaklardan o'tkazilgan va kimyoviy tarkibi aniqlangan.

Elash jarayoni DAST 3584-73 bo'yicha amalga oshirildi. 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 fluorekson indikator yordamida trilonometrik usulda aniqlangan; CaO – permanganometrik, MgO esa – gravimetrik usullarda qayta tekshirilgan; aluminiy va temir oksidlari (R_2O_3) miqdorlarining yig'indisi esa gravimetrik usulda, temir (Fe_2O_3) – kompleksometrik usulda, ftorni (bug'siz) haydash va distillash orqali hajmiy usulda aniqlangan; ftor miqdorini ftorselektiv elektrodli ionomer (EV-74) yordamida qayta tekshirilgan; CO_2 miqdorini VTI-2 qurilmasida hajmiy usulda, erimaydigan qoldiq (kvars, silikat kislotaga va undagi aluminiy, titan, temir) gravimetrik usulda va suv esa 100-110°C haroratda quritilishidan yo'qotilgan og'irlikni o'lchash orqali aniqlangan.

Shunday qilib, xomashyolarning kimyoviy tarkibi turli usullar yordamida 3–4 qaytadan aniqlanadi. Natijalar 4.5- va 4.6-jadvallarda ko'rsatilgan.

Fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi va turli darajada maydalangan zarrachalar miqdori

4.5-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
<i>Nº 1 namuna</i> (standartga muvofiq keladi)	6,0	4,5	21,0	10,5	58,0
<i>Nº 2 namuna</i> (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	erimaydigan qoldiq
<i>Nº 1 namuna</i>	24,75	41,57	3,40	2,04	0,82	9,04	2,65	11,65
<i>Nº 2 namuna</i>	24,53	41,76	3,50	1,92	0,86	9,23	3,75	10,46

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 bilangina emas, balki ftorid, karbonat va boshqa anionlar bilan ham bog'langandir.

Ko'kjon fosforitining aniqroq tavsifini o'rganish uchun undagi tuzlar tarkibi aniqlangan. Fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibidan kelib chiqqan holda eng muhim tuzlar miqdorini statik usul bilan ishlab chiqilgan (4.7-jadval). Tuzlar hisobini jadvalda ko'rsatilgan tartibda olib borilgan.

Maydalanish sinfi bo'yicha fosforit xomashyosining kimyoviy tarkibi

4.6-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
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>№ 1 namuna</i>								
200 dan yirik	27,05	41,25	2,95	1,24	0,75	6,71	3,27	9,00
200-160	25,26	41,22	3,15	1,34	0,83	8,53	2,95	8,57
160-100	25,22	41,25	3,42	1,40	0,40	9,45	2,57	8,15
100-70	24,84	41,24	3,85	1,85	0,91	9,85	2,50	8,76
70-0	26,05	41,22	5,53	1,88	1,01	9,00	2,42	8,39
<i>№ 2 namuna</i>								
200 dan yirik	27,21	41,85	3,10	1,10	0,76	6,96	3,26	7,88
200-160	25,40	41,20	3,37	1,24	0,80	9,06	2,82	8,87
160-100	26,07	41,43	3,76	1,28	0,85	9,82	2,57	8,34
100-70	26,11	41,42	3,75	1,56	0,89	10,14	2,51	5,92
70-0	26,18	41,42	3,60	1,76	1,04	9,86	2,51	7,99

Fosforitdagi eng muhim tuzlar tarkibi

4.7-jadval

Namuna nomi va zarracha o'lchami, mkm	Komponentlar miqdori (%), shu jumladan bog'langan								
	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F ga			CaF ₂ ga		MgCO ₃ ga		CaCO ₃ ga	
	P ₂ O ₅	CaO	F	CaO	F	MgO	CO ₂	CaO	CO ₂
<i>№ 1 namuna</i>									
>200	27,05	35,17	2,38	1,30	0,89	2,95	3,24	4,61	3,47
200-160	25,26	32,84	2,22	1,06	0,73	3,15	3,46	6,59	5,07
160-100	25,22	32,79	2,22	0,51	0,35	3,42	3,76	7,39	5,69
100-70	24,84	32,29	2,19	0,46	0,31	3,85	4,23	7,30	5,62
70-0	26,05	33,87	2,29	0,19	0,13	3,53	3,88	6,65	5,12
<i>№ 2 namuna</i>									
>200	27,21	35,37	2,39	1,28	0,87	3,10	3,41	4,61	3,55
200-160	25,40	33,02	2,24	0,85	0,58	3,37	3,70	6,96	5,36
160-100	26,07	33,89	2,29	0,41	0,28	3,76	4,14	7,38	5,68
100-70	26,11	33,94	2,30	0,31	0,21	3,75	4,12	7,82	6,02
70-0	26,18	34,03	2,30	0,31	0,21	3,60	3,96	7,54	5,80

Turli fraksiyalarning kimyoviy tarkibini o'rganish shuni ko'rsatadiki, zarracha o'lchami sinflariga bog'liq ravishda komponentlarning tarkibi ma'lum qonuniyat bilan o'zgarar ekan. O'lchami 200–160 mkm va 200 mkm dan yirik zarrachalar sinfida erimaydigan qoldiq va ftor miqdorlarining eng ko'p darajada bo'lishi kuzatiladi. Zarrachalarning maydalanish darajasi ortib borgan sari undagi erimaydigan qoldiq va ftorning 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 birikmalarning kristall panjaralari esa ularga nisbatan kamroq solishtirma energiyasiga ega bo'lib, osonroq maydalanadi va xomashyoning maydalanish darajasi ortgan sayin karbonatlarning miqdori ortib boradi. 160 mkm dan kichik zarrachali fraksiyalarda ularning miqdori eng ko'p darajada bo'ladi. Temir va aluminiy oksidlarining miqdori ham mayda fraksiya tarkibida yirik fraksiyadagiga nisbatan ko'proq bo'ladi.

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, 160–100 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.

4- §. Elektrotermik usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarish

Fosfatlarni termik qayta ishlash. Fosfor elektrotermik usulda – uni yuqori haroratli elektropechlarda tabiiy fosfatlardan ko'mir yordamida qaytarish orqali olinadi. Elektropechlardan chiqadigan fosfor bug'larini

kondensatsiyalash orqali suyuq fosfor va uni tashqi muhit haroratigacha sovutish natijasida qattiq mahsulot olinadi. Suyuq fosfor va uning bug'larini oksidlash (yondirish) yo'li bilan fosfor(V)-oksid – P_4O_{10} va hosil bo'lgan mahsulotni gidratlash natijasida fosfat kislotasi olinadi. Shunday usulda hosil qilingan kislotasi termik fosfat kislotasi (TFK) deb ataladi.

Nisbatan tejimli, shu sababli keng tarqalgan fosfat kislotasi ishlab chiqarish, uni fosfatlardan sulfat kislotasi (yoki boshqa kislotalar bilan) ekstraksiyalash hisoblanadi. Bu holatda mahsulot ekstraksiyon fosfat kislotasi (EFK) nomini oladi.

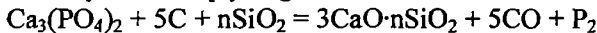
Fosfatlarni termik qayta ishlashning afzalligi – har qanday, shu bilan birgalikda past sifatli fosfatlardan ham yuqori tozalikdagi konsentrlangan (hattoki 100% P_2O_5 gacha) fosfat kislotasi olish imkoniyati bor. Kislotasi qayta ishlash uchun esa yuqori sifatli fosfatlar ishlatiladi, ammo shu o'rinda ham nisbatan past konsentratsiyali va ko'p miqdordagi qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi hosil qilinadi. Yetarli darajada toza bo'lishi lozim bo'lgan ozuqali va texnik fosfatlar, shuningdek, reaktivlarni termik fosfat kislotadan olish usullari ularni ekstraksiyon kislotadan olishga nisbatan soddaroq va arzonroqdir. Termik fosfat kislotasi tannarxining qariyb 92% ini fosforning narxi tashkil etadi, chunki uni olishda elektr energiyasi sarfiga katta miqdordagi xarajat ketadi. Konsentrlangan fosforli o'g'itlar olish uchun esa arzon ekstraksiyali kislotasi ishlatiladi.

Sanoatda tarkibida 73% dan kam bo'lmagan H_3PO_4 (52,9% P_2O_5) li A (ozuqali maqsad uchun) va B (texnik) markali mahsulot sifatidagi termik fosfat kislotasi ishlab chiqariladi. Reglament bo'yicha 1- va 2-nav texnik kislotadagi qo'shimchalarning miqdori mos holda (% da) quyidagicha: xloridlar 0,01 va 0,02; sulfatlar 0,015 va 0,02; nitratlar 0,0005 va 0,001, temir 0,01 va 0,015; og'ir metallar 0,002 va 0,005; mishyak 0,006 va 0,008 dan ko'p bo'lmashligi belgilanadi. Ozuqa maqsadlari uchun ishlab chiqariladigan kislotada esa (% da): mishyak 0,0003, qo'rg'oshin 0,0005, nitrat 0,0003 dan ko'p bo'lmashligi lozim.

Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari. Fosfor ishlab chiqarish uchun fosforit, 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.

Kremnezem ishtirokida kalsiy fosfatni uglerod bilan fosforgacha qaytarishni umumiy holatda quyidagicha ifodalanadi:

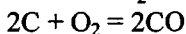
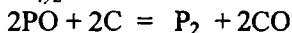
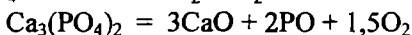
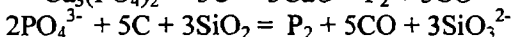
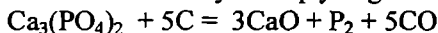


Bu 1000–1300°C haroratda katta miqdordagi (qariyb 1600 kJ/mol) issiqlikning yutilishi hisobiga boradigan endotermik reaksiyani, pechdan shlakni ajratib olishni osonlashtirish maqsadida 1400–1600°C da amalga oshiriladi.

Aslida kalsiy fosfatni qaytarilish mexanizmi murakkab bo‘lib, jarayonning o‘zi ko‘p bosqichlidir. Zamonaviy tushunchalarga muvofiq bu mexanizmni quyidagicha talqin etilishi mumkin. Fosfat-kremniyli suyuqlanmada boshlang‘ich fosfatli minerallarni eritish yoki suyuqlantirish natijasida hosil qilingan suyuqlanmaga kalsiy fosfat kiritiladi. Suyuqlanmada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ qisman Ca^{2+} , PO_4^{3-} , P^{5+} , O^{2-} ionlariga dissotsilanadi. Bundan tashqari, kalsiy fosfat PO va PO_2 hosil qilgani holda parchalanishi mumkin:



Shunday qilib, suyuqlanmada uglerodning sirtiga diffuziyalanuvchi harakatchan fosfatli zarrachalar (molekulalar, ionlar) hosil bo‘ladi. Gazlarning to‘xtovsiz ajralishi va qisman konvektiv oqimi tufayli reaksiya qismida suyuqlanma bilan uglerodning ta’sirlashuvi uchun qulay sharoit yuzaga keladi. Bu ta’sirlashuv reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Birinchi reaksiya dissotsilanmagan kalsiy fosfatning uglerod sirtida diffuziyalanishiga bog‘liq. Uning borishini ta’minlash uchun kontakt qismdan CaO ni yo‘qotib turilishi kerak, chunki kalsiy oksidning to‘planishi reaksiyaning to‘xtashiga olib keladi. Ikkinchi reaksiya bo‘yicha qaytarilish tezligi kontakt qismda uglerod bilan SiO_2 ning o‘zaro to‘qnashishiga bog‘liqdir. Qolgan reaksiyalar kalsiy fosfatning fosfor quyi

oksidlari hosil qilib termik dissotsilanishi orqali sodir bo'luvchi jarayonlarni ifodalaydi.

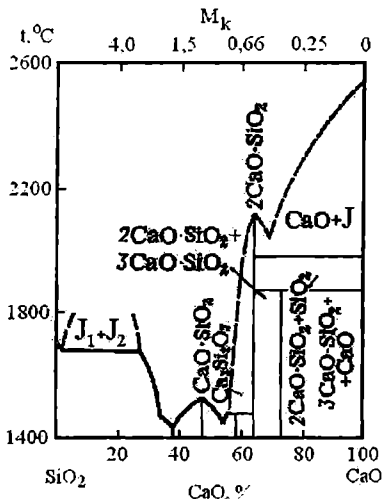
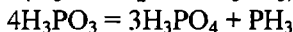
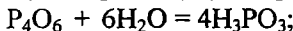
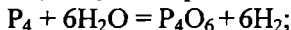
Shuni ham ta'kidlash lozimki, fosforning qaytarilish jarayonida SiO_2 yoki silikat ionlar hal qiluvchi vazifani o'taydi. Uning CaO bilan bog'lanishi hisobiga fosfatning dissotsilanishi tezlashadi va qiyin suyuqlanuvchan ($t_s=2580^\circ\text{C}$) kalsiy oksidning nisbatan oson suyuqlanadigan kalsiy silikat holatida yo'qotilishini ta'minlaydi, bunda suyuq holatdagi quyqum pechdan osonlik bilan chiqariladi.

Shunday qilib, qaytarilish sxemasida quyidagi jarayonlar shakllantiriladi: 1) boshlang'ich materiallar (shixta) ni suyuqlantirish va undan namlikni yo'qotish; 2) suyuqlanmaga kalsiy fosfat va kremniy oksid kiritish; 3) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ni yanada oddiy zarracha va ionlarga parchalash; 4) ularni uglerod sirtiga diffuziyalash; 5) silikat zarrachalarini uglerod sirtiga diffuziyalash; 6) uglerod bilan P_2 , CO va CaO hosil qilish orqali ta'sirlashish; 7) Reaksiya doirasidan CaO ni kalsiy silikat shaklida (SiO_3^{2-} ionlari bilan birgalikda) yo'qotish.

Kalsiy fosfatning uglerod bilan ta'sirlashuv tezligi harorat, kislotalilik moduli M_k ($\text{SiO}_2:\text{CaO}$ ning massa nisbati) va boshlang'ich materiallar sifati bilan aniqlanadi. Kislotalilik moduli va P_2O_5 miqdori bo'yicha shixta, pechdagi suyuqlanma va shlakning tarkibi haqida fikr yuritish mumkin. $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ sistemaning holat diagrammasi ko'rsatilgan 4.10-rasmdan ko'rinadiki, M_k qiymatning 0 dan 2 gacha bo'lgan sohasida kalsiy ortosilikat $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($t_s=2127^\circ\text{C}$), kalsiy diortosilikat $3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2$ ($t_s=2580^\circ\text{C}$) va kalsiy metasilikat $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($t_s = 2580^\circ\text{C}$) mavjud bo'ladi. Tarkibida SiO_2 51,7% va 48,3% CaO bo'lgan kalsiy metasilikatning kislotalilik moduli 1,07 ga teng. Ko'rilayotgan sistemada minimal suyuqlanish harorati esa $M_k = 0,82$ ga to'g'ri keladi va 1447°C ga teng. Zamonaviy pech qurilmalari kislotalilik moduli 0,7–0,9 bo'lgan shixta bilan katta quvvatda ishlaydi. Bunda eng toza fosfor olinadi, elektroenergiya sarfi esa nisbatan ozdir. Ko'rsatilgan chegaradan katta M_k (SiO_2 ning ortiqcha bo'lishi) bilan ishlanganda shlakdagi P_2O_5 miqdorining ortishi, ya'ni fosfor yo'qotilishining ortishiga olib keladi.

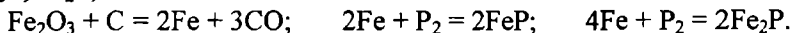
Kalsiy fosfatdan fosforning qaytarilishi shixtadagi qo'shimchalarning ishtirok etishi sabab bo'ladigan qo'shimcha: karbonat va sulfatlarning parchalanishi, sulfid va sulfatlardan vodorod sulfidning hosil bo'lishi va boshqa jarayonlarning sodir bo'lishi bilan kechadi. Xomashyoda namlikning bo'lishi pechning yuqori doirasida fosfor gidridlari – fosfin PH_3 , difosfan P_2H_4 , ya'ni ma'lum miqdordagi fosforning yo'qotilishi hisobiga hosil bo'lishiga olib keladi. Yuqori haroratda PH_3 ni

elementlardan to'g'ridan-to'g'ri sintez qilib bo'lmaydi. Lekin 400–1000°C harorat chegarasida suv (shuningdek, CO₂) fosfor bug'lari bilan to'xtovsiz ta'sirlashadi va P₄O₆, H₃PO₄, PH₃ hosil qiladi:



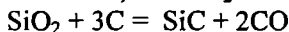
4.10-rasm. CaO – SiO₂ sistemaning holat diagrammasi.

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

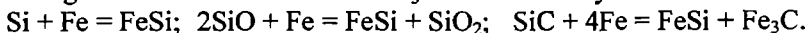


Pechdan ajratib olinadigan ferrososfor deb ataluvchi temir fosfidlari aralashmasida 15–28% P bo'ladi. Uni pechdan suyuqlanma holatida yo'qotiladi.

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

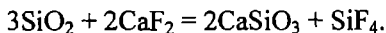


Ularning temir bilan ta'sirlashishi natijasida ferrosilisiy hosil bo'ladi:



Qaytarilgan kremniyning qariyb 40% i ferrosilisiyga o'tadi, qolgan 60% i pechdan chang tarzida chiqib ketadi.

Shlakdagi erkin SiO₂ miqdorining kamayishi, shuningdek, uning qayta ishlanadigan tabiiy fosfatlar tarkibidagi CaF₂ bilan ta'sirlashishi tufayli ham sodir bo'lishi mumkin:



Bu reaksiya natijasida ma'lum miqdordagi ftor shlakdan gazli fazaga o'tadi.

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

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

Fosfor olish uchun, ko'pincha, nisbatan yuqori bo'lmagan miqdorda (21–23%) P₂O₅ tutgan, yuqori miqdorda (10% gacha) qumtuproq, ishqoriy metallar birikmalari, oltingugurt birikmalari va boshqa qo'shimchalari bo'lgan fosforitlar ishlatiladi. Flus sifatida esa tarkibida 92% dan ko'p SiO₂, 2% dan kam Fe₂O₃ bo'lgan yuqori sifatli kvarsitlar ishlatiladi. Qaytaruvchi sifatida 80–85% uglerodli koks qo'llaniladi; uning zolligi 12% atrofida, oltingugurt miqdori 0,7% gacha bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda jarayonning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari shixtani tashkil etuvchi komponentlar sifatiga bog'liqdir. Boshlang'ich materiallar zarrachalar o'lchami bo'yicha bir jinsli bo'lishi lozim. Ularning tarkibidagi karbonatlar va zararli qo'shimchalar (Fe₂O₃, K₂O va boshqalar) ning miqdori minimal bo'lishi lozim. Karbonatlar miqdorining ko'p bo'lishi ularning dissotsilanishi uchun energiya sarfini va ajraladigan CO₂ ni CO gacha qaytarish uchun koks sarfini oshiradi.

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

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, SiO₂ va Al₂O₃ miqdori bo'yicha aniqlanadi:

$$\frac{K}{F} = \frac{M_k [CaO + MgO]_f - [SiO_2 + Al_2O_3]_f}{[SiO_2 + Al_2O_3]_k - M_k [CaO + MgO]_k}$$

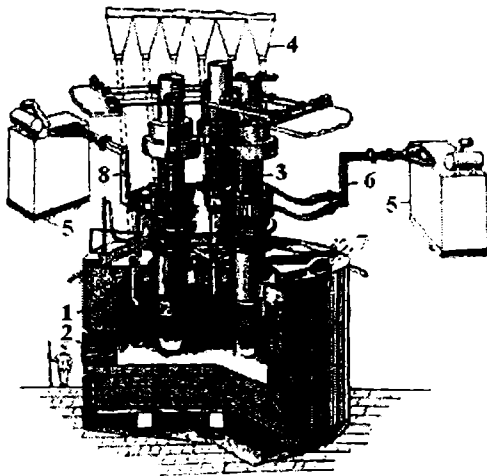
Bunda MgO ni bog'lash uchun qo'shimcha miqdordagi SiO₂, Al₂O₃ ga esa shunga o'xshash flusda bo'lgan SiO₂ talab etilishini hisobga olish kerak. Agarda tabiiy fosfat tarkibidagi kremnezem miqdori yetarlicha bo'lmasa, shixtaga qo'shimcha miqdordagi yirik qum yoki maydalangan kvars qo'shiladi.

Belgilangan me'yordagi koksning berilishi fosfatning, uglerod dioksidning (CO gacha 80% ga), temir oksidining (80% ga) qaytarilish reaksiyasini va suvning CO va H₂ hosil qilishi orqali (80% ga) parchalanishini hisobga olgan holda amalga oshiriladi; bunda 10% gacha ortiqcha miqdordagi uglerod beriladi.

Kalsiy fosfatning fosforgacha qaytarilishi shixtaga ko'mir yoki grafit elektrodlar tushirilgan uch fazali elektrik pechlarda amalga oshiriladi (4.11-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.

Ko'mir elektrodleri uglerodli materiallar – toshko'mir, koks, elektrodli qoldiqlar va boshqalar aralashmasining toshko'mir smolasi bilan kuydirilishi orqali tayyorlanadi. Ular bilan 3–4 a/sm² tok zichligida ishlanadi. Grafitli elektrodlarda esa tok zichligi yuqoriroq (7–12 a/sm²) bo'ladi. Elektrodlar diametri 1,4–1,7 m bo'ladi. Elektrodlar suv bilan sovutiladigan metall elektrod ushlagich yordamida pechga mahkamlanadi. Elektrodli materialning shixtaga botib turuvchi qismi reaksiya paytida qatnashib, o'z-o'zidan yo'qolib boradi. Shuning uchun vaqti-vaqti bilan

elektrodlarni 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 reaksiyon qismdagi harorat va shixtaga elektrod materiallarini kiritilishi hisobiga amalga oshiriladi.



4.11-rasm. Fosforni haydash uchun elektrodleri uchburchakli joylashgan uch fazali elektropech:

- 1 – pechning g‘ilofi; 2 – shlak cho‘michli quygichi; 3 – elektrod ushlagich;
4 – shixta komponentlari uchun teshikli bunkerlar; 5 – transformator;
6 – shinalar; 7 – gaz chiqarish qismi.

Fosforni elektrohaydash uchun pechlarning quvvati 25–50 ming kvt va undan katta bo‘ladi. Bunday pechlar vannasining diametri 8,5 m (g‘ilof diametri 10,5 m) gacha yetadi. Ularda sutkasiga 60 t gacha fosfor ishlab chiqariladi. Yuqori quvvatdagi pechlar ishlatilganda fosfor ishlab chiqarishga sarflanadigan energiya kamayadi. Masalan, 5 ming kvt quvvatdagi pechda 1 t fosfor ishlab chiqarish uchun 17,5–18 ming kvt-soat (63–65 ming mj), 25–50 ming kvt quvvatdagi pechda esa energiya sarfi 14–15 ming-soat (50–54 ming mj) gacha kamayadi. O‘rtacha quvvatdagi pechlarda kuchlanishi 170–260 v bo‘lgan o‘zgaruvchan tok tarmog‘idan foydalaniladi. 35–50 ming kvt quvvatli pechlar 300–500 v kuchlanishda ishlaydi.

Pech vannasidagi suyuq ferrofosfor va dashqol (shlak) ning harorati 1500°C gacha bo'lganligi uchun uning ichki yuzasi o'tga chidamli maxsus materillar bilan qoplanadi (niqoblanadi). Futirovkalar kimyoviy tarkibi va o'tga chidamliligi jihatlaridan kislotali, asosli va neytral materiallarga bo'linadi: kislotali o'tga chidamli materiallar (kvarsli qum va dinas g'isht) tarkibida 95% gacha SiO₂ bo'ladi, kislota ta'siriga yaxshi chidamli bo'ladi va 1800°C li haroratgacha o'tga chidamlidir; asosli o'tga chidamli materiallar (magnezit kukuni va undan quyilgan g'isht) tarkibida 93–94% gacha MgO bo'ladi, ular ishqoriy ta'sirlarga chidamli va 2200°C gacha bardoshlidir; Pech vannasining pastki qismi shunday usullarda furerovka qilinadi. Xromli g'isht, giltuproq shamot kukuni va undan quyilgan g'isht neytral o'tga chidamli materiallar qatoriga kiradi, ular arzon va 1800°C haroratgacha chidamli bo'ladi. Pech vannasining yuqori qismi shamotli g'isht bilan niqoblanadi.

Gazlar pechning yuqori qismidan ~300°C haroratda chiqadi. Pech qopqog'idagi teshikdan tushiriladigan shixta, shlakni undan chiqishiga mos holda kiritiladi va harorat ta'sirida dastlab kuyadi, so'ngra suyuqlanadi hamda shlak va ma'lum miqdordagi ferrofosfor holatida pechdan chiqariladi.

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

Fosfatdan fosforning to'la qaytarilishi haqida *fosforning qaytarilish koeffitsiyenti* – pechdan gaz bilan birgalikda va ferrofosfat ko'rinishida chiqadigan fosfor miqdorini, uning shixtadagi miqdoriga nisbati orqali ifodalangan kattalikdan bilib olish mumkin. Odatda elektropechlardagi fosforning qaytarilish 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% SiO₂, 2–5% Al₂O₃, 0,5–1% Fe₂O₃, 44–48% CaO, 0,5–7% MgO, 0,5–3% P₂O₅ bo'ladi. Shlak ostida yig'iladigan ferrofosfor – temir fosfidlari (Fe₂P va Fe₂O₃) va unga qo'shimcha sifatida oz miqdordagi boshqa metallar (marganes, xrom va

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.

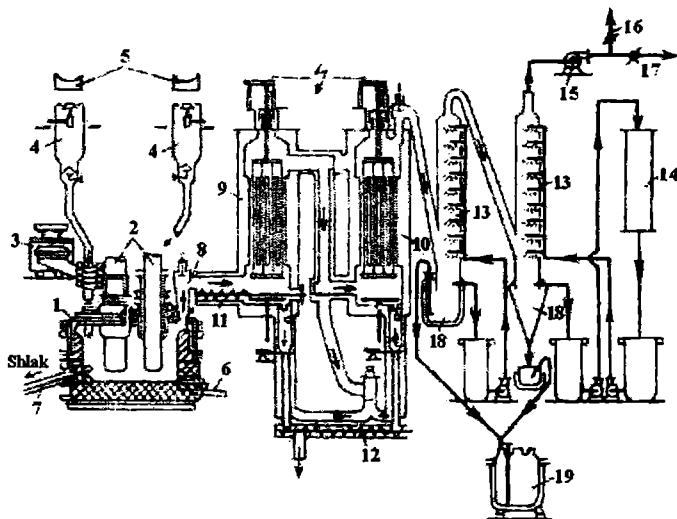
1 t fosfor olishda 10500 kJ/m^3 issiqlik beruvchi $2500\text{--}3000 \text{ m}^3$ (n.sh. da) pech gazi, 25–27 kg ferrofosfor, 10–12 t shlak hosil bo‘ladi. Pechdan chiqadigan gaz tarkibida: 0,2–2,15 g/m^3 fosfor bug‘lari, 60–85% CO, 3,4–16,5% CO₂, 6–10% N₂ (% lar hajm bo‘yicha), qo‘shimcha H₂S va boshqalar bo‘ladi.

Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri 4.12-rasmda keltirilgan. Elektropech (1) ga shixta tashlash uchun uning tepasiga yuklash bunkerlari (4) joylashtirilgan, ulardan shixta pechning kesim yuzasi bo‘yicha bir xilda taqsimlanadi. Shixta yuklash bunkerlariga transporter (5) yordamida uzatiladi. Tashqaridan havo kirishi va uning natijasida fosfor yonishini oldini olish maqsadida, pechda va pechdan chiqadigan gazlar o‘tadigan barcha jihozlarda 0,3–0,6 KPa bosim ushlab turiladi. Bunker doimo shixtaga to‘ldirilgan va qopqog‘i berkitilgan bo‘ladi. Uning pastki qismidan esa sexning atmosferasiga zararli pech gazlarini chiqib ketishiga yo‘l qo‘ymaydigan bufer bo‘lib xizmat qiluvchi azot muntazam ravishda berib turiladi.

Pechdan ferrofosfor cho‘michli quygichi (6) orqali quyqum ostida yig‘iladigan ferrofosfor davriy ravishda (sutkasiga 1–2 marta) temiryo‘l iziga o‘rnatilgan kovshga quyiladi. Undan yuqoriroqda joylashgan boshqa ikkita shlak juri (lotkasi) (7) orqali muntazam ravishda shlak chiqarilib turiladi.

Pechdan chiqadigan gaz gazyig‘gich (8) orqali pech changlaridan tozalash uchun elektrofiltrlar (9) va (10) ga o‘tadi. Elektrofiltrlar 40000–80000 V kuchlanish bilan ishlaydi. Fosforning kondensatsiyalanishini oldini olish uchun elektrofiltrlardagi harorat 280–300°C da ushlab turiladi. Shu maqsadda elektrofiltrlar va gaz o‘tish yo‘llarining sirti niqobli g‘ishtdan tayyorlangan g‘ilof bilan o‘raladi. G‘ilof bilan elektrofiltrlar orasida o‘txona gazlari aylanuvchi bo‘shliq bo‘ladi va shu orqali elektrofiltrdagi harorat belgilangan darajada ushlab turiladi. Elektrofiltrlardagi harorat avtomatik boshqariladi – issiqlik yetishmaganda qo‘shimcha miqdordagi gaz yoqiladi, uning ortiqchasi esa quvurdan chiqarib yuboriladi. Gaz o‘tish yo‘llarida ushlanib qolgan chang shnek (11) orqali kameraga uzatiladi, u yerda Bundan tashqari, elektrofiltrlarda ushlab qolingani ham yig‘iladi. Kameradagi chang shnek (12) orqali chiqariladi. Changni suv bilan qorishtirilib suvli suspenziyaga aylantirilishi

yoki to'g'ridan-to'g'ri mineral o'g'it ishlab chiqarishga yuborilishi mumkin.



4.12-rasm. Sariq fosfor ishlab chiqarish tasviri:

- 1 – elektropech; 2 – elektrodlar; 3 – transformator; 4 – yuklash bunkeri;
- 5 – transporter; 6 – ferrofosfor cho'michli quygichi; 7 – shlak juri;
- 8 – gaziyig'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'ich; 19 – suyuq fosforni saqlagich.

Elektrofiltrdan 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 traektoriya 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 sovutish va fosforni yuvish uchun suv yopiq kontur: fosfor yig'ich – nasoslar – o'tkazuvchi quvurlar – forsunka – fosfor yig'ich bo'yicha aylanadi.

Pech gazi, tarkibidagi fosforni yanada ko'proq ajratib olinishini ta'minlash maqsadida «qaynoq» kondensatordan «sovuq» kondensatorga uzatiladi. Bu kondensatorda bug'ejeksiyal qurilma (BEQ) (14) yordamida

sovutilgan aylanma suvdan foydalaniladi. «Sovuq» kondensatorida 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.

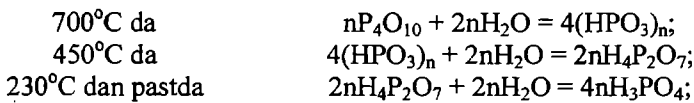
Pech gazi kondensatordan gaz haydagich (15) orqali chiqarib yuboriladi. Fosfordan tozalangan gaz yoqilg'isi sifatida foydalanilishi yoki yoqilg'isi yondirgich (16) da yoqib yuborilishi mumkin.

Belgilangan Davlat standarti talablariga muvofiq A, B va C markadagi mahsulot sifatidagi fosfor ishlab chiqariladi. Ulardagi fosfor miqdori, mos holda (kam emas): 99,9; 99,5 va 94,5%. C markali mahsulot tarkibida fosfor miqdorining kam bo'lishi uning tarkibida 5% gacha quyqum borligi bilan izohlanadi.

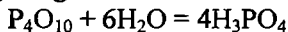
Aglomeratsiyalangan 0–10 mm sinfli mayda fraksiyadagi fosfat xomashyosini qayta ishlash natijasida 1 t fosfor olish uchun quyidagi ma'lumotlar olingan:

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

Termik fosfat kislotaning olinishi. Termik fosfat kislotasi 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 kislotasi konsentratsiyasigacha suv bilan suyultirilganda qo'shimcha miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi. Texnik termik kislotada 73% dan kam bo'lmagan H_3PO_4 bo'ladi.

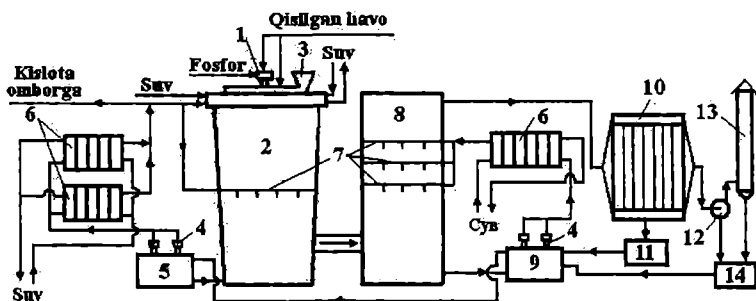
Termik fosfat kislotasi ikki: bir bosqichli va ikki bosqichli usullar bilan olinishi mumkin. Bir bosqichli usul pechdan chiqayotgan gazni (fosfor bug'larini oldindan kondensatlanmasdan) yoqish va hosil bo'lgan P_4O_{10} ni gidratlanishiga asoslangan. Bu usulning soddaligiga qaramay, kam qo'llaniladi, chunki pech gazi tarkibidagi fosfor bug'larining konsentratsiyasi oz bo'lganligi sababli uni qayta ishlashda juda yirik, katta o'lchamdagi jihozlar talab etiladi. Bundan tashqari, gaz tarkibidagi begona qo'shimchalar (chang) hosil qilinadigan kislotani ifloslantiradi. Bu usulning asosiy kamchiligi shundaki, fosfor pechi va fosfat kislotasi olish tizimlari bir vaqtda ishlashi talab etiladi.

Termik fosfat kislotasi asosan ikki bosqichli usulda, ya'ni fosfor pechi tarkibidagi gazdan fosforni kondensatlash va so'ngra uni fosfat kislotaga aylantirish orqali ishlab chiqariladi. Bunda toza holdagi kislotasi olinadi va fosforning kondensatlanishidan keyingi qolgan yuqori kaloriyalik gazdan foydalanish imkoniyati yaratiladi.

Fosforning oksidlanishi va P_4O_{10} ning gidratlanishi natijasida katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi va undan hozircha foydalanilmaydi. Tizim issiqlik ajratish usullari bo'yicha sirkulyatsion (sovituvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) va bug'latgichli (bug'lanuvchi suvning issiqligini ajratib olish bilan) ishlab chiqarishga bo'linadi. Sirkulyatsion tizimlar: elektrofiltr yoki skrubberli sirkulyatsion bir minorali va sirkulyatsion ikki minorali tizim keng tarqalgandir. Odatda, sirkulyatsion ikki minorali tizim keng qo'llaniladi. Bug'latgichli tizim esa ishlab chiqarishning kelajakdagi istiqboliga daxldordir. Sirkulyatsion tizimdan farqli o'laroq, ularda nasos-sovutgichli jihozlarga ehtiyoj yo'q, shu sababli energetik xarajatlar kam talab etiladi. Lekin ularning asosiy kamchiligi shundan iboratki, minoradagi gidratlanishda suvning bug'lanishi tufayli

hosil bo'ladigan chiqib ketuvchi gaz hajmining ko'payishi hisobiga va shuning uchun uning tarkibidagi kislota tomchilarini ushlab qolishga katta o'lchamdagi elektrofiltr qurilmalar talab etiladi.

4.13-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 $2100\text{--}1800^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi. Gazning keyingi sovishi kislotaladagi 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.



4.13-rasm. Sirkulatsion 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 – sovutish-gidratlash minorasi; 9 – sovutish-gidratlash minorasi aylanuvchi kislotasining yig'gichi; 10 – elektrofiltr; 11 – kislota yig'gich; 12 – quyruq gaz ventilatori; 13 – gaz chiqarish quvuri; 14 – kondensat yig'gichi.

Gaz haroratining yuqori ($800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$) bo'lishligi hisobiga P_2O_5 ning gidratlanishida dastlab bug' holatdagi metafosfat kislotasi, uning keyinchalik sovitilishi va gidratlanishidan tumansimon ortofosfat kislotasi hosil bo'ladi. Fosforning changlanishi forsunkaga keluvchi bug' bilan $70\text{--}80^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilgan birlamchi qisilgan havo yordamida amalga oshiriladi. Ikkilamchi havo yondirish minorasiga chig'anoq (3) orqali yuboriladi. Fosforning oksidlanishidan ajraladigan issiqlik minora tomi qismidan uzatiladigan aylanuvchi suvga hamda yig'gich (5) va issiqlik almashtirgich (6) orqali minoraning yuqorisiga $46\text{--}50^{\circ}\text{C}$ haroratda yuklash nasosi (4) yordamida quyiladigan aylanuvchi fosfat kislotaga yuttiriladi va bu suyuqliklar minoraning devorlaridan yupqa qavat hosil qilgan holda oqib tushadi. Bundan tashqari, kislotasi minora ichida joylashtirilgan uch qavat kislotali 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 kislotasi bilan sovitish-gidratlash minorasi (8) da ushlab qolinadi (ular da kislotasi harorati $25\text{--}27^{\circ}\text{C}$ gacha pasayadi). Yig'gich (9) da kislotasi yig'gich (5) orqali aylanuvchi kislotaga qo'shiladi.

Sovutish minorasiga kiruvchi gaz harorati $85\text{--}100^{\circ}\text{C}$, chiquvchi gaz harorati esa $45\text{--}55^{\circ}\text{C}$ bo'ladi. Bu minoradan chiquvchi gaz tarkibida 50 g/sm^3 (n.sh. da) fosfat kislotasi tumani holatidagi P_2O_5 bo'ladi. Uni elektrofiltr (10) da tutib qolinadi. Umumiy tutib qolish darajasi 99,9% ni tashkil etadi. Elektrofiltrdagi kislotasi yig'gich (11) ga, undan esa yig'gich (9) ga oqib tushadi. Quyruq gaz ventilatori (12) yondirish minorasidagi ikkilamchi havoni so'rib oladi va uni gaz chiqarish quvuri (13) ga atmosferaga chiqarib yuborish uchun purkaydi. Atmosferaga chiqariluvchi gaz tarkibida 80 mg/sm^3 dan kam miqdordagi (n.sh. da) P_2O_5 bo'ladi. Quyruq gaz ventilatori va gaz chiqarish quvuridagi kondensat yig'gich (14) ga oqib tushadi.

Yondirish va sovitish minoralari polietilen, diabraziv plitka va kislotabardosh g'ishtlar bilan himoyalangan metall qobiqqa ega bo'ladi. Yondirish minorasining o'rta diametri 5 m, balandligi esa 13 m bo'ladi. Sovutish minorasi 3,2 m diametrga, 13 metr balandlikka ega va unda ikki qator Rashig halqali to'ldirgich bor. Elektrofiltr 40–90 ming v kuchlanishdagi doyimiy tok manbaiga ulanadi.

Bayon etilgan sistema yiliga 60 ming t 100% li H_3PO_4 ishlab chiqarish unumdorligiga egadir. Unda 2,5–3 t/soat fosfor qayta ishlanadi. 1

tonna termik fosfat kislota (100% li H_3PO_4 hisobida) ishlab chiqarish uchun 0,32–0,33 t sariq fosfor sarflanadi.

Termik fosfat kislota tarkibida juda oz miqdordagi begona qo‘shimchalar bo‘ladi: SO_3 , R_2O_3 , Pb, F, SiO_2 ning miqdori foyizning yuz yoki mingdan bir ulushini, As ning miqdori esa 0,002–0,004% ni tashkil qiladi.

Superfosfat kislota (76% P_2O_5 yoki 105% H_3PO_4) ishlab chiqarish ham xuddi oddiy fosfat kislota (62% P_2O_5 yoki 85% H_3PO_4) ishlab chiqarish kabi – suyuq fosforni yondirilishidan hosil bo‘lgan gazni gidratlanish minoralarida sovutishdan iborat. Lekin bu minorada suvdan tashqari qo‘shimcha fosfat kislota ham purkaladi va uning aylanma harakati ta‘minlanadi. Superfosfat kislota qovushqoqligining katta miqdor bo‘lishligi sababli issiqlik almashinish intensivligi kam bo‘ladi va shuning uchun kislota uchun ko‘p miqdordagi sovutgichlar talab etiladi. Shu sababli, kislotalarni uzatishda markazdan qochma nasoslar o‘rniga rotatsion nasoslardan foydalaniladi.

Elektrotermik usulda fosfat kisiota ishlab chiqarish texnologik hisoblari

Minoraning moddiy hisobi

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

Qurilmaning quvvati (100% li H_3PO_4 bo'yicha), kg/s	1500
Texnik sariq fosfordagi fosfor miqdori, %	99,7
Yondirish jarayonidagi ortiqcha havo koeffitsiyenti	2,5
Yondirish minorasidan chiqayotgan gazlardagi fosfat kislotalari miqdori, kg/m^3	0,03
Chiqayotgan gazlar harorati, °C	140
Minoraga kiradigan havo harorati, °C	20
Havoning nisbiy namligi, %	70

Elektrotermik usulda elementar fosfordan ortofosfat kislotalari olish ikki bosqichda amalga oshadi. 1-bosqichda fosfor oksidlanadi :



2-bosqichda fosfat angidridi gidratlanadi:



Har ikkala bosqich ham bir vaqtda va bitta jihoz – yondirish minorasida sodir bo‘ladi.

1500 kg/s mahsulot (monogidrat) ishlab chiqarish uchun texnik fosfor sarfi:

$$\frac{1500 \cdot 2 \cdot 62}{4 \cdot 98 \cdot 0,997} = 475,92 \text{ kg/s ni tashkil etadi,}$$

bunda, 62 va 98 – fosfor bug‘i va fosfat kislotalarning molekular massalari.

Texnik fosfordagi elementar fosforning miqdori: $475,92 \cdot 0,997 = 474,5$ kg/s, qo‘shimchalar miqdori esa: $475,92 - 474,5 = 1,42$ kg/s ga teng.

474,5 kg/s elementar fosfordan:

$$\frac{474,5 \cdot 2 \cdot 142}{2 \cdot 62} = 1086,6 \text{ kg/s fosfat angidrid hosil bo‘ladi.}$$

(1) reaksiya bo‘yicha 1086,6 kg/s P_2O_5 hosil bo‘lishida kislorodning nazariy sarfi:

$$\frac{474,5 \cdot 5 \cdot 32}{2 \cdot 62} = 612,1 \text{ kg/s bo‘ladi.}$$

Ortiqcha miqdor koeffitsiyenti 2,5 ni hisobga olinganda yondirish minorasiga beriladigan kislorod miqdori: $612,1 \cdot 2,5 = 1530,3$ kg/s bo‘ladi.

Bunday miqdordagi kislorod bilan yondirish minorasiga havo tarkibidagi:

$$\frac{1530,3 \cdot 76,3}{23,2} = 5065,7 \text{ kg/s azot kiradi,}$$

bunda, 76,8 va 23,2 – havo tarkibidagi azot va kislorodning mos holdagi massa ulushlari, % hisobida.

Yondirish minorasiga kirayotgan quruq havo miqdori: $1530,3 + 5065,7 = 6596$ kg/s bo‘lib, havodagi namlik miqdori: $0,01042 \cdot 6596 = 68,7$ kg/s ni tashkil etadi. Bunda, 0,01042 – havoning namlik tutishi, 1 kg quruq havoga nistatan kg hisobida.

Minoradan chiqayotgan gazlardagi kislorod miqdori:

$$1530,3 - 612,1 = 918,2 \text{ kg/s bo‘ladi}$$

(2) reaksiya bo‘yicha fosfat kislotasi hosil bo‘lishiga suv sarfi:

$$\frac{1086,6 \cdot 6 \cdot 18}{2 \cdot 142} = 413,4 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Natijada esa: $\frac{1086,6 \cdot 4 \cdot 98}{2 \cdot 142} = 1500$ kg/s fosfat kislotasi hosil bo‘ladi.

Yondirish minorasidan chiqayotgan gazlar miqdori, kg/s hisobida:

kislород	918,2
azot	5065,7
jami	5983,9

bo'ladi.

70% li fosfat kislotasi yuzasida 90°C haroratda suv bug'larining bosimi 223 mm.sim.ust. ni yoki $0,297 \cdot 10^5$ n/m² ni tashkil qiladi. Suv bug'ining bunday bosimiga 140°C harorat va 99325 n/m² barometrik bosimda:

$$\varphi = \frac{29700 \cdot 100}{99325} = 30\% \text{ nisbiy namlik muvofiq keladi.}$$

140°C haroratda va $\varphi = 30\%$ bo'lganda 1 kg quruq havoga nisbatan 0,270 kg havo namligi to'g'ri keladi.

Demak, chiqayotgan havoda: $5983,9 \cdot 0,272 = 1616$ kg/s suv bug'lari bo'ladi.

140°C haroratdagi gazlar hajmi: $5983,9 \cdot 1,71 = 10232,5$ m³ ni tashkil etadi, bunda: 1,71 m³/kg – 1 kg quruq havodagi nam havo hajmi, m³/kg hisobida.

Shart bo'yicha 1 m³ gazda 0,03 kg 100%li fosfat kislotasi bo'ladi, ya'ni reaktordan gazlar bilan: $10232,5 \cdot 0,03 = 307$ kg/s H₃PO₄ chiqadi.

Minoradan chiqayotgan mahsulot sifatidagi 100% li H₃PO₄ miqdori:
 $1500 - 307 = 1193$ kg/s ni tashkil etadi.

Moddiy hisob natijalari asosida issiqlik balansi tuziladi va yuvuvchi kislotasi miqdori aniqlanadi.

Yondirish minorasi issiqlik hisobi

Yonish jarayoniga tushadigan fosfor miqdori, kg/s	475,92
Fosfor harorati, °C	70
Yuvish jarayoniga beriladigan fosfat kislotasi konsentratsiyasi, %	70
Fosfat kislotasi harorati, °C	42
Minoradan chiqadigan fosfat kislotasi harorati, °C	90

Issiqlik hisobi bilan minoraga beriladigan va haroratni 140°C ga tushiradigan yuvuvchi fosfat kislotasi miqdori aniqlanadi.

Issiqlik kirishi

1) Fosfor bilan:

$$Q_1 = 475.92 \cdot 0,856 \cdot 70 = 28550 \text{ kJ/s}$$

bunda, 0,856 – fosforning issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad.

2) Yuvuvchi fosfat kislotasi bilan:

$$Q_2 = m \cdot 2,56 \cdot 42,$$

bunda, m – fosfat kislotasining miqdori, kg/s (issiqlik hisobidan aniqlanadi); 2,56 – 70% li fosfat kislotasining issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad.

3) Reaksiyada ajralib chiqadigan issiqlikni hisoblashda:

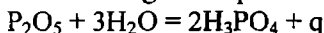
$$2P + \frac{5}{2}O_2 = P_2O_5 + 1548000 \text{ kJ/mol yoki } \frac{1548000}{142} = 10905 \text{ kJ/kg}$$

P_2O_5 dan foydalaniladi:

$$Q_3 = 1086,6 \cdot 10905 = 11850000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 1086,6 – hosil bo'lgan P_2O_5 miqdori, kg/s.

4) Reaksiyada hosil bo'lgan issiqlik:



(2) reaksiya issiqlik effektini aniqlashda fosfat kislotasi hosil bo'lish issiqligidan P_2O_5 va H_2O hosil bo'lish issiqliklari yig'indisidan ayriladi. Bu birikmalarning oddiy moddalardan hosil bo'lish issiqliklari, kJ/mol hisobida: $H_3PO_4 = 1271940$; $P_2O_5 = 1548000$; $H_2O = 285840$. Gess qonuni bo'yicha (2) reaksiya issiqlik effekti:

$$q = 2 \cdot 1271940 - (1548000 + 3 \cdot 285840) = 138350 \text{ kJ/mol } P_2O_5 \text{ ga yoki}$$

$$\frac{138350}{2 \cdot 98} = 706 \text{ kJ/kg } H_3PO_4 \text{ ga teng.}$$

$$Q_4 = 1500 \cdot 706 = 1059000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 1500 – yondirish minorasida hosil bo'lgan fosfat kislotasi miqdori, kg/s.

Minoradan chiqayotgan fosfat kislotasi (100% li) va suv miqdori:

$$42747 + 1193 = 43940 \text{ kg/s } H_3PO_4,$$

$$18320 - 1616 - 413,4 + 68,7 = 16359,3 \text{ kg/s } H_2O \text{ bo'ladi.}$$

Minoradan chiqayotgan jami kislota miqdori:

$$43940 + 16359,3 = 60299,3 \text{ kg/s,}$$

$$\text{konsentratsiyasi esa: } \frac{43940 \cdot 100}{60299,3} = 72,87\% \text{ bo'ladi.}$$

5) Havo bilan kirayotgan issiqlik:

$$Q_3 = 6596 \cdot 46,47 = 306500 \text{ kJ/s}$$

bunda, 6596 – havo miqdori, kg/s; 46,47 – 20°C va $\varphi = 70\%$ dagi havo entalpiyasi, kJ/kg (ilovadagi jadval).

Umumiy issiqlik kirishi:

$$\begin{aligned} \sum Q_k &= 28550 + m \cdot 2,560 \cdot 42 + 11850000 + 1059000 + 306500 = \\ &= 13244050 + 107,52 \cdot m \text{ kJ/s ni tashkil etadi.} \end{aligned}$$

Issiqlik sarfi

1) Nam havo bilan chiqadigan:

$$Q_1 = 5983,9 \cdot 886,8 = 5307000 \text{ kJ/s}$$

bunda, 5983,9 – minoradan chiqadigan quruq havo miqdori, kg/s; 886,8 – nam havo entalpiyasi, kJ/kg (ilovadagi jadval)

2) Tuman holatidagi kislota bilan chiqadigan issiqlik:

$$Q_2 = 307,0 \cdot 2,560 \cdot 140 = 110000 \text{ kJ/s,}$$

bunda, 307,0 – tuman holatidagi fosfat kislotasi miqdori, kg/s.

3) Fosfat kislotasi bilan chiqadigan issiqlik:

$$Q_3 = (m - 1616 + 1193 + 68,7 - 413,4) \cdot 2,560 \cdot 90 = 230,4m - 176900 \text{ kJ/s}$$

bunda, 1616 – minoradan chiqayotgan suv bug‘lari miqdori, kgs;

1193 – mahsulot fosfat kislotasi miqdori, kJ/s;

68,7 – havo bilan minoraga kiradigan suv bug‘lari miqdori, kJ/s;

413,4 – kislotaga birikkan suv miqdori, kJ/s.

4) Atrof-muhitga yo‘qoladigan issiqlik miqdori taxminan 500000 kJ/s ni tashkil qiladi.

Umumiy issiqlik sarfi:

$$\sum Q_{sarf} = 5307000 + 110000 + 500000 + 230,4m - 176900 = 5740100 + 230,4m,$$

Kiradigan issiqlik chiqadigan (sarflanadigan) issiqlikka teng bo‘ladi:

$$\sum Q_k = \sum Q_{sarf}$$

Demak, $13244050 + 107,52m = 5740100 + 230,4m$ bo‘ladi.

Bundan: $m = 61067 \text{ kg/s}$ kelib chiqadi.

Yuvuvchi fosfat kislotasi miqdori aniqlangach, moddiy hisobni bajarishni tugallaymiz.

Yondirish minorasiga berilayotgan yuvuvchi fosfat kislotasining miqdori 61067 kg/s, konsentratsiyasi 70% ga teng.

Kislotada: $61067 \cdot 0,70 = 42747$ kg/s H_3PO_4 ,

$61067 - 42747 = 18320$ kg/s H_2O bo'ladi.

Yondirish minorasi moddiy balansi

4.8-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Fosfor	474,5	Elektrofiltrga o'tadigan gazlar:	
Qo'shimchalar	1,42	O ₂	918,2
Jami texnik fosfor	475,92	N ₂	5065,7
Havo:		suv bug'lari	1616,0
O ₂	1530,3	H ₃ PO ₄	307,0
N ₂	4065,7	Jami gazlar	7906,9
suv bug'lari	68,7	Fosfat kislotasi:	
Jami nam havo	6664,7	H ₃ PO ₄	43940
Fosfat kislotasi:		H ₂ O	16359,3
H ₃ PO ₄	42747	Jami fosfat kislotasi	60299,3
H ₂ O	18320	Qo'shimchalar	1,42
Jami fosfat kislotasi	61067		
Hammasi	68207,62	Hammasi	68207,62

Yondirish minorasi issiqlik balansi

4.9-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kJ/s	komponentlar	kJ/s
Fosfor bilan	28550	Nam holdagi gaz bilan	5307000
Fosfat kislotasi bilan	6566000	Tuman holdagi fosfat kislotasi bilan	110000
(1) reaksiya issiqligi	11850000	Issiqlik yo'qotilishi	500000
(2) reaksiya issiqligi	1059000	Fosfat kislotasi bilan	13893050
Havo bilan	306500		
Jami	19810000	Jami	19810000

Elektrofiltrning moddiy hisobi

Elektrofiltrda gazlar tuman holatidagi fosfat kislotasidan tozalanadi. Elektrofiltrda kislotani tutib qolish darajasi 98% ni tashkil qiladi.

Elektrofiltrga yondirish minorasidan 7906,9 kg/s gaz fazasi, shu jumladan 918,2 kg/s kislorod, 5065,7 kg/s azot, 307,0 kg/s tuman holatidagi fosfat kislotasi va 1616,0 kg/s suv tushadi.

Elektrofiltrda: $307,0 \cdot 0,98 = 300,9$ kg/s fosfat kislotasi (100% li) tutiladi.

Gazlar bilan $307,0 - 300,9 = 6,1$ kg/s kislota chiqib ketadi.

Elektrofiltrda tutib qolinadigan fosfat kislota konsentratsiyasi 70% bo'lib, uning miqdori:

$$\frac{300,9}{0,7} = 429,8 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Kislota bilan $429,8 - 300,9 = 128,9$ kg/s suv chiqib ketadi.

Chiqindi gazi tarkibidagi suv miqdori:

$$1616 - 128,9 = 1487,1 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

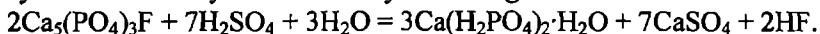
Elektrofiltrning moddiy balansi

4.10-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Gaz fazasi:		Gaz fazasi:	
O ₂	918,2	O ₂	918,2
N ₂	5065,7	N ₂	5065,7
tuman holatidagi fosfat kislotasi	307,0	tuman holatidagi fosfat kislotasi	6,1
namlik	1616,0	namlik	1487,1
Jami	7906,7	Jami	7477,1
		Fosfat kislotasi:	
		H ₃ PO ₄	300,9
		H ₂ O	128,9
		Jami fosfat kislotasi	428,8
		Hammasi	7906,9

5- §. Nordon va neytrallangan donador superfosfat ishlab chiqarish

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 kalsiyini 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 kislotaning aralastirilishidan 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, CdSO_4), boshlang'ich fosfat tarkibiga kiruvchi parchalanmagan mineral qoldiqlari, kremnegel $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ va boshqalar bo'ladi. Qattiq fazaning miqdori 65–72% ni, shu jumladan, 50–55% CaSO_4 (va CdSO_4) ni tashkil etadi. Suyuq faza esa monokalsiyfosfatga to'yingan va tarkibida Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , F^- , SiF_6^{2-} va boshqa ionlar bo'lgan fosfat kislotaning suvli eritmasidan iboratdir.

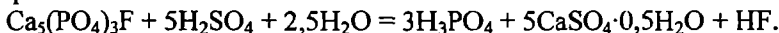
Superfosfat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifalar: apatit konsentrati yoki fosforit unini sulfat kislotasi bilan qorishtirish va hosil qilingan suspenziyani kameralarda pishitish (yetiltirish) dan iboratdir. Uning batamom pishitilishi kimyoviy sexlarda mahsulotni saqlashda to'la amalga oshadi. Xomashyolar aralastirgichlaridan va superfosfat kamerasidan chiqadigan ftorli gazlar – ftor tutgan boshqa mahsulotlarga aylantiriladi.

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

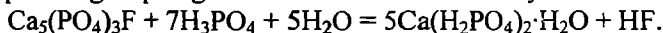
o'g'itlarning dunyodagi assortimentida oddiy superfosfatning nisbiy ulushi kamayib bormoqda.

Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslari. *Fosfatning parchalanishi.* Superfosfat olishda ftorapatitning parchalanishi ikki bosqichda sodir bo'ladi. Avval erkin fosfat kislotasi hosil bo'ladi:



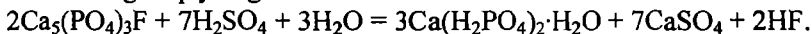
Bu reaksiya 20–40 minut davomida kamerada superfosfat massasining pishirilishi davrida tugaydi. Kalsiy sulfat yarimgidrat shaklida cho'kmaga tushadi, ammo juda tez, bir necha minutda angidritga aylanadi, uning shakli tayyor superfosfatda saqlanib qoladi. Buni superfosfat kamerasidagi reaksiya massa haroratining yuqoriligi (110–120°C) va suyuq fazada (birinchi bosqich jarayonining oxirida 42–46%) P₂O₅ miqdorining ko'pligi bilan izohlanadi. Bunday sharoitda kalsiy sulfatning stabil shakli angidrit hisoblanadi.

Sulfat kislotasi to'la sarflangandan so'ng ikkinchi bosqich jarayoni – qolgan apatitning to'plangan fosfat kislotasi bilan reaksiyasi boshlanadi:



Hosil bo'lgan monokalsiyfosfat dastlab eritmada bo'ladi, uning to'yinishidan kristallanishi boshlanadi. CaO – H₃PO₄ – H₂O sistemasida eritmadagi P₂O₅ miqdori 42–46% va harorat 100°C dan yuqori (bu ikkinchi bosqich jarayonining boshlanish sharoitiga muvofiq keladi) bo'lganda monokalsiyfosfat Ca(H₂PO₄)₂·H₂O kristallanadi.

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



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. Reaksiya massaning qotishi sulfat kislotasi 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 uzoq vaqt (xomashyo naviga, ishlab chiqarish tartibiga va pishitish sharoitiga bog'liq holda 6–25 sutka) pishitishda yakunlanadi.

Sulfat kislotaning me'yori. Fosfatni parchalashga sarflanadigan sulfat kislotaning stexiometrik me'yori 7H₂SO₄:3P₂O₅ nisbat orqali aniqlanadi va u 1 qism P₂O₅ ga 1,61 qism H₂SO₄ 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'yorini $39,4 \times 1,61 = 63,4$ qismni tashkil qiladi. Parchalanishni tezlashtirish maqsadida va begona qo'shimchalar borligini hisobga olgan holda kislotaning amaliy me'yorini nisbatan yuqori – 68 dan 72 qismgacha olinadi.

Fosforitlardan oddiy superfosfat olishda sulfat kislotaning stexiometrik me'yorini hisoblash – xomashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini hamda reaksiyon muhit kislotaliligining kamayish darajasi bo'yicha uning parchalanish jarayonida sodir bo'ladigan ikkilamchi reaksiyalarni ham e'tiborga olingan holda amalga oshiriladi. Ajarlib 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 kislotasi sarflanishi hisobiga kalsiy sulfatga aylanadi. Fosfatli anionlarning bir qismi kationli qo'shimchalar – Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} bilan birikadi, natijada monofosfatga aylanadigan kalsiyning ma'lum ulushini kamayishiga, ya'ni hosil bo'ladigan $CaSO_4$ miqdorining ortishiga olib keladi; bu esa sarflanadigan H_2SO_4 me'yorini orttirishni talab etadi.

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

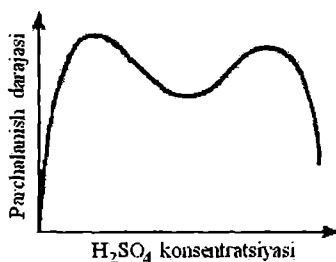
$$n = 98[l/56 - (m/142 - p/40 - q/160 - r/102)].$$

Bu yerda: l , m , p , q , r – xomashyo tarkibidagi (mos holda) CaO , P_2O_5 , MgO , Fe_2O_3 va Al_2O_3 larning massa bo'yicha % miqdorlari; 56, 142, 40, 160 va 102 – tegishli ularning molekular massalari.

Sulfat kislotaning aniq (real) me'yorini 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 kislotaning amaliy me'yorini tajriba yo'li bilan belgilanadi.

Jarayonning mexanizmi va tezligi. Harorat va jarayonga kiritiladigan sulfat kislotaning konsentratsiyasi mahsulotning tuzilishi va fizik xossalari o'z aksini topadi. Fosfatning parchalanish tezligi sulfat kislotasi konsentratsiyasiga, superfosfat suyuq fazasining tarkibi va uning reaksiya mahsulotlari bilan to'yinish darajasiga bog'liqdir. 4.14-rasmda belgilangan vaqt doirasida fosfatning parchalanish darajasini davriy aralashtirish sharoitida boshlang'ich sulfat kislotasi 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 kislotaning 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 grafigida ikkita maksimum va ular orasida bitta minimumdan iborat egri chiziq tarzida 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'rni qurimaydigan suspenziya hosil bo'lishiga olib keladi.



4.14-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 anhidrit 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.

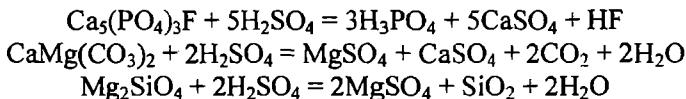
Ishlab chiqarish jarayonida reagentlarning uzluksiz aralashtirishda qisman ta'sirlashgan reaksiyon aralashma – suspenziya (bo'tqa) kiritiladi, bunda 50–60°C haroratdagi 68–69% li sulfat kislota ishlatiladi. Bu holda suyuq fazada sulfat va fosfat kislotalarning ma'lum nisbati o'rnatiladi, kalsiy sulfatning kristallanishi yaxshilanadi va qorishuvchi (qotuvchi) massa g'ovak holatda hosil bo'ladi.

Suspenziyaning 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 suyuqlik o'tkazmaydigan kalsiy sulfat qobig'ining hosil bo'lmasligi uchun $H_2SO_4:H_3PO_4$ nisbat ham shunchalik kichik darajada bo'lishi kerak. Agar boshlang'ich sulfat kislota konsentratsiyasi 68% li bo'lsa, optimal sharoit uchun aralashtirgichda suspenziyaning bo'lish vaqti 5–7 min, uning aralashtirgichdan chiqish harorati 110–115°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

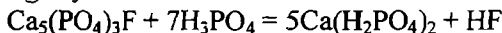
tezigining pasayishini suyuq fazanining neytrallanib borishi, yirik fosfat zarrachalarining parchalanishi va fosfat sirtida kalsiy sulfat qobiqlarining hosil bo'lishi bilan izohlanishi mumkin.

Fosforitlar asosidagi superfosfat. Fosforitlardan superfosfat olish jarayoni – unda dolomit va magnezial silikatlar qo'shimchalarining bo'lishligi tufayli o'ziga xos xususiyatga egadir. Magniy birikmalari ishtirok etadigan fosfatlarning sulfat kislota bilan parchalanishi uchta bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqichda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Buning natijasida tarkibida fosfat kislota va magniy sulfat bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda fosfatni fosfat kislota bilan parchalanadi, ammo eritmada magniy sulfat bo'lganligi uchun monokalsiyfosfat o'rniiga monomagniyfosfat hosil bo'ladi:

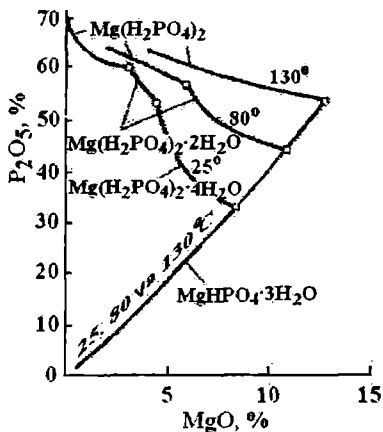
$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} + 7\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{MgSO}_4 = 5\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 5\text{CaSO}_4 + \text{HF}$
Ikkinchi bosqich MgSO_4 ning $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ga to'la aylanishi bilan yakunlanadi. Uchinchi bosqichda esa qolgan fosfatli xomashyo tarkibida 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 (4.15-rasm) ko'rinadiki, monomagniyfosfatning eruvchanligi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemadagi monokalsiyfosfatning eruvchanligidan nisbatan katta bo'ladi. Mono- va dimagniyfosfatlar to'yingan suvli eritmalariga 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°C harorat va $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} < 0,287$ nisbatda monomagniyfosfat parchalanmasdan eriydi; bu nisbat katta bo'lganda monomagniyfosfat parchalanadi va dimagniyfosfat qattiq fazaga o'tadi; monokalsiyfosfatning parchalanishi esa $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2:\text{H}_2\text{O} > 0,01$ dan sodir bo'la boshlaydi.

Xuddi kalsiy tuzlaridagi kabi P_2O_5 konsentratsiyasi ortishi bilan dimagniyfosfat eruvchanligi ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi (4.15-rasm), ammo monokalsiyfosfatdan farqli o'laroq

monomagniyfosfatning suv ta'sirida parchalanish darajasi haroratga deyarli bog'liq emas.



4.15-rasm. 25, 80 va 130°C haroratdagi MgO – P₂O₅ – H₂O sistemasida eruvchanlik izotermasi: ikkita qattiq fazali muvozanatdagi eritmaning tarkibi nuqtalar bilan belgilangan.

Ikkinchi bosqich reaksiyaning tugallanishi arafasida ham monomagniyfosfatning eruvchanligi katta bo'lganligi uchun suyuq faza uning bilan to'yinmagan holatida qoladi, ammo u to'la eritmada bo'ladi va fosfat kislotaning neytrallanish darajasi kutilganidan ko'ra nihoyatda katta bo'ladi. Monomagniyfosfat fosfat kislotasi bilan bufer aralashma hosil qiladi, Mg²⁺ va H₂PO₄⁻ ionlariga dissotsilanadi, bu esa fosfat kislotaning H⁺ va H₂PO₄⁻ ionlariga dissotsilanishini susaytiradi. Shu sababga ko'ra xomashyoning parchalanishini ikkinchi bosqich jarayonidayoq keskin pasaytiradi, uning uchinchi bosqichdagi tezligi esa butunlay kamayadi.

Yuqorida ta'kidlanganlarni, shuningdek, monomagniyfosfatning gignoskopikligini 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 P₂O₅ miqdorining 6–8% idan ortib ketmasligi lozim. Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfat uchun ombordagi optimal harorat (65–80°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% R_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: $P_2O_{5\text{umum.}} = 15,6\%$; $P_2O_{5\text{o'z.}} = 14,0\%$; $P_2O_{5\text{erkin}} = 5,0\%$; $H_2O = 10,5\%$.

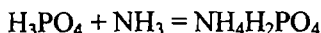
Ishlab chiqarish ko'rsatkichlari. Superfosfat ishlab chiqarishda fosfatli xomashyo parchalanishining to'laligi *parchalanish koeffitsiyenti*, ya'ni superfosfatdagi o'zlashadigan P_2O_5 ning umumiy P_2O_5 miqdoriga nisbati orqali talqin etiladi. Sulfat kislota me'yori qanchalik katta bo'lsa, parchalanish koeffitsiyenti ham shunchalik yuqori bo'ladi. 68–72 og'irlik 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 kislotasi esa ~5% gacha kamayadi.

Olingan superfosfat miqdorining uni ishlab chiqarish uchun sarflangan fosfat miqdoriga nisbati *superfosfat unumi* deyiladi. Vaholanki, fosfatdagi P_2O_5 to'laligicha 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 erkin kislotalilikka (5% dan yuqori P_2O_5) ega bo'lgan superfosfat 20°C haroratda havoning nisbiy namligi 70–100% bo'lganda atmosfera namligini yetadi. Buni superfosfat suyuq fazasining to'yingan bug' bosimi (1,33–1,81 KPa) xuddi shu haroratdagi suvning to'yingan bug' bosimi (1,63–2,33 KPa) dan kichik ekanligi bilan izohlanadi. Yutilgan namlik ma'lum miqdordagi monokalsiyfosfatni eritadi, uning dikalsiyfosfat va fosfat kislotaga parchalanishiga olib keladi. Ajralgan qo'shimcha miqdordagi erkin fosfat kislotasi superfosfatni yanada gigroskopikligini oshiradi.

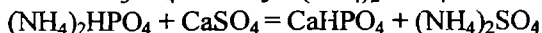
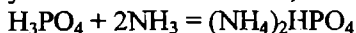
Bunday superfosfat yomon fizik xossaga ega bo‘ladi – yopishqoq bo‘lib qoladi, tushirish va yuklash moslamalariga yopishib qolishi natijasida qiyinchiliklar tug‘diradi. Bundan tashqari, mexanizmlarning korroziyasini tezlashtiradi. Shuning uchun yetiltilgan superfosfat fosfat kislotada oson parchalanuvchi neytrallovchi qo‘shimchalar bilan neytrallanadi. Odatda neytrallanish jarayoni donadorlash bilan bir vaqtda amalga oshiriladi. Neytrallovchi qo‘shimcha sifatida oson parchalanadigan mayda fraksiyali fosforit uni, suyak kukuni, ohak, bo‘r, ohaktosh, ftorsizlantirilgan fosfatlar va boshqalar ishlatiladi. Tarkibida fosfor 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 kislotani kalsiy birikmalari bilan neytrallash natijasida mahsulot tarkibida qo‘shimcha miqdordagi kalsiy monofosfat hosil bo‘ladi. Bunda superfosfatdagi qattiq komponentlar miqdori ortadi va uning fizik xossasi yaxshilanadi. Superfosfatdagi kislotalikni keragidan ortiq darajada kamaytirish suvda kam eriydigan dikalsiyfosfatning hosil bo‘lishiga olib keladi, ohakning ortiqcha bo‘lishi esa qiyin eriydigan trikalsiyfosfat hosil bo‘lish bilan boradigan retrogradatsiyalanishga olib keladi. Mahsulot tarkibining ayrim qismlaridagi retrogradatsiya esa reagentlarning yomon aralashirilishi hisobiga yuzaga keladi. Shuning uchun neytrallash jarayonida qo‘shimchalarni mahsulot bilan yaxshi aralashishini ta‘minlash lozimdir.

Ammoniyashtirish. Superfosfat sifatini yaxshilashning usullaridan yana biri, bu uning ammoniyashtirilishidir, ya‘ni erkin fosfat kislotani ammiak gazi bilan neytrallashdir. Ammoniyashtirilgan superfosfat gigroskopik bo‘lmagan, quruq, yopishmaydigan kukundir. Uning tarkibidagi azot esa kerakli ozuqa elementidir. Superfosfat tarkibidagi erkin fosfat kislotani gaz holatidagi ammiak bilan neytrallash jarayonida dastlab monoammoniyfosfat hosil bo‘ladi:

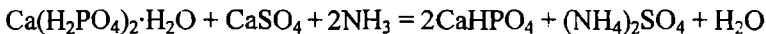


Neytrallanish issiqligining ajralishi hisobiga massaning harorati 80–90°C gacha ko‘tariladi va buning hisobiga superfosfat birmuncha quriydi. Bunda suvda eriydigan P_2O_5 miqdori kamaymaydi.

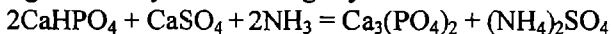
Nisbatan kuchliroq ammoniyashtirish natijasida hosil bo‘lgan diammoniyfosfat kalsiy sulfat bilan ta‘sirlashib, dikalsiyfosfatga aylanadi:



Monokalsiyfosfat ham dikalsiyfosfatga aylanadi:



Bunday chuqur ammoniyashtirish natijasida superfosfatdagi suvda eriydigan P_2O_5 miqdori anchagina kamayadi, ammo o'zlashadigan P_2O_5 miqdori sezilarli o'zgar olmaydi. 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 tutgan ammoniyashtirilgan superfosfat olishda neytrallovchi vosita sifatida suyuq ammiakatlar qo'llaniladi.

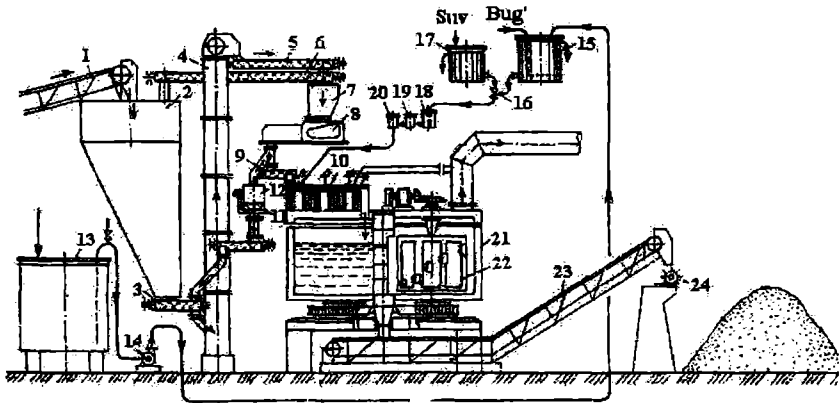
Superfosfatni ammoniyashtirish aylanuvchi barabanli ammoniyashtirgichga uzluksiz ravishda superfosfat kiritish va uning yo'nalishi bo'yicha oqimda gaz holatdagi ammiak yuborish orqali amalga oshiriladi. Ammiakning me'yori superfosfat massasining 2% ini, uning yutilish darajasi esa 97–99% ni tashkil etadi. Ammoniyashtirishda hosil 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°C gacha sovutilganda nafaqat monokalsiyfosfat kristallanadi, balki magniy va ammoniy fosfatlari ham turli xil ikkilamchi va uchlamchi tuzlar kristallogidratlari holatida ajralib chiqadi. Shuning uchun Qoratog' fosforitidan olinadigan superfosfatni ammoniyashtirish natijasida yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan mahsulot olinadi.

Superfosfat ishlab chiqarish. Superfosfat sexiga: fosfatli xomashyo ombori va sulfat kislotasi saqlagich; fosfatni sulfat kislotasi parchalash amalga oshiriladigan xizmat bo'linmasi (xuddi shu yerda ajraladigan storli gazlarni yuttirish ham amalga oshiriladi); superfosfat ombori, u yerda mahsulotni bir qancha muddat yetiltiladi va pishirilgan mahsulot hosil qilinadi. Uzluksiz usulda superfosfat ishlab chiqarish sxemasi 4.16-rasmda tasvirlangan.

Zavodga keltirilgan apatit konsentratini (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'yoriyashtirish bunkeriga uzatiladi. Siloslardagi materiallarning bir-biriga kirishib yopishib qolishini oldini olish maqsadida siloslar tagiga o'ratilgan yoriqli plitkalar orqali qisilgan

havo berib turilgan holda aeratsiya yuzaga keltiriladi. Fosfatning me'yoriy berilishi o'lovchi 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.



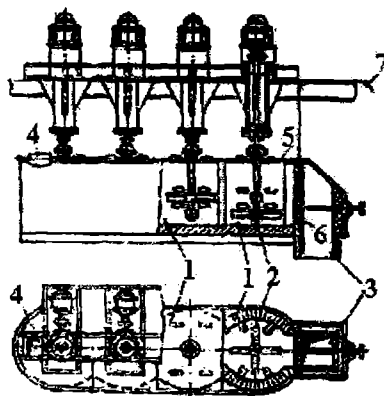
4.16-rasm. Superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

- 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'lovchi 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 kislotani suyultirishda ajraladigan azot oksidlari uchun gaz ajratgich; 19 – kislota uchun konsentratomer; 20 – tirqishli kislota sarflagich; 21 – superfosfat kamerasi; 22 – frezer; 23 – kamerali superfosfat transportyori; 24 – superfosfatni omborga tashlagich.

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 (4.17-rasm).

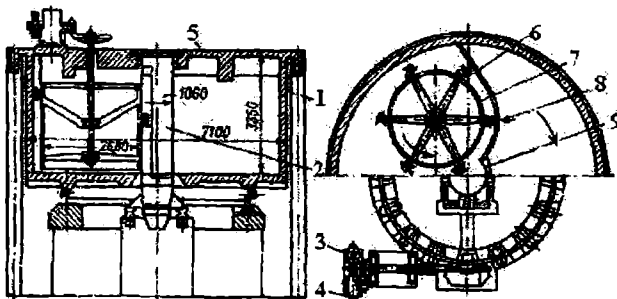
Suspenziya (bo'tqa) hajmi shiber (ishchi organi tekis shakldor plastinka) orqali tartibga solinadiki, bunda uning aralashtirilishi 5–7 min (Qoratog' fosforiti bilan ishlanganda esa – 2–3 min) davom ettirilishi ta'minlanadi. Suspenziya aralashtirgichdan superfosfat kamerasiga oqib tushadi (4.18-rasm). 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 zonasini tomonida frezer (7) joylashgan. Bu tik o'qda aylanuvchi po'lat moslama («karusel») ga xromli cho'yandan tayyorlangan pichoqli qanotlar mahkamlangan. Frezer kamera qopqog'iga osilgan holatda bo'lib, kamera aylanishiga qarama-qarshi yo'nalishda $0,13-0,17 \text{ s}^{-1}$ (8–10 ayl/min) chastotada aylanadi.



4.17-rasm. To'rt kamerali aralashtirgich:

1 – kameralar; 2 – aralashtirgichlar; 3 – suspenziya yig'gich quti; 4 – kirish tuynugi; 5 – qopqoq; 6 – cho'yanli shiber; 7 – shiberni ko'tarish va tushirish uchun mexanik chig'ir trosi.

Suspenziya aralashtirgichdan qopqoqdagi teshik (8) dan o'tuvchi quvur orqali uzluksiz ravishda kameraga oqib tushadi. Kameraning aylanish jarayonida superfosfat massasi frezerga tomon yo'nalishida qattiqlashib boradi va tayyor mahsulot frezerda qirib olinadi. Frezerning bir marta aylanishi natijasida 5–25 mm qalinlikdagi superfosfat qatlami qirib olinadi. Qirilgan superfosfat markaziy quvurga undagi yirik tirqish orqali tushadi va undan esa mahsulotni omborga uzatuvchi transporterga tushadi. Qo'zg'olmas markaziy quvur bo'yicha superfosfat massasining ishlqalanishi hisobiga yuzaga keladigan aylanish qarshiligini kamaytirish maqsadida kameraning yuklash zonasida markaziy quvurning tashqi devoriga yog'ochli eksentrik (9) joylashtirilgan. Uning vazifasi – yetiltirish jarayonida superfosfat massasining kengayishi uchun erkin hajm hosil qilishdir. Superfosfat massasining zichligi, dastlabki qotish jarayonida 1500 kg/m^3 ga teng va vaqt o'tishi bilan kamayib, kameradan chiqarish paytida 1100 kg/m^3 ga teng bo'ladi. Tarkibida karbonat tutgan fosforitlarni qayta ishlashda superfosfat massasi g'ovak bo'lganligi uchun uning kamera devoriga bosimi kam bo'ladi, uning zichligi $800\text{--}900 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi. Reaksiyada ajraladigan gazlar kamera qopqog'idagi teshikdan ventilatsiya quvuriga va undan esa absorbsion sistemaga so'riladi.



4.18-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 sovutiladi. 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 sovutiladi, vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi, uning yetilishi tezlashtiriladi, ombordan chiqarilishi ta'minlanadi.

Shularga qaramay, superfosfat omborda 2–3 hafta turib qoladi. Superfosfat ishlab chiqaruvchi yirik zavodlarda (1000–3000 t/sutka) katta hajmdagi omborlar talab etiladi. Buning natijasida ombordan chiqadigan katta hajmdagi havo tarkibidagi ftoarli 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'xtaiamiz).

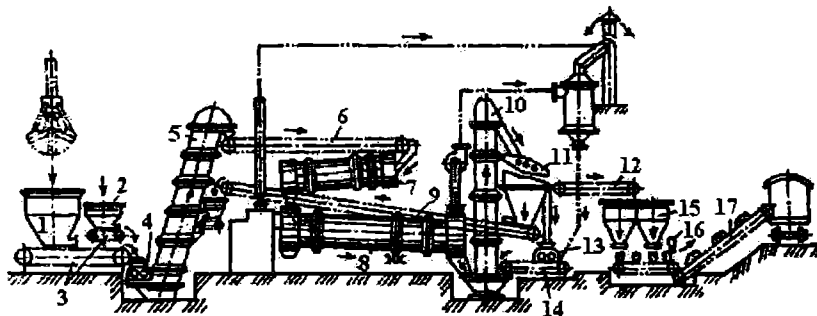
1 t kukunsimon superfosfat ishlab chiqarish uchun 0,53–0,55 t apatit konsentrati va 0,37–0,38 t sulfat kislota (100% li) talab etiladi.

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 4.19-rasmda tasvirlangan. Superfosfat va neytrallovchi qo'shimcha ostiga me'yorlashtirgich o'rnatilgan bunkerlar (1) va (2) dan lentali ta'minlagich (3) orqali o'qli tegirmon (4) ga tushadi, u yerda maylalanadi va aralashtiriladi. So'ngra aralashma elevator (5) ga tushadi, u yerga, shuningdek, donadorlangan superfosfatni elashdan qaytarilgan mayda fraksiya – retur muntazam ravishda kelib tushadi. Elevatorda 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 ayl/min) chastotada aylanuvchi barabandan 7 minut vaqt mobaynida o'tadi. Hosil bo'lgan nam donador mahsulot

diametri 2,2 m, uzunligi 14 m va $0,125 \text{ s}^{-1}$ (7,5 ayl/min) chastotada aylanuvchi quritish barabani (8) ga tushadi, u yerda 3–5% namlikkacha quritiladi. Suvda yaxshi eriydigan monokalsiyfosfatning yomon eriydigan kalsiy di- va metafosfatlarga aylanishini oldini olish maqsadida quritish jarayonida mahsulotning haroratini 95°C dan oshirmaslik kerak. Shuning uchun superfosfat va qizdiruvchi gaz bir xil yo‘nalishda beriladi, ya‘ni qaynoq gaz oqimi ko‘proq nam mahsulot bilan to‘qnashadi, natijada mahsulotning qizib ketish xavfi kamaytiriladi. Qizdiruvchi gaz quritgichga kirishda 600°C , undan chiqishda esa $100\text{--}120^{\circ}\text{C}$ haroratda bo‘ladi.

Quritishda ftor birikmalari ($2\text{HF} + \text{SiF}_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) uchib chiqadi. Superfosfat quritilishdan oldin qanchalik chuqur neytrallangan bo‘lsa, ftorli birikmalarning ajralishi ham shunchalik kamayadi, chunki superfosfat suyuq fazasidagi erkin fosfat kislotasining kamayishi natijasida SiF_4 ning parsial bosimi ham kamayadi. Odatda superfosfatda qolgan ftorning 10–17% i quritishda ajraladi; ftorning ajralish darajasi haroratning ko‘tarilishi va quritish davomiyligining uzayishi bilan ortadi. Donadorlangan sperfosfatdagi ftorning ulushi boshlang‘ich superfosfatdagiga qaraganda 0,1–0,15% ga kamayadi. Quritgichdan chiqadigan gazlar siklonli changtutgich orqali o‘tib, absorberlarda tozalanadi va atmosferaga chiqariladi.



4.19-rasm. Donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish sxemasi:

1 – superfosfat uchun bunker; 2 – neytrallovchi qo‘shimcha uchun bunker;

3 – lentali ta‘minlagich; 4 – valli tegirmon; 5,10 – elevatorlar;

6 – donadorlagichga uzatish transportyori; 7 – donadorlagich; 8 – quritish barabani; 9 – retur transportyori; 11 – elak; 12 – tayyor mahsulot transportyori;

13 – tegirmon; 14,17 – transportyorlar; 15 – tayyor mahsulot uchun bunkerlar; 16 – tikuv mashinasi.

Absorberda hosil bo'ladigan eritma superfosfat changi bilan ifloslangan bo'ladi. Uni tozalash qiyinchilik tug'diradi. Shuning uchun eritma zararsizlantirishga (bo'r bilan neytrallashga) yuboriladi yoki uni granulyatorida superfosfatni namlashga qaytariladi.

Quritilgan mahsulot elevator (10) orqali elak (11) ga kelib tushadi, u yerda fraksiyalarga ajratiladi. 4 mm dan yirik bo'laklar tegirmon (13) ga va maydalangandan so'ng, transportyor (14) da yana elakka qaytariladi. 2–4 mm o'lchamli fraksiya transportyor (12) yordamida tayyor mahsulot bunkerlari (15) ga, mayda fraksiya esa (umumiy miqdorning 20–30% i) retur transportyori (9) yordamida superfosfatning donadorlashdan oldingi massasiga qo'shish uchun yuboriladi. Donadorlangan superfosfat tayyor mahsulot bunkerlaridan vagonlarga to'kish orqali yuklanadi yoki qoplarga joylanib, transportyorlar yordamida va tikuv mashinasi (16) da qoplarning og'zi mahkamlanadi. Qoplangan superfosfat transportyor (17) orqali vagonlarga yuklanadi.

1 tonna donadorlangan superfosfat ishlab chiqarish uchun 1,015–1,025 t oddiy superfosfat sarflanadi.

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

Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiak bilan $\text{pH} = 4\div 4,5$ gacha neytrallash o'zlashadigan P_2O_5 ni kamaytirmaydi. Suvda eriydigan P_2O_5 miqdori esa 12–18% ga kamayadi va o'zlashadigan P_2O_5 ning 73–82% ini tashkil etadi. Ammoniyashtirishda ajraladigan issiqlik hisobiga mahsulot namligi 4–5% ga kamayadi. Qoratog' fosforitidan olingan superfosfatni ammiakli selitra yoki karbamidning ammiakatlari bilan ammoniyashtirish 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.

Yetiltirilgan superfosfatni gaz holatdagi ammiak bilan ammoniyashtirish, aylanuvchi gorizontal barabanlar – ammoniyagich-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 sovutiladi. Sovutilgan mahsulot qoplanadi.

Ammiakdan foydalanish darajasi 93–96% ni tashkil qiladi. Tarkibida 5–8 g/m³ NH_3 bo'lgan ammoniyashtirgichdan chiquvchi gaz suvli

absorberga yuboriladi. Hosil bo'lgan ammiakli suv (2–2,5% NH_3) superfosfat ishlab chiqarishda ishlatiladigan sulfat kislotani suyultirishda foydalaniladi.

1 t ammoniylangan donador superfosfat olish uchun 1,02 t nordon superfosfat va ~190 kg ammiak sarflanadi. Tayyor mahsulot tarkibida (% hisobida): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{sumum}}$ = 16–16,8; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'zl}}$ = 15–15,5; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{s.e}}$ = 11,5–12; N = 1,5–2,5; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{erkin}} < 0,5$ va 3% namlik bo'ladi.

Apatit konsentratidan oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi xomashyo uchun sarf koeffitsiyentlari hamda 1 soatlik materillar sarfi va ajralib chiqadigan gazlar miqdorini aniqlash

Boshlang'ich ma'lumotlar:

Monogidrat me'yori: 100 kg apatitga	68 kg
Sulfat kislotasi konsentratsiyasi	68%
Boshlang'ich minorali sulfat kislotasi konsentratsiyasi	76%
Kamerali superfosfat tarkibidagi:	
$\text{P}_2\text{O}_{5\text{sumum}}$	20,8%
$\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'zl}}$	17,6%
H_2O	11%
Mahsulot superfosfati tarkibidagi:	
$\text{P}_2\text{O}_{5\text{sumum}}$	21%
Apatit konsentratidagi:	
P_2O_5	39,4%
H_2O	1%

Izoh:

Korxonada ma'lumotlariga ko'ra kremneftorid kislotasi (100% H_2SiF_6 hisobida) ajratib olish 1000 kg superfosfat hisobiga 7,1 kg ni tashkil etadi.

Hisobni 100 kg apatit konsentratida asosida amalga oshiriladi.

Superfosfat ishlab chiqarishning moddiy balansi

100 kg apatitga to'g'ri keladigan sulfat kislotasining me'yori 68 kg monogidrat bo'lganda sarflanadigan:

$$76\% \text{ li } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (} 68 \cdot 100 \text{) / } 76 = 89,47 \text{ kg}$$

$$68\% \text{ li } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (} 68 \cdot 100 \text{) / } 68 = 100 \text{ kg}$$

Kislotani suyultirishga sarflanadigan suv miqdori: $100 - 89,47 = 10,53$ kg.

Kiritiladigan materiallarning umumiy miqdori: $100 + 89,47 + 10,53 = 200$ kg.

Kameradan chiqadigan superfosfat miqdori: $(39,4 / 20,8) \cdot 100 = 189,42$ kg.

Kamerada superfosfatni yetiltirilishida ajraladigan gazlar va bug' miqdori:

$$200 - 189,42 = 10,58 \text{ kg.}$$

Mahsulot sifatida yuboriladigan superfosfat miqdori: $(39,4 / 21) \cdot 100 = 187,62$ kg.

Superfosfatni omborda to'la yetiltirilishi va saqlanishida ajralib chiqadigan suv bug'i miqdori: $189,42 - 187,62 = 1,80$ kg.

Superfosfat ishlab chiqarishning moddiy balansi

Kirim	kg	%	Chiqim	kg	%
Apatit konsentrati ...	100	50,00	Mahsulot superfosfati ...	187,62	93,81
76% li H ₂ SO ₄	89,47	44,74	Parchalanishdagi gaz va suv bug'i	10,58	5,29
Suyultirishga beriladigan suv	10,53	5,26	Yetiltirilishdagi suv bug'i	1,80	0,90
Jami	200	100	Jami	200	100

Xomashyo uchun sarf koeffitsiyentlari (1000 kg mahsulotga nisbatan kg hisobida)

Moddiy balans ma'lumotlariga ko'ra, 1000 kg tayyor mahsulot ishlab chiqarish uchun talab etiladigan:

$$\text{apatit konsentratining miqdori: } 1000 \cdot \frac{100,0}{187,62} = 532,99 \approx 533 \text{ kg}$$

$$\text{sulfat kislota (monogidrat hisobida): } 1000 \cdot \frac{87,47 \cdot 76}{187,62 \cdot 100} = 362,4 \text{ kg}$$

Xomashyoning 1 soatlik sarfi

Yiliga 1 mln tonna superfosfat ishlab chiqaradigan korxonaga uchun ishlab chiqariladigan mahsulot, t hisobida:

$$\text{sutkasiga: } 1000000 / 350 = 2857$$

soatiga $2857/24 = 119,05$ (350 – yillik ish kuni, 15 kun ta'mirlashga ketadi).

Materiallar sarfi, t/soat hisobida:

apatit konsentrati: $119,05 \cdot 0,533 = 63,45$

sulfat kislota (monogidrat hisobida): $119,05 \cdot 362,4 \approx 43,2$

76% li H_2SO_4 shaklida $43,2 / 0,76 = 56,8$

68% li H_2SO_4 shaklida $43,2 / 0,68 = 63,5$

kislotani suyultirishga sarflanadigan suv: $63,5 - 56,8 = 6,7$

Ajraladigan ftorning 1 soatlik miqdori

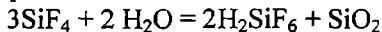
1 t superfosfatdan 7,1 kg vodorod kremneftorid kislota hosil bo'lishi hisobidan:

100% li H_2SiF_6 ($119,05 \cdot 7,1$) / 1000 = 0,845 t/soat

12% li H_2SiF_6 $0,845 / 0,12 = 7,4$ t/soat hosil bo'ladi.

Bu ftorga hisoblanganda esa: $(0,845 \cdot 6 \cdot 19) / 114 = 0,67$ t/soat ni tashkil etadi.

Vodorod kremneftorid kislota hosil bo'lishi va uni suyultirishga sarflanadigan suv miqdori, t/soat hisobida:



tenglamasi bo'yicha: $(0,845 \cdot 18) / 144 = 0,107$

H_2SiF_6 ni 12% gacha suyultirish uchun: $7,04 - 0,845 = 6,2$

Suvning umumiy miqdori: $6,7 + 6,2 + 0,107 \approx 13$.

6- §. Superfosfat ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarni tutib qolish

Ftor birikmalarining ahamiyati. Hozirgi zamon kimyoviy texnologiyasi va texnikasida ftorli birikmalar muhim rol o'ynaydi. Ular aluminiy, 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 flyuorit (plavik shpat) va fosfatli rudalar ftorning tabiiy manbalari hisoblanadi. Fosfatli rudalarda ftorning miqdori nisbatan oz bo'lishiga qaramay, butun dunyodagi ftorning bunday turdagi xomashyo zaxirasi 90% dan ortiqni, uning tarkibida 48,7% gacha ftor

bo'lgan flyuoritli zaxirasi esa 10% dan kamni tashkil qiladi. AQSH geologik boshqarmasi ma'lumotlariga ko'ra, fosfat rudalaridagi ftorning butun dunyo manbaalari 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 olishnishi va ishlatilishida ikkita: ftorli birikmalar ishlab chiqarishni kengaytirish va atrof-muhitga ftorli moddalar chiqishi hisobiga biosferaga zarar yetkazilishini oldini olish masalalari yechiladi.

Kimyo sanoatida ftor va uning organik va noorganik birikmalari ishlab chiqariladi. Suyuq vodorod ftorid, ftorid kislotasi, 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 qarishi kurashda, shuningdek, bariy ftoratsetatga o'xshash zoosidlar sifatida ishlatiladi.

Ftor birikmalari metallurgiyada [masalan, natriy ftoraluminatlar (kriolit) va aluminiy ftoridlar aluminiy ishlab chiqarishda], atom energetikasida, qurilish materiallari ishlab chiqarishda, to'qimachilik sanoatida va boshqa sohalarida 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 jonzorlarga toksik ta'sir etuvchi va tabiatdagi biologik muvozanatni buzuvchi 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, ammofos bilan – 200 kg. Xomashyodagi ftordan to'la unumli foydalanibgina buning oldini olinishi mumkin. Bu esa o'g'itlar ishlab chiqarishni ta'minlovchi yangi texnologik jarayonlarni barpo etishni va chiqindi gazlaridan ftor birikmalarining tutib qolinishini takomillashtirilishini talab etadi.

Ftorli (ko‘pincha, tabiiy fosfatlarni qayta ishlashda hosil bo‘ladigan) chiqindi gazlar uning birikmalarini ishlab chiqarish uchun asosiy manbaa 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 absorbsiya qurilmalariga ulardagi ftorni ushlab qolish uchun yuboriladi.

Donadorlangan superfosfatni quritishda superfosfatda qolgan ftorning ~ 17 foizi ajraladi; ftorning ajralish darajasi haroratning ortishi va quritish davrining uzayishi bilan ortadi. Fosfat kislotani ekstraksiyalashda boshlang‘ich fosfatdagi ftorning $18\text{--}20$ foizi gazli fazaga o‘tadi; kislotani bug‘latishda esa undan $\sim 80\%$ ftor yo‘qotiladi. Kamerali usul bilan qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishda tabiiy fosfat va fosfat kislotadagi umumiy ftorning ~ 15 foizi ajraladi. Qo‘shaloq superfosfatni donadorlash jarayonida ftorning $12\text{--}15$ foizi gazli fazaga o‘tadi. Fosfatlarni ftorsizlantirishda ulardan ftor deyarli to‘la ($93\text{--}97\%$) 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 ftor $\text{SiF}_4 + 2\text{HF}$ larning ekvivalent aralashmasi tarzida ajralib chiqadi. Fosfatlarni gidrotermik ftorsizlantirishda 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 konsentrlash barabanlaridagi gazlarda $8,5\text{--}9 \text{ g/m}^3$ ftor bo‘ladi. SiF_4 va HF bo‘lgan ftorli gazlar, shuningdek, fosfatlarni nitrat kislotasi ajratmasidan, uni $120\text{--}140^\circ\text{C}$ dagi bug‘ bilan ishlov berish orqali ham olinishi mumkin.

Kimyo sanoatlarida har xil navlardagi bir necha turdagi ftorli noorganik birikmalar ishlab chiqariladi.

Natriy kremneftorid 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.

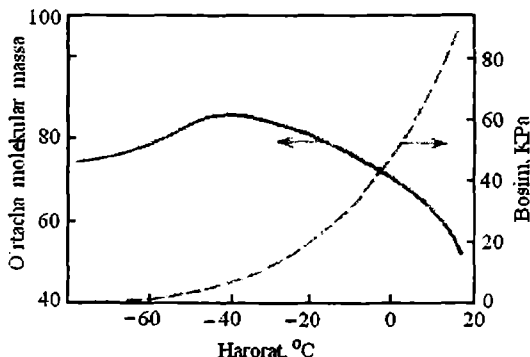
Oliy navli natriy fluorid tarkibida 94% dan ko'p, birinchi navlida – 84%, ikkinchi navlida – 80% NaF bo'ladi. Bundan tashqari, tarkibida 70% NaF va ko'p miqdorda erimaydigan qo'shimcha bo'lgan mahsulot ham ishlab chiqariladi.

Ftor va uning birikmalari ishlab chiqarish uchun: fosforli o'g'itlar ishlab chiqaruvchi zavodlarning, tarkibida SiF₄ va HF bo'lgan chiqindi gazlari va tabiiy kalsiy fluorid – plavik shpat yoki flyuorit asosiy xomashyo turlari hisoblanadi. Flyuoritning O'rta Osiyoda, Primoriya 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 uchraydi, shuning uchun tabiiy plavik shpat oq, zangor, sariq, pushti, ko'k ranglarga bo'yalgan holatda bo'ladi. Ayniqsa, kvarsit qo'shimchasi nomaqbul hisoblanadi, chunki fluoridlar ishlab chiqarishda u bir qism fluor bilan birikib kremneftoridlarga aylanadi. Odatda, qazib olinalgan plavik shpati boyitiladi.

Ftor birikmalarining fizik-kimyoviy xossalari. Vodород fluorid HF rangsiz, 19,9°C da (101,3 KPa da) qaynaydi, –83,1°C da suyuqlanadi. Gazsimon, suyuq va qattiq holatida, shuningdek, suvli eritmalarda HF molekullari assotsiyalanganidir (4.20-rasm). 0 dan 105°C gacha harorat (t) uchun HF bug'larining to'yingan bug' bosimi (P) quyidagi:

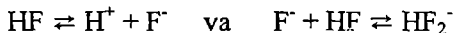
$$\lg P = 7,5 - 1952,6 / (355,5 + t)$$

formula bilan hisoblanadi.

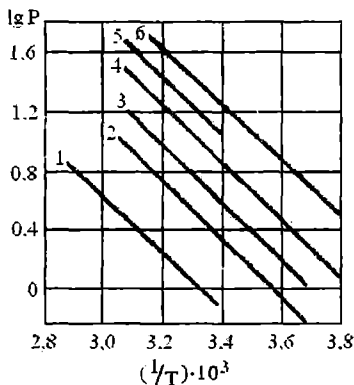


4.20-rasm. Vodород fluorid bug'ining o'rtacha molekular massasi va to'yingan bug' bosimi.

Vodorod fluorid suvda yaxshi eriydi, uning suvli eritmasi HF (aq) fluorid (plavik) kislota deyiladi. Fluorid kislota suvli eritmalarida gidrofluorid (difluorogidrogenat) HF_2^- ionlari hosil qilgan holda dissotsilanadi:



HF ishqoriy metallarning fluoridlari bilan $\text{MeF} \cdot n\text{HF}$ turidagi kristall birikmalar hosil qiladi, bunda masalan, KF uchun $n = 2, 3$ va 4 ga teng. Fluorid kislota ustidagi gazli fazadagi HF ning bosimi 4.21-rasmda ko'rsatilgan.

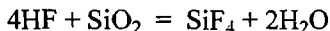


4.21-rasm. Fluorid kislota suvli eritmasi ustidagi HF ning bug' bosimi (P, KPa):

HF miqdori, %: 1 – 41,2; 2 – 50,9; 3 – 55,1; 4 – 60,52; 5 – 65,45; 6 – 70,23.

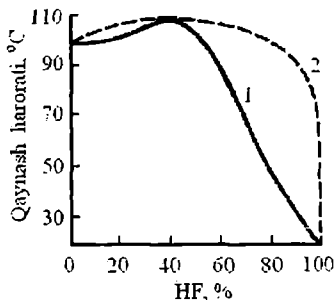
HF – H_2O sistemasida qaynash harorati va atmosfera bosimidagi bug'ning muvozanat tarkibi 4.22-rasmda keltirilgan. Bu ma'lumotlar tarkibida 0,1–1,8% H_2SiF_6 bo'lgan HF ning suvli eritmalariga taalluqlidir. Diagrammadan ko'rinadiki, HF – H_2O sistemasida tarkibida ~38% HF bo'lgan va 109°C (101,3 KPa) da qaynaydigan azeotrop aralashma mavjud.

Vodorod fluorid quruq holatda ko'pchilik element va ularning oksidlari bilan ta'sirlashmaydi, ammo namlik ishtirokida shiddatli reaksiyaga kirishadi. Fluorid kislota shisha va silikatlarni yemiradi, chunki kremniy dioksid bilan oson ta'sirlashadi:



Ayrim metallar, masalan, qo'rg'oshin va mis fluorid kislota ta'siriga nisbatan chidamlidir, chunki ularning sirtqi qavatida reaksiya mahsulotidan

hosil bo'lgan plyonka bilan o'ralib qoladi. HF ta'siriga rezina, ebonit va bir qancha plastmassalar yanada chidamlidir.



4.22-rasm. 101,3 KPa bosimda HF – H₂O sistemasidagi qaynash harorati va bug'ning tarkibi:

1 – suyuqlikning tarkibi; 2 – bug'ning tarkibi.

Ftorid kislota kletchatkani eritadi va shuning uchun terini yemirib, yara hosil qiladi. Shuning uchun ftorid kislota va vodorod ftorid bilan ishlanganda nihoyatda ehtiyot bo'lish lozimdir.

Natriy ftorid NaF – 990°C da suyuqlanadi, suyuqlanish haroratidan yuqorida anchagina uchuvchan bo'ladi. 0°C dagi to'yingan eritmasida 3,95%, 94°C da esa 4,73% NaF bo'ladi.

Natriy gidroftorid NaHF₂ 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 ftorid bo'lgan gazdan HF ni osonlik bilan yutadi va 250°C da konsentrlangan HF shaklida uni osonlik bilan ajratadi.

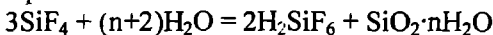
Kaliy ftorid KF 856°C da suyuqlanadi. NaF dan farqli ravishda u suvda yaxshi eriydi; To'yingan eritmasi tarkibida 20°C da – 47,75%, 100°C da – 59,83%, 140°C da – 60,5% KF bo'ladi. Suvli eritmalaridan: KF·4H₂O (–21,8 dan 17,7°C gacha) va KF·2H₂O (17,7 dan 45°C gacha) kristallogidratlari ajraladi, 45°C dan yuqorida esa suvsiz KF kristallanadi. Kaliy gidroftorid bilan to'yingan suvli eritma tarkibida 0°C da 18,63%, 100°C da 50,5% KHF₂ bo'ladi.

Ammoniy ftorid NH₄F suyuqlanmasdan haydaladi. To'yingan suvli eritmasi tarkibida 20°C da 45% NH₄F bo'ladi. NH₄F – HF sistemasida NH₃·nHF (bu yerda, n = 2, 3 va 4) birikmalari hosil bo'ladi.

Kremniy tetraftorid SiF_4 – rangsiz gaz, sovutilganda to‘g‘ridan-to‘g‘ri qattiq fazaga o‘tadi. Qattiq holatdagi SiF_4 – $94,8^\circ\text{C}$ da haydaladi. Qattiq holatdagi SiF_4 ning sublimatsiyalanish bosimi:

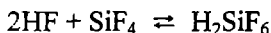
$$\lg P = 9,5 - 6100/(4,57T)$$

formula bilan hisoblanadi. Kremniy tetraftorid suvga yaxshi (1 hajm suvga 265 hajm) yutiladi, bunda gidrolizlanib, geksaftorsilikat va silikat kislotalarni hosil qiladi:

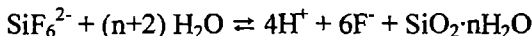


$600\text{--}800^\circ\text{C}$ gacha haroratda SiF_4 ning suv bug‘i bilan gidrolizi juda oz darajada sodir bo‘ladi.

Kompleks geksaftorsilikat (kremneftorid, ftorosilikat) kislota H_2SiF_6 ham ftorid kislotada SiF_4 ning erishi natijasida hosil bo‘ladi:



H_2SiF_6 eritmalarida vodorod ionlarining yuqori konsentratsiyali bo‘lishini HF ning dissotsilanish ($\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$) muvozanatini F^- ionini erigan SiF_4 ga birikishi natijasida SiF_6^{2-} kompleks ioniga aylanishi ($2\text{F}^- + \text{SiF}_4 \rightleftharpoons \text{SiF}_6^{2-}$) hisobiga o‘ng tomonga siljishi orqali izohlanadi.



gidrolizning muvozanat konstantasi 20°C da $K = [\text{H}^+]^4[\text{F}^-]^6/[\text{SiF}_6^{2-}]$ ning qiymati $4 \cdot 10^{-28} \div 1 \cdot 10^{-27}$ oralig‘ida bo‘ladi.

Geksaftorsilikat kislota – konsentrlangan suvli eritmalaridan 19°C da suyuqlanadigan rangsiz $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kristallari shaklida ajraladi. Bug‘lari HF va SiF_4 ga kuchli dissotsilanadi.

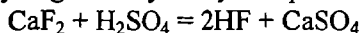
480°C da natriy kremneftorid Na_2SiF_6 ning NaF va SiF_4 ga dissotsilanish bosimi $1,07\text{ KPa}$ ga teng, 522°C da – $6,16\text{ KPa}$ ga teng, yanada yuqori haroratda u keskin ortadi. Na_2SiF_6 ning suvda eruvchanligi 20°C da – $0,66\%$ ga, 100°C da – $2,45\%$ ga teng. Uning ftorid kislotadagi eruvchanligi esa birmuncha yuqori bo‘ladi. Na_2SiF_6 suvli eritmalarda, ayniqsa, kuchsiz eritmalarida ko‘proq gidrolizlanadi. Gidrolizlangan eritmalar uchun $\text{pH} = 3,5 \div 4$ bo‘ladi.

Ftorid (plavik) kislota. Texnik ftorid kislota A va B markalarda ishlab chiqariladi va Davlat standarti talablariga muvofiq, ularning tarkibida mos holda: 70 va 40% dan ortiq HF; $0,5$ va $0,02\%$ dan kam H_2SiF_6 ; $0,1$ va $0,02\%$ dan kam H_2SO_4 bo‘ladi. Ftorid kislota gummirlangan po‘lat temir yo‘l sistemalarida va polietilen idishlarda tashiladi. Tarkibida HF ning miqdori $99,9\%$ dan kam bo‘lmagan (oliy nav) yoki $99,87\%$ bo‘lgan (1-nav) suyuq vodorod ftorid uchun idish sifatida

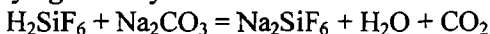
yuqori bosim sharoitida ishlatishga mo'ljallangan po'lat ballonlar, konteynerlar va maxsus temiryo'l sistemalari ishlatiladi.

Suvsiz vodorod ftorid va ftorid kislotasi olish uchun ko'pincha plavik shpat (flyuorit) ishlatiladi.

Maydalangan plavik shpat pechda 220–280°C haroratda 90–92% li sulfat kislotasi bilan quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:

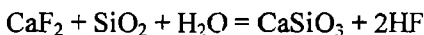


Pechdan tashqi qizdirish orqali HF bilan to'yingan gaz chiqadi va uni sovutish natijasida suyuq vodorod ftorid kondensatsiyalanadi. Pechdan ichki qizdirish orqali HF bilan to'yinmagan gaz chiqadi va uni suv bilan yuvish natijasida plavik kislotasi olinadi. Plavik kislotasi – vodorod ftorid va xomashyodagi kremnezem qo'shimchasidan hosil bo'ladigan geksaftorsilikat kislotasi bilan ifloslangan bo'ladi. Plavik kislotani geksaftorsilikat kislotadan tozalash uchun u soda bilan qayta ishlanadi, bunda yomon eriydigan natriy kremneftorid cho'ktiriladi:



Tozalangan kislotasi – cho'ktirish orqali kriolit, aluminiy ftorid va natriy ftorid yomon eriydigan mahsulotlariga qayta ishlanadi.

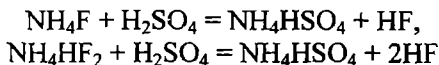
Flyuoritdan ftorid kislotasi olishning boshshqa bir usulida u 1200°C dan yuqori haroratda pirogidrolizlanadi. Oson suyuqlanuvchi shlak hosil bo'lishi uchun pirogidroliz jarayoni kvarsit yoki boshqa SiO₂ tutgan materiallar ishtirokida o'tkaziladi. Natijada kalsiy silikat va HF hosil bo'ladi:



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 kislotasi yoki termik parchalash orqali HF olish afzalroqdir. Masalan, SiF₄ ni ammiakli absorbsiyalash natijasida dastlab ammoniy ftorsilikati hosil qilinadi; uning keyingi ammoniydan olinishi va SiO₂ cho'kmasining ajratilishidan olingan NH₄F eritmasi qattiq natriy ftorid bilan aralastiriladi. Bunday eritma bug'latilganda ftorsilikatning parchalanishi uchun qaytariladigan ammiak ajraladi; hosil bo'ladigan natriy gidroftoriddan gaz holatdagi HF ajratib olinishi uchun qizdiriladi va qattiq qoldiq ishlab chiqarish sikliga qaytariladi. Bu usulda ftorli gazlarning va shunga muvofiq holda ammoniy

ftorsilikat eritmasining tozaligi muhim ahamiyatga egadir, chunki fosfatli va sulfatli qo‘shimchalar aylanuvchi eritmalar va natriy ftorid tarkibida to‘planadi; ularni sikldan chiqarishga to‘g‘ri keladi.

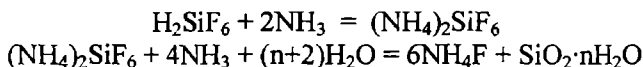
Boshqa usul ammiakning qisman uchirilishi hisobiga ammoniy ftorid suyuqlanmasini bug‘latishga asoslangan; bunda ammoniy ftorid va gidroftorid aralashmasi olinadi, uni 200–330°C da sulfat kislotasi bilan parchalanadi:



Ikkinchi reaksiyada ammiak va sulfat kislotasi sarfi, shuningdek, oraliq mahsulot – NH_4HSO_4 miqdori sarfi birinchi reaksiyadagiga nisbatan 2 marta kamdir.

Ammoniy ftorid. Ftorli chiqindi gazlaridan yoki ularni tutib qolish mahsulotlaridan oson qayta ishlanadigan boshqa birikmalar – ammoniy ftorosilikatlar 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, flyuoritning 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 flyuoritlarni qayta ishlash imkoniyati yaratiladi. Bunda xomashyoda kremnezem miqdorining ko‘pligi, nafaqat o‘rinsiz hisoblanmaydi, balki, aksincha, qo‘shimcha mahsulot – oq qurumning unumini oshirish imkoniyatini yaratadi.

Ftorli chiqindi gazlaridan olingan geksaftorsilikat kislotasi ammiak yoki ammiakli suv bilan neytrallanishi quyidagi reaksiya bilan sodir bo‘ladi:



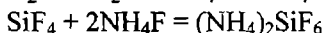
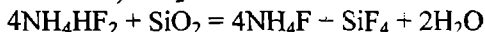
Ajralib chiqadigan amorf silikat kislotasi cho‘kmasi yuvilgandan va quritilgandan so‘ng oq qurum deb nomlanadigan mahsulot tarzida ishlab chiqariladi. U rezinali aralashmalarda to‘ldiruvchi vazifasini o‘taydi va rangli rezina buyumlari tayyorlashda texnik uglerod (qora qurum) o‘rniga ishlatiladi. Cho‘kmani ajratilgandan so‘ng nihoyat toza ammoniy ftorid eritmasi qoladi, uni ftorning turli xildagi tuzlariga qayta ishlanadi.

Silikat kislota 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 fluorid 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 qurumga aylantirish imkoniyatini yaratadi. Jarayon kvarts qumi va boshqa SiO₂ bo'lgan materiallarni ammoniy fluorid eritmasi bilan qizdirish orqali qayta ishlashga asoslangan. Jarayon oraliq ammoniy gidrofluorid hosil bo'lishi orqali quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:

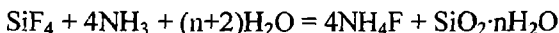


So'ngra, hosil bo'ladigan ammoniy gidrofluorid (bu mahsulot alohida olinishi mumkin va to'g'ridan-to'g'ri kremnezemli materiallarni eritish uchun ishlatilishi mumkin) SiO₂ bilan ta'sirlashadi:



Olinadigan ammoniy fluorosilikat eritmasi parchalanmagan qoldiqdan filtrlash orqali ajratiladi va 15–20°C da jarayonning birinchi bosqichida ajraladigan ammiak bilan kuchsiz ishqoriy muhitgacha to'yintiriladi. Bunda SiO₂ qaytadan qattiq fazaga o'tadi, lekin bunda ajratiladigan cho'kmani yuvish va quritish orqali qimmatli aktiv adsorbsiya xossasini namoyon etuvchi mahsulot olinadi. Ammoniy fluorid 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 cho'kmasini yuvishdan olingan ammoniy fluorid eritmasining ishlatilishi SiO₂·nH₂O cho'kmasi hosil bo'lishini bartaraf etadi. Odatda absorbsiyaning ushbu sxemasi bo'yicha tarkibida 1–3% erkin H₂SiF₆ bo'lgan ammoniy fluorosilikatning kislotali eritmasi olinadi.

Ammoniy fluorosilikat olish uchun H₂SiF₆ ning 10–12% li eritmasi ammiak bilan pH = 2÷3 gacha neytrallanadi, 28–30% gacha bug'latiladi, (NH₄)₂SiF₆ kristallantiriladi, uni sentrifugalarda ajratiladi va quritiladi. 1-navli mahsulot tarkibida: quruq moddada 92% dan kam bo'lmagan (NH₄)₂SiF₆ va 3% dan ko'p bo'lmagan namlik, erkin H₂SiF₆ 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.

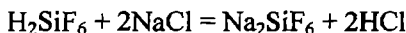
Ammoniy florid kristalli uning eritmalarini ammoniylash orqali ham olinishi mumkin. Ammoniy florid eritmasini bosqichma-bosqich to'yinish holatigacha bug'latish va kristallantirish orqali ham olinishi mumkin. Bug'latishda NH_4F ning bir qismi kislotali tuz va gaz holatdagi ammiak hosil qilgan holda dissotsilanadi. 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°C da quritiladi. Qoldiq eritma esa bug'latishga qaytariladi.

Natriy geksaftorsilikat (ftorosilikat, kremneftorid). Geksaftorsilikat kislotani natriy ftorosilikatga qayta ishlashda uni 15–20°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 kislotani suyultirish uchun foydalanilishi mumkin).

Insektisid 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 kislotadan reagentlar kiritish davomiyligini 30 dan 360 s 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 kislotaga quyilishi, 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.

Kislotada 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. 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'ktilrigandan keyin qoladigan qoldiq eritmada 2% atrofida NaCl bo'lishi kerak.

Na_2SiF_6 kristallari qoldiq eritmadan va siklonda yoki 30 min tinch qoldirish bilan silikat kislotaga gelidan ajratiladi. Na_2SiF_6 kristallarining cho'kish tezligi 3 m/s ga, silikat kislotaga 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 kislotaga gelidan tozalanishi talab etmaydi.

Eritma va kremnegelning dekantatsiyasidan so'ng Na_2SiF_6 ning quyultirilgan suspenziyasi xlorid kislotani neytrallash uchun o'ziga 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'ktiliradi 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. Yuvindi 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'olmaydigan 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; maydalangan 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'radi. 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, reaksiyon 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; uni odatda ohak bilan neytrallanadi.

Ishlab chiqarishning boshqa bir chiqindisi kremnegel hisoblanadi, superfosfat ishlab chiqarishda ftoridli gazlardan ushlab qolinadigan uning miqdori ftorosilikat kislotasi massasining ~20% ini tashkil etadi yoki 1 t superfosfatga 1,6–1,8 kg to'g'ri keladi. Kremnegel zarrachasining o'lchami 1 mikrometrdan kichikdir. Yuqoridan va quritishdan so'ng olingan material shishaga va sementli shixtaga qo'shimcha sifatida, rezinali aralashmaga yoki teploizolatsiya materiallariga to'ldiruvchi sifatida ishlatilishi mumkin.

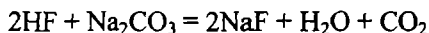
Natriy ftorosilikat o'g'itlar ishlab chiqarishda olingan va tarkibida H_2SiF_6 qo'shimchasi bo'lgan eritmalaridan cho'ktirish orqali, masalan, ekstraksiyon fosfat kislotasi eritmalarini soda yoki natriy fosfat bilan, nitrat kislotasi ajratmani – soda yoki natriy nitrat bilan qayta ishlash natijasida ham tayyorlanishi mumkin. Ammo bunda cho'ktiruvchini ortiqcha miqdorda (me'yoriy miqdorning 140–150 foizi) talab etiladi, mahsulot sifatini, unga qo'shimchalar (masalan, kalsiy sulfat, parchalanmagan fosfat va h.o.) 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 siklonning yuqori qismidan 10–15% kristall holatdagi Na_2SiF_6 qo'shimchalar bilan birgalikda yo'qotiladi.

Kaliy ftorosilikat olish uchun H_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

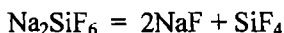
ishlatilish sohalarni yanada cheklaydi. Shuning uchun ftorli gazlarni boshqa mahsulotlarga aylantirish muammolari yuzaga chiqadi. Aluminiy, shisha, ftorli uglevodorodlar va boshqalar ishlab chiqarishda ftorli gazlarni natriy, aluminiy, ammoniy ftoridlarga va kriolitga qayta ishlash maqsadga muvofiqligi yanada yaqqolroq ko‘rinadi. Bu birikmalar ftorli gazlarni tutib qolish jarayonida ham, oldindan hosil qilingan H_2SiF_6 yoki Na_2SiF_6 lardan ham olinishi mumkin.

Natriy ftorid. Nisbatan sifatli natriy ftorid ftorid kislotani soda bilan neytrallanishidan olinadi:



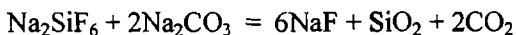
Geksaftorsilikat kislota va uning tuzlarini qayta ishlashga asoslangan usullar keng tarqalgandir.

600–620°C da aylanuvchi pechda natriy ftorosilikat qizdirilganda quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi:



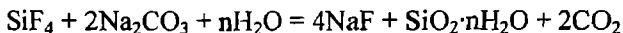
Ajralib chiqadigan SiF_4 yana suvga yuttirilib, Na_2SiF_6 ga aylantirilishi mumkin – bunga *termik usul* bilan NaF ishlab chiqarishning siklik sxemasi asoslangan. Ikkilamchi SiF_4 ni tutib qolinishidan toza (36–39% li) ftorosilikat kislota olish mumkin, uni ishlab chiqarish sikliga qaytarilishi ham mumkin yoki ftorosilikatlarga 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 SiF_4 ning sodali eritma bilan yuvilishidan iboratdir. SiF_4 ning absorbsiyasi quyidagi reaksiya bo‘yicha boradi:

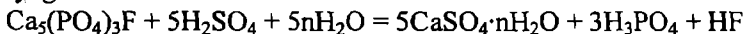


va NaF ning cho‘ktirilishi bitta jarayonda amalga oshiriladi. Ammo bunda NaF ning $SiO_2 \cdot 2H_2O$ bilan aralashmasi olinadi, ularni zichliklari hamda natriy ftorid va mayda dispers kremniy dioksidning zarrachalar o‘lchamining farqiga asoslangan klassifikatsiyalarga ajratiladi.

Soda-suspenziyali usulda soda eritmasi bilan Na_2SiF_6 suspenziyasi ta’sirlashadi va reaksiyon eritma hajmi anchagina kamayadi.

7- §. Ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish

Ekstraksiyon fosfat kislota 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 – *ekstraksiyali yoki ho'l usul* deyiladi. Bunda olingan mahsulot ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) deb yuritiladi. Bu keng tarqalgan fosfat kislota olish usuli mineral o'g'itlar, ozuqali va termik fosfatlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

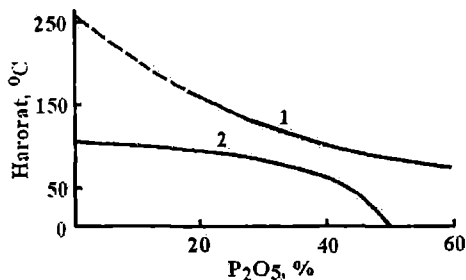
Sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonini amalga oshirishning asosiy sharti fosfat kislotalardan kalsiy sulfatning yetarli darajada yirik bo'lgan, oson ajraladigan va yaxshi yuviladigan kristallarini ajratib olishdan iboratdir. Bunga jarayonning ayrim bosqichlari uchun jihozlarni oqilona tanlash va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

Ekstraksiyalash jarayonida kalsiy sulfatning fosfat kislotalaridagi harakatchan suspenziyasini olish, uni aralashtirish va tashish mumkin bo'lishi lozimdir. Tabiiy fosfatni konsentrlangan sulfat kislota bilan to'g'ridan-to'g'ri aralashtirilganda fazalarga ajralishga amalda imkon bermaydigan quyuq suspenziya hosil bo'ladi. Uning harakatchanligini ta'minlash uchun, «*aylanma*» kislota deb ataluvchi – mahsulot sifatidagi fosfat kislotalarning bir qismi bilan fosfat kislotalardan ajratib olingan fosfatli cho'kma (fosfogips) ni suvda yuvishda hosil bo'ladigan eritmaning aralashmasini resirkulatsiyasi hisobiga suyuq va qattiq fazalarning massa nisbati (S:Q) 2:1 dan 3,5:1 oralig'ida ushlab turiladi.

Resirkulatsiya bilan bog'liq holda fosfatli xomashyodan o'tadigan qo'shimchalarning eritmalarida to'planishi ekstraksiya jarayoni uchun o'ziga xosdir. Qo'shimchalar konsentratsiyasi xomashyo tarkibidan ham, suyuq, gaz va qattiq fazalar orasida taqsimlanadigan tegishli komponentlar tarkibidan ham aniqlanadi. Ishlab chiqarish eritmalarida ishqoriy metall kationlari, magniy, aluminiy, temir kationlar va SO_4^{2-} , F^- , SiF_6^{2-} anionlar qo'shimchalarining mavjud bo'lishi sulfatli cho'kma va mahsulot kislotalarining 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 metastabil digidrat shaklda namoyon bo'ladi.

Shunday qilib, ekstraksiyalashda ajratiladigan kalsiy sulfatning gidratatsiya darajasi stabil shakllarga mos kelmasligi mumkin va u jarayonni o'tkazilish aniq sharoitiga bog'liqdir. 4.23-rasmda tasvirlangan diagrammada kalsiy sulfatni amaliy gidratatsiya darajasining ekstraksiya usuli (rejimi) – fosfat kislotaning konsentratsiyasi va haroratiga bog'liqligi ko'rsatilgan. Egri chiziq (2) dan pastki sohada kalsiy sulfat gips shaklida, egri chiziq (1) dan yuqorida angidrit shaklida, ular orasidagi sohada esa yarimgidrat shaklida ajraladi.



4.23-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 hosil qilinadi, so'ngra, suspenziyani suyultirish va sovutish orqali uni gipsga qayta kristallantiriladi. Bunday usullar xomashyodan unumli foydalangan holda yuqori konsentratsiyali (50% gacha P_2O_5) kislota olish imkoniyatini yaratadi. Angidritli rejim yuqori haroratda jihozlarning korroziyalanish xavfi katta bo'lganligi va kalsiy sulfatning mayda kristallaridan fosfat kislota va yuvuvchi eritmaning o'tishi qiyinligi tufayli filtrlanishning yomonlashishi sababli hozircha qo'llanilmaydi. Bu qiyinchiliklarni bartaraf etish bo'yicha izlanishlar o'tkazilmoqda.

Ekstraksiyalashda hosil bo'ladigan kalsiy sulfat kristallarining shakli va o'lchami – cho'kma qatlamining filtrlash xossasini belgilab beradi, shunday ekan, uning fosfat kislotadan yuvilish samaradorligi haroratga va kislota konsentratsiyasiga, to'yinishning pasayish darajasi va sharoitiga bog'liqdir. Ular ham, shuningdek, eritmadagi Ca^{2+} va SO_4^{2-} ionlarining nisbatiga va magniy, aluminiy, flor 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 $SO_3:CaO$ molyar 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 eritmadagi SO_3 1,5–2,5; 0,8–1,2%; 2,5–4,5% bo'lishi optimal hisoblanadi. Gipsning kristallanishini iloji boricha kamto'yingan eritmadan kristallanishini ta'minlash lozim. Bu shart-sharoitlar suspenziyaning intensiv aralastirilishini, uning resirkulatsiyasini (boshlang'ich komponentlarni kiritish qismiga qaytarish), sulfat va aylanma fosfat kislotalarni oldindan aralastirishni 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.

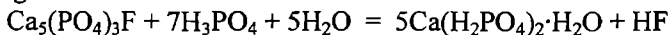
Kalsiy sulfatning kristallanishiga eritmada qo'shimchalar ham ta'sir etadi. Kristallanishga eritmada $(AlF_n)^{(3-n)+}$ turidagi kompleks ionlar hosil qiluvchi aluminiy va fluor birikmalari kabi qo'shimchalar yanada ko'proq ta'sir qiladi; $(AlF_n)^{(3-n)+}$ kompleks ionlari kristallarning ma'lum tomonlariga so'rilib, izometrik yassi gips kristallari va oltiqirrali yarimgidrat prizmalari ajralib chiqishiga sabab bo'ladi.

Suspenziyaning suyuq fazasida sulfatlar miqdorini optimal darajada ushlab turish mahsulot kislotasiga yuqori darajadagi P_2O_5 o'tishiga erishishda muhim sharoit hisoblanadi. Sulfatlar konsentratsiyasining pasayishi natijasida fosfat minerallarining parchalanish darajasi va tezligi kamayadi, shu bilan birgalikda SO_4^{2-} va HPO_4^{2-} ionlarining radiuslari yaqin bo'lganligi sababli kalsiy sulfat kristall panjarasiga kalsiy fosfatlarning o'rinishi (« P_2O_5 egallash») ortadi. Erkin sulfat kislota konsentratsiyasining ortishi P_2O_5 egallashni kamaytiradi, ammo fosfat zarrachalari sirtida diffuziyalanish va parchalanishni pasaytiruvchi kalsiy sulfatning quyqali mustahkam qatlam hosil qilib, kristallanishiga olib keladi. Shuning uchun amaliyotda parchalanishga ulgurmay qoladigan xomashyo, P_2O_5 egallash va cho'kmani vakuum-filtrda to'la yuvmaslik hisobidan minimal yo'qotilishga erishish uchun yo'naltirilgan optimal sulfatli tartib (rejim) tanlanadi.

Ekstraksiyalashning optimal sharoitida fosfat minerallarining parchalanish tezligi yetarlicha yuqori bo'ladi, jarayonning davomiyligi esa kristallanish tezligi va kalsiy sulfat kristallarining o'sishi orqali aniqlanadi. Amalda ekstraksiyalash davomiyligi xomashyo turi va jarayon tartibiga qarab 4–8 soat ni tashkil etadi. Bu yetarlicha yirik (albatta, cho'ktirishning optimal sharoitiga amal qilinganda), filtrda oson ajraluvchi kristallar hosil bo'lishini ta'minlaydi va reagentlarni qisqa muddatda qo'shish natijasida yuzaga keluvchi jarayon ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir etuvchi omillardan yiroq bo'lishga olib keladi. Jarayon davom etishining kerakli vaqti, tegishli reaksiya hajmi (ekstraktor) tanlash va u orqali reaksiya massa (suspenziya) ning sekinlik bilan, ammo shiddatli aralashtirilgan holda o'tishi hisobiga ta'minlanadi. Reaksiya hajmi sifatida bir, ikki va undan ortiq sondagi reaktorlar ishlatiladi. Masalan, aralashtirgichlar bilan ta'minlangan va to'siqlar bilan ajratilgan bir necha bo'linmalardan iborat to'g'ri burchakli katta rezervuar shaklidagi bir bankali ekstraktor; bo'linmalarga ajratilgan yoki to'siqsiz 2–8 silindrik ekstraktorlardan iborat pog'onali qurilma (kaskad) kabilardan foydalaniladi.

Ekstraktorlar, aralashtirgichlar, o'tkazuvchi quvurlar, nasoslar va boshqa jihozlar qaynoq fosfat kislota ta'siri (korroziyasi) dan va suspenziyani aralashishi hisobiga yuzaga keladigan ishqalanish ta'sirida yemirilish (eroziya) dan himoya qilingan bo'lishi lozim.

Fosfatli xomashyo, sulfat va aylanma fosfat kislota me'yorlashtiruvchi qurilmalar va nasoslar yordamida ekstraktorning birinchi bo'linmasiga uzatiladi. Dastlabki aralashmada fosfat kislota ham bo'lganligi sababli:

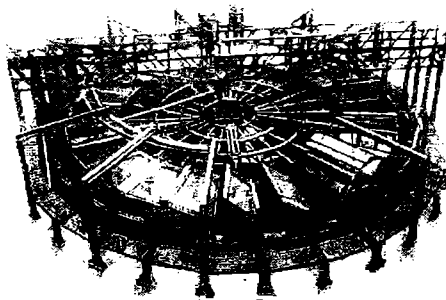


tenglama bilan ifodalanuvchi reaksiya ham sodir bo'lishi mumkin. Hosil bo'ladigan monokalsiyfosfat sulfat kislota bilan qayta ishlanib, kalsiy sulfat kristallantiriladi. Ekstraktorning birinchi bo'linmasiga, shuningdek, oxirgi yoki undan oldingi bo'linmadan suspenziyaning birtalay qismi qaytariladi – bu esa to'yinishning kamayishini va kalsiy sulfatning kristallanish sharoiti yaxshilanishini ta'minlaydi. Ekstraktorning gazli bo'shlig'idan xomashyoni parchalanishi natijasida ajraladigan ftorli gazlar absorpsion sistemaga so'rib olinadi, u yerda H_2SiF_6 ning suvli eritmasi bilan tutib qolinadi.

Ekstraktorning oxirgi bo'linmasidan kalsiy sulfatning fosfat kislotali suspenziyasidagi komponentlarni ajratish uchun filtrlashga yuboriladi. Fosfogipsni reaksiyon massa suyuq fazasidan ajratish natijasida – asosiy filtrat, fosfogipsni suv bilan yuvish natijasida esa – *yuvindi filtrat* hosil qilinadi. Asosiy filtratning bir qismi tayyor mahsulot sifatida chiqariladi, qolgan qismi esa yuvindi filtrat bilan aralashiriladi va *aylanadigan eritma* tarzida ekstraktorga qaytariladi. Yuvish soniga bog'liq holda turli konsentratsiyadagi bir necha filtratlar hosil bo'ladi. Yuvish soni bo'yicha filtrlash sxemasi nomlanadi, masalan, uch-, to'rt filtratli va h.o.

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 ekstraksiyon sistemalarda tarnovli karusel vakuum-filtrlar qo'llaniladi (4.24-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'linmasida 0,9 m ni, tashqi bo'linmasida 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.



4.24-rasm. Tarnovli karusel vakuum-filtr.

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

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

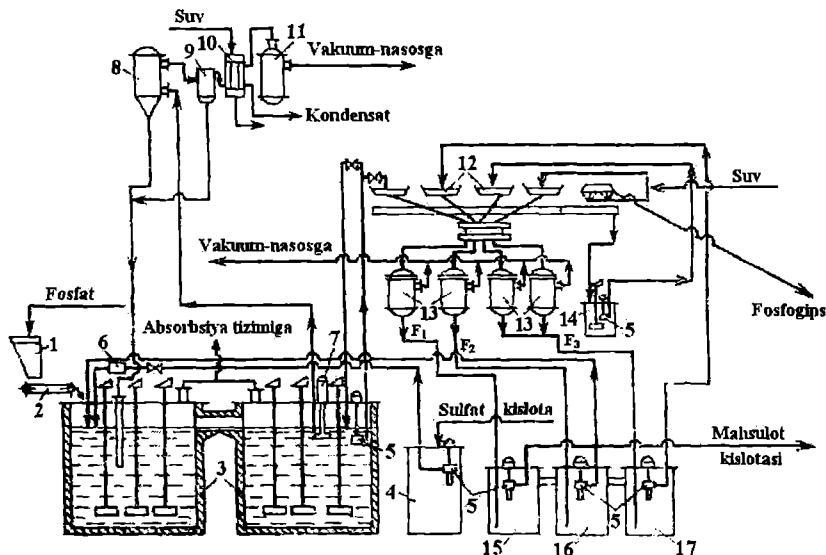
Hozirgi paytda butun dunyo sanoatlari amaliyotida sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonining kalsiy sulfatni cho'ktirish tartibi va texnologik sxemalar alohida bo'g'inlarining uskunali jihozlanishi: boshlang'ich reagentlarni me'yoriy kiritish, reaksiyon suspenziya olish, uning haroratini boshqarish,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

Ekstraksiyon fosfat kislota olishning digidratli usuli. Jahon amaliyotida (shu bilan birgalikda bizning mamlakatimizda ham) ekstraksiyon 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 korxonasi fosforitlardan ekstraksiyon fosfat kislota va undan ammmofos olinadi.

Shunday quvvat bilan EFK ishlab chiqarishda temir-betonli korpus bilan niqoblangan to'g'ri burchakli o'n seksiyali ekstraktor (ishchi hajmi 740 m^3) yoki ikki bankali (biridan ikkinchisiga suyuqlik o'z-o'zicha oqib tushuvchi va bir-biriga bog'langan ikki silindrik reaktor), aktiv filtrlash sirt yuzasi 80 m^2 (umumiy sirt yuzasi – 100 m^2) bo'lgan tarnovli karusel vakuum-filtr va qo'shimcha jihozlar majmuasidan iborat texnologik tizimdan foydalaniladi. Ekstraktorlarining hajmi 1500 m^3 dan katta va filtr sirt yuzasi 135 m^2 bo'lgan kuchli sistemalar ham ishlatiladi. Ekstraksiya tizimini bundanda kattalashtirish g'oyalari ham mavjuddir.

4.25-rasmda apatit konsentratidan fosfat kislota (28–32% P_2O_5) ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi tasvirlangan (shunga o'xshash sxema bo'yicha Qoratog' fosforitidan 20–22% P_2O_5 konsentratsiyali kislota olinadi). Fosfatning parchalanishi $\sim 900\text{ m}^3$ hajmli ekstraktorda (to'ldirilish koeffitsiyenti 0,8) amalga oshiriladi. Ekstraktor ZI–35 markadagi xromnikelmolibdenli po'lat (yoki kislotabardosh materiallar bilan himoyalangan St.3) dan tayyorlangan ikkita (diametri 13 m, balandligi 5,3 m bo'lgan) silindrik reaktordan tarkib topgan. Har bir reaktorga bitta markaziy propellerli (yo'naltiruvchi apparatning kuraklarini burab quvvati o'zgartiriladigan gidravlik trubinali) va sakkizta trubinali aralashtirgichlar o'rnatilgan bo'ladi. Birinchi reaktorga bunker (1) dan og'irlik o'lchov me'yorlashtirgich (2) orqali uzluksiz suratda apatit konsentrati kiritiladi. Xuddi shu yerga muntazam ravishda barometrik yig'gich (16) dan botirma nasoslar yordamida aylanma fosfat kislotali,

vakuum-bug'latgichli qurilmadan keladigan sirkulatsiyali suspenziya [sirkulatsiyaning qaytarilishi (8÷12):1 nisbatda bo'ladi] va sulfat kislota yuboriladi (sulfat kislotaning bir qismi yoki to'la ikkinchi reaktorga ham berilishi mumkin).



4.25-rasm. Digidratli usulda ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – fosfatli xomashyo uchun bunker; 2 – og'irlik o'lovchov me'yorlagichi;
 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 vakuum-filtrining tarmovlari; 13 – separatorlar; 14 – filtrli to'qima regeneratsiyasidan hosil bo'luvchi suspenziyaning oraliq yig'ichi; 15, 16, 17 – birinchi (asosiy) filtrat uchun (15), aylanma fosfat kislota uchun (16), yuvindi filtrat uchun (17) barometrik yig'ichlar.

Ekstraktordagi suspenziyaning suyuq va qattiq fazalari nisbati, ya'ni $S:Q = (1,7 \div 2,5):1$ da ushlab turiladi. Suspenziya birinchi reaktordan ikkinchisiga oqib tushadi, u yerdan uning asosiy qismi kuchli botirma nasoslar (7) (quvvati $600 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan ikkita nasos) yordamida vakuum-bug'latgich (8) ga beriladi. Vakuum-bug'latgich rezervuardan iborat bo'lib, u yerda vakuum-nasos yordamida pastaytirilgan bosim ushlab turiladi. Shu tufayli unga tushadigan suyuqlik go'yoki qizdirilgandagi kabi

qaynaydi, natijada esa undan ma'lum miqdordagi suv bug'lanadi. Bu esa haroratning 3–5°C ga kamayishiga olib keladi (haroratning keskin kamayishi mumkin emas). Vakuumbug'latgichdan chiqadigan gazlar tomchi ushlagich (9) orqali ustki kondensator (10) ga o'tkaziladi, u yerda suv bug'i kondensatsiyalanadi va ftor birikmalarining ma'lum bir qismi ushlab qolinadi. Gazlarni ftordan tozalashning oxirgi bosqichi barbotaj neytrallagich (11) da amalga oshiriladi.

Mahsulot sifatidagi suspenziya tarnovli karusel filtrga kelib tushadi, u yerda uch filtratli sxema bo'yicha gips ajratiladi va yuviladi. Aktiv sirt yuzasi 80 m² bo'lgan filtr kattaligi: uzunasi – 3,27 m, ichki eni – 0,97 m, tashqi – 1,92 m, chuqurligi – 0,2 m bo'lgan tarnovdan iborat. Filtrlovchi material sifatida fosfat kislotaga chidamli bo'lgan – lavsanli va boshqa sintetik to'qimalar ishlatiladi.

Gaz-suyuqlik aralashma separator (13) larda ajratiladi, ularda vakuum-nasoslar yordami bilan 65–85 KPa li vakuum sharoiti ushlab turiladi. Birinchi filtrat F₁ tayyor mahsulot yig'gichi (15) ga yuboriladi, uning bir qismi aylanma kislotaning barometrik yig'gichi (16) ga quyilish orqali o'tadi. U yerga, shuningdek, cho'kmani uchinchi filtrat F₃ bilan yuvishdan hosil bo'lgan ikkinchi filtrat F₂ ham tushadi. Filtrat F₃ – suspenziya cho'kmasining filtrli to'qimani regeneratsiyalash (yig'gich 14) dan olingan eritma va qaynoq (60–70°C) toza suv bilan yuvilishi natijasida hosil bo'ladi (yig'gich 17). Yuvilgan gips tarnovdan chiqindixonaga, agarda suspenziya shaklida chiqarilsa yig'gichga yoki «quruq» holda chiqarilsa transportyor lentasiga uzatiladi. Filtratlardagi P₂O₅ miqdori – boshlang'ich xomashyo sifatida apatit konsentrati ishlatilganda: F₁ da – 28–32%, F₂ da – 22–25%, F₃ da esa – 5–10%; fosforit flotokonsentrati ishlatilganda esa: F₁ da – 21–22%, F₂ da – 14–15%, F₃ da esa – 5–7% bo'ladi.

Ekstraksiya uchun 93% li sulfat kislota ishlatish afzaldir. Bunda texnologik jarayondagi suv balansi yaxshilanadi – gipsning yuvilishini ko'p miqdordagi suv bilan amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Natijada chiqindixonaga chiqariluvchi fosfogips bilan yo'qotiladigan fosfat kislota va zararsizlantirish lozim bo'lgan oqava suvlar miqdori kamayadi.

Kislota konsentratsiyasining oshirilishi olinadigan fosfat kislotadagi P₂O₅ miqdorini o'zgartirmaydi, uning konsentratsiyasi yuqorida ta'kidlanganidek, gips kristallanishining optimal sharoiti orqali oldindan belgilanadi. Yanada kattaroq konsentratsiyali sulfat kislota ishlatilganda issiqlik ajralishi (suyultirish issiqligini ortishi hisobiga) keskin ortadi, ammo uni esa sistemadan ajratib olish talab etiladi.

Digidratli usulda fosfat kislota olishda fosfat xomashyosi tarkibidagi barcha ftorning (asosan SiF_4 tarzida) 3–5% igina gazli faza bilan ajraladi (~80 foizi mahsulot kislotasiga, 15–17 foizi esa fosfogipsga o'tadi). Sovutish usuli va ventilyatorning uzatishga bog'liq holda ekstraktordan ajratib olinadigan gaz tarkibidagi ftoridlar konsentratsiyasi, ftor hisobida $0,2\text{--}2,5 \text{ g/m}^3$ ni tashkil etadi. Ekstraksiya sexida o'rnatilgan absorbsiya sistemalari, asosan, chiqindi gazlarini tozalash uchun mo'ljallangan, bunda hosil bo'ladigan H_2SiF_6 ning kuchsiz eritmaları neytrallash stansiyalariga yuboriladi yoki fosfogipsni yuvish uchun ishlatiladi.

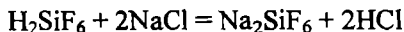
Tabiiy fosfatlardan ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish ko'rsatkichlari analitik ma'lumotlar bo'yicha aniqlanadi: P_2O_5 ning *texnologik unumi* (K_{unum} , %) , ya'ni P_2O_5 ning xomashyodan fosfat kislotaga o'tish darajasi apatitni qayta ishlashda – 95–96% ni va turli fosforitlar uchun – 71–94% ni tashkil qiladi. U P_2O_5 ning eritmaga *ajralish koeffitsiyenti* ($K_{\text{ajr.}}$, %) 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:

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

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 ekstraksiyon fosfat kislota ishlab chiqarish umumiy xarajatlarining 70–80% ni tashkil etadi.

Apatitdan digidratli usulda olinadigan ekstraksiyon 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.

Ekstraksiyon fosfat kislota tarkibidagi ftor asosan H_2SiF_6 shaklida bo'ladi. Kislotani ftordan tozalash, H_2SiF_6 ni natriy, kaliy, bariy tuzlari bilan cho'ktirish orqali o'tkazilishi mumkin. Odatda 1 l fosfat kilotaga 30–40 g NaCl qo'shiladi.



Reaksiya bo'yicha hosil bo'ladigan kam eruvchan natriy kremneftorid cho'kmaga tushadi va dastlab tindirilib, so'ngra sentrifugalash va filtrlash yo'li bilan ajratib olinadi. Shunday qilib 75–85% gacha ftor ajratiladi va

fosfat kislotadagi uning miqdori 0,2–0,3% gacha kamayadi. Natriy xlorid bilan ftersizlantirilgan fosfat kislota, ayniqsa, harorat oshirilganda jihozlarning kuchli korroziyalanishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun kislotani bug‘latish yo‘li bilan konsentrlashga zarurat tug‘ilganda, ftersizlantirish soda yoki natriy fosfat yordamida amalga oshiriladi.

Fosfogips tarkibida ozgina miqdorda yuvilmagan fosfat kislota bo‘ladi va shuning uchun uni ishlab chiqarishga yaqin hududlardagina mineral o‘g‘it sifatida foydalanilishi mumkin, chunki ozuqa elementi juda kam bo‘lganligi uchun bir joydan ikkinchi joyga tashish iqtisodiy samarasizdir. Fosfogips sho‘rxok tuproqlarni gipslashtirishda yoki shuvoq alebastrlari va boshqa quyma qurilish buyumlari ishlab chiqarishda ishlatilishi mumkin. Uning sementli shixta tarkibida termik parchalanishi natijasida sementli klinker va sulfitli gazlarga aylantirilishi mumkin. Sulfid anhidrididan 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 korxonalarini uchun eng zarur va qimmatli xomashyo manbasiga aylanishi mumkin.

Fosforitlardan ekstraksiyon fosfat kislota olishdagi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari apatit konsentratini qayta ishlashdagiga nisbatan pastdir: olinadigan kislota konsentratsiyasi past (21–22% P_2O_5), uning tarkibida ko‘p miqdordagi qo‘shimchalar bo‘lganligi uchun qisman neytrallangan bo‘ladi, nisbatan ko‘p miqdordagi chiqindi – fosfogips hosil bo‘ladi. CO_2 ajralishidan reaksiyon massaning ko‘piklanishi hisobiga ekstraktor hajmidan to‘la foydalanilmaydi, bu esa sistemaning unumdorligini pasaytiradi. Ko‘pik hosil bo‘lishini kamaytirishga xomashyodagi karbonatlarni oldindan parchalash – rudani kuydirish yoki fosforit unini ekstraktorga uzatishdan oldin ozgina miqdordagi kislota bilan namlash orqali erishiladi.

Fosforit flotokonsentratlardan digidratli usulda olinadigan ekstraksiyon fosfat kislotasi 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.

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

Fosfat kislotani ekstraksiyalashning yarimgidratli jarayoni bir necha sxemalar bo'yicha amalga oshirilishi mumkin. Ulardan birida barcha reagentlarni reaktoring birinchi bo'linmasiga kiritish bilan xuddi yuqorida bayon etilgan digidratli usuldagidek jarayon amalga oshiriladi. Yarimgidratning cho'kishi suyuq fazasi 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 kislotasi (birinchi filtrat va aylanma suspenziya) bilan 95–102°C da parchalanadi; olingan monokalsiyfosfat bo'lgan suspenziya, so'ngra 92–93% li sulfat kislotasi 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 ftorsizlantirish orqali) bo'lgan konsentrlangan (45–48% P_2O_5) mahsulot kislotasi olinadi.

Yarimgidratli jaryonlarda notabil kalsiy sulfat cho'kmasini suv bilan yuvish va sexdan yo'qotishni ta'minlash kerak. Ammo uni digidratga o'tkazish, hattoki suvli suspenziyaga ma'lum miqdordagi stabilizatorlar [masalan, $Ca(OH)_2$] qo'shilganda ham sekin kechadi. Bu esa uning uzatilishini suvli suspenziya holatida quvurli gidrouzatgichlarda uzatilishini talab etadi. Suyuq fazadagi P_2O_5 konsentratsiyasi va

reaktordagi harorat nisbatan yuqori bo'lganligi uchun, digidratli jarayonga nisbatan yarimgidratli jarayonlarda ajraladigan gazli fazadagi ftorning miqdori ko'p bo'ladi va 15–50% ni tashkil qiladi; uning tutib qolinishi va boshqa maqsadlarda foydalanilishini ta'minlash lozim bo'ladi. Umuman olganda, yarimgidratli jarayonlardagi P_2O_5 ning texnologik unumi digidratliga nisbatan 1–2% ga kam bo'ladi, shunga mos holda mahsulotli unum ham kamayadi.

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

Yuqori haroratni ushlab turish yo'li bilan yarimgidratning sekin gidratlanishiga qaratilgan yarimgidratli usuldan farqli ravishda, kombinatsiyalashgan jarayonda, tarkibida kam miqdordagi P_2O_5 ushlab qoladigan yirik kristalli ($200 \div 500 \times 40 \div 80$ mkm) gipsning ajralishiga erishilgan holda gidratlanish sharoiti har tomonlama boshqariladi. Kombinatsiyalashgan jarayonning birinchi variantiga: $90-95^\circ C$ da fosforitning sulfat va aylanma fosfat kislotalar bilan aralashishidagi yarimgidratning cho'ktirilish, suspenziyaning $50-60^\circ C$ gacha sovutilish va gipsning kristallanishida kristall markazlari hosil qiluvchi qo'shimchalar, sulfat kislota va Al^{3+} bilan birgalikda kristall o'sishini so'ndiruvchi ftoridionlarini bog'lash maqsadida aktiv kremniy dioksid qo'shish yo'li bilan yarimgidratning gidratlantirish jarayonlari kiradi. Gidratlanish vaqti 5–16 s ga teng, yuvilgandan so'ng cho'kmaning tarkibida 1 mol $CaSO_4$ ga to'g'ri keladigan 1,8–1,9 mol H_2O , 0,3% umumiy P_2O_5 (digidratli jarayonda esa 0,5–1,5%) va hammasi 0,02–0,08% bo'lgan suvda eruvchan P_2O_5 bo'ladi. Yarimgidratning cho'ktirilishi va uning gidratlanishi deyarli bir xil tarkibdagi eritmalarda amalga oshiriladi va bayon etilgan usul tarkibida 32% P_2O_5 dan ko'p bo'lmagan konsentratsiyali fosfat kilota olish imkoniyatini yaratadi. 1 t P_2O_5 hisobida mahsulot ishlab chiqarish uchun

2,95 t fosforit (1,03 t P_2O_5), 2,72 t H_2SO_4 , 0,25 t bug', 160 kVt-s elektroenergiya sarflanadi.

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 eritmalarda amalga oshiriladi, mahsulot sifatidagi konsentrlangan kislota ajratib olgan holda suspenziya filtrlanadi, sentrifugalanadi yoki tindiriladi; cho'kmani, tarkibida: 10–25% P_2O_5 va 5–10% H_2SO_4 bo'lgan eritma bilan qayta bo'tqa holatiga keltiriladi va 55–65°C haroratda yarimgidratning gidratlanishi amalga oshiriladi; uni jarayonga qaytariluvchi suyuq fazadan ajratiladi. Oraliq filtrlash bilan amalga oshiriladigan yarimgidrat-digidratli usulning 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.

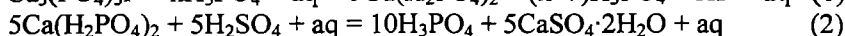
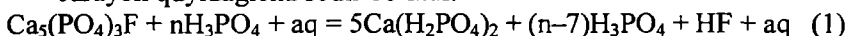
Yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarda konsentrlangan (35–50% P_2O_5) fosfat kislota ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarning absorbsiyasi SiF_4 ning nisbatan oz miqdordagi HF bilan aralashmasidan mahsulot sifatidagi geksaftorsilikat kislota olish orqali amalga oshiriladi. Bu holdagi gazlarda ftorning konsentratsiyasi 2–10 g/m² ga yetadi, uni ajratib olish mexanik absorberlarda, suzuvchi sharli absorberlarda, shar 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 kislota va boshqa mahsulotlarga qayta ishlaydigan sanoatlardagi gazlarni ftor birikmalaridan tozalashda ishlatiladigan sistemalar yer shari sirtidagi havoda CHMK (chegaralangan me'yordagi konsentratsiya) talablariga javob bermaydi va gazlarni atmosferada yoyilib ketishi hisobiga konsentratsiyasini kamaytirilishi uchun juda uzun (180 m gacha) mo'rili quvurlar ishlatiladi. Nisbatan murakkab absorbsion tizimli qurilmalar esa ishlab chiqarishni 1,3–1,5 marta qimmatlashishiga olib keladi. Atmosferaga chiqariladigan zaharli chiqindilarni kamaytirish gaz aylanma sikllarini, ya'ni chiqadigan gazlarni asosiy ishlab chiqarish jarayoniga qaytarilishini ta'minlash orqali ham erishilishi mumkin.

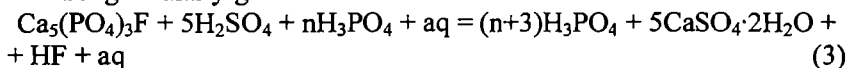
Masalan, ekstraksiyon fosfat kislotasi sexida absorbsion qurilmadan chiqadigan gaz, ya'ni 60 mg/m^3 gacha qoldiq ftor bo'lgan nam havo ekstraktorga qaytarilishi mumkin, u yerda u qaynoq reaksiyon suspenziya bilan to'qnashadi va ekstraktordagi talab etiladigan darajadagi haroratni ushlab turadi, bug'lanadigan suv hisobiga qiziydi va to'yinadi. Shu yo'l bilan ekstraktordagi ortiqcha reaksiya issiqligi ham chiqarib olinadi. So'ngra, 1 m^3 quruq havo hisobiga $\sim 3 \text{ g}$ ftor to'g'ri keladigan anchagina namlangan gaz yana absorbsion sistemaga keladi, u yerda undan ftor birikmalarining asosiy massasi va suv bug'i ajratib olinadi, sovutilgan geksaftorsilikat kislotasi bilan absorbsiyalashga uzatilishi hisobiga uning harorati yana pasayadi.

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi

Jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



Tenglamalar yig'indisi:



Agar fosforit tarkibida komponentlar miqdori, massa % hisobida:

$\text{P}_2\text{O}_5 = 25,0$; $\text{CaO} = 33,3$; $\text{MgO} = 1,6$; $\text{CaF}_2 = 6,0$ ($\text{F} = 3,0$); $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,0$; $\text{K}_2\text{O} = 0,6$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,8$; $\text{SiO}_{2(\text{er.})} = 2,0$; $\text{CO}_2 = 8,7$; erimaydigan qoldiq = $19,2$; $\text{H}_2\text{O} = 1,0$ bo'lsa hamda ishlab chiqarishda parchalanish koeffitsiyenti = $0,98$; yuvilish koeffitsiyenti = $0,98$; P_2O_5 ni H_3PO_4 ga o'tishi $0,98 \times 0,98 = 0,96$; gaz fazaga ftorning o'tishi 20% ni; $\text{S}:\text{Q} = 3:1$ (suyuq va qattiq fazalar nisbati); qurilma quvvati 5000 kg/soat ; H_3PO_4 dagi $\text{P}_2\text{O}_5 = 21\%$; sulfat kislotasi (92% li) boshlang'ich fosforitga (undagi CaO va MgO hisobiga) nisbatan stexiometriya bo'yicha 100% ni tashkil etishini e'tiborga olgan holda balans tenglamasini tuzamiz.

Ekstraktorga beriladigan fosforit:

$$m_f = \frac{5000}{0,25-0,96} = 20833 \text{ kg/soat}$$

Komponentlar: $\text{P}_2\text{O}_5 = 5208 \text{ kg/s}$; $\text{CaO} = 6937 \text{ kg/s}$; $\text{CaF}_2 = 1250 \text{ kg/s}$; $\text{MgO} = 334 \text{ kg/s}$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 167 \text{ kg/s}$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 208 \text{ kg/s}$; $\text{K}_2\text{O} = 125 \text{ kg/s}$; $\text{Na}_2\text{O} = 167 \text{ kg/s}$; $\text{SiO}_2 = 416 \text{ kg/s}$; $\text{CO}_2 = 1813 \text{ kg/s}$; erimaydigan qoldiq = 4000 kg/s ; $\text{H}_2\text{O} = 208 \text{ kg/s}$.

Bosqichlar bo'yicha balans tenglamalari:



(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^1 = \frac{5208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 7068 \text{ kg/s}$$

suv sarfi: $m_{H_2O}^1 = \frac{7068 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 1950 \text{ kg/s}$

bunda, 142, 98 va 18 – P_2O_5 , H_3PO_4 va suvning molekular massalari; 0,98 – fosforitning parchalanish koeffitsiyenti.

(5) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^1 = \frac{6937 \cdot 0,98 \cdot 98}{56} = 11892 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $CaSO_4$ miqdori:

$$m_{CaSO_4}^1 = \frac{11892 \cdot 136}{98} = 16500 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^2 = \frac{11892 \cdot 18}{98} = 2184 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 56 va 136 – H_2SO_4 , CaO va $CaSO_4$ molekular massalari.

(8) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^2 = \frac{1250 \cdot 0,98 \cdot 98}{78} = 1538 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $CaSO_4$ miqdori:

$$m_{CaSO_4}^2 = \frac{1538 \cdot 136}{98} = 2132 \text{ kg/s (CaSO}_4 \cdot 2H_2O \text{ hisoblansa 2696 kg/s).}$$

Hosil bo'lgan HF miqdori:

$$m_{HF} = \frac{1538 \cdot 2 \cdot 20}{98} = 628 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 78; 136 va 20 – H_2SO_4 , CaF_2 , $CaSO_4$, HF larning molekular massalari.

(9) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^3 = \frac{334 \cdot 98}{40} = 818 \text{ kg/s. Bunda } m_{MgSO_4}^1 = 1002 \text{ kg/s hosil bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^3 = \frac{818 \cdot 18}{98} = 150 \text{ kg/s}$$

bulardagi 40; 98 va 18 – MgO , H_2SO_4 va H_2O larning molekular massalari.

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha talab qilinadigan sulfat kislotaning umumiy miqdori:

$$M_{H_2SO_4} = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s}$$

bunda $CaSO_4$ ning umumiy miqdori:

$$M_{CaSO_4} = 18632 \text{ kg/s yoki } 23564 \text{ kg/s } CaSO_4 \cdot 2H_2O \text{ (suv miqdori esa } 4932 \text{ kg/s)}$$

(6) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^2 = \frac{208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 250 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $FePO_4$ miqdori:

$$m_{FePO_4} = \frac{250 \cdot 2 \cdot 151}{2 \cdot 98} = 375 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^4 = \frac{250 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 70 \text{ kg/s}$$

bulardagi 160; 98; 151 va 18 – Fe_2O_3 , H_3PO_4 , $FePO_4$ va H_2O larning molekular massalari.

(7) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^3 = \frac{167 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{102} = 255 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $AlPO_4$ miqdori:

$$m_{AlPO_4} = \frac{255 \cdot 2 \cdot 122}{2 \cdot 98} = 317 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^5 = \frac{255 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 90 \text{ kg/s}$$

bulardagi 102; 98; 122 va 18 – Al_2O_3 , H_3PO_4 , $AlPO_4$ va H_2O larning molekular massalari.

(10) va (11) tenglamalar bo'yicha ishlab chiqarish amaliyotida 20% fluor gaz fazasiga o'tadi. Uning 15% qismi SiF_4 va 5% qismi esa HF holatida bo'ladi. Eritmada esa 80% H_2SiF_6 holatida qoladi.

Gaz fazaga o'tgan HF miqdori (SiF_4 tarzida):

$$m_{SiF_4}^1 = HF \cdot 0,15 = 628 \cdot 0,15 = 94 \text{ kg/s.}$$

HF holida esa:

$$m_{HF}^2 = 28 \cdot 0,05 = 30 \text{ kg/s.}$$

Gaz fazaga o'tgan fluorning umumiy miqdori:

$$M_{HF} = 94 + 30 = 124 \text{ kg/s.}$$

Suyuq fazadagi HF miqdori:

$$m_{HF}^3 = 628 - 124 = 504 \text{ kg/s.}$$

(10) tenglama bo'yicha ta'sirlashadigan HF: 504 kg/s.

SiO_2 sarfi esa:

$$m_{SiO_2}^1 = \frac{504 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 252 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan H_2SiF_6 miqdori:

$$m_{H_2SiF_6}^1 = \frac{252 \cdot 144}{60} = 605 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^6 = \frac{252 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 151 \text{ kg/s.}$$

(11) tenglama bo'yicha HF sarfi:

$$m_{HF}^1 = 94 \text{ kg/s.}$$

Eruvchan SiO_2 sarfi:

$$m_{SiO_2}^2 = \frac{94 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 70,5 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan SiF_4 miqdori:

$$m_{SiF_4} = \frac{70,5 \cdot 104}{60} = 122 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^7 = \frac{70,5 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 42 \text{ kg/s.}$$

(12) tenglama bo'yicha H_2SiF_6 sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^2 = \frac{167 \cdot 144}{62} = 390 \text{ kg/s.}$$

(13) tenglama bo'yicha H_2SiF_6 sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^3 = \frac{125 \cdot 144}{94} = 200 \text{ kg/s.}$$

bunda 62; 94 lar Na_2O va K_2O lar molekular massalari.

H_2SiF_6 ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SiF_6} = 390 + 200 = 590 \text{ kg/s}$$

eritmadagi miqdori esa:

$$m_{H_2SiF_6}^4 = 605 - 590 = 15 \text{ kg/s.}$$

ta'sirlashmagan SiO_2 miqdori: $m_{SiO_2}^3 = 416 - 322 = 94 \text{ kg/s.}$

Hosil bo'lgan Na_2SiF_6 miqdori: $m_{Na_2SiF_6} = \frac{167 \cdot 188}{62} = 506 \text{ kg/s.}$

Hosil bo'lgan K_2SiF_6 miqdori: $m_{K_2SiF_6} = \frac{125 \cdot 246}{94} = 326 \text{ kg/s.}$

(12) va (13) tenglama bo'yicha hosil bo'lgan suvning umumiy

miqdori: $m_{H_2O}^8 = \frac{550 \cdot 18}{144} = 69 \text{ kg/s.}$

(5)÷(13) tenglamalarda hosil bo'ladigan suvning umumiy miqdori:

$$M_{H_2O} = m^2 + m^3 + m^4 + m^5 + m^6 + m^7 + m^8 = 2184 + 150 + 70 + 90 + 151 + 42 + 69 = 2756 \text{ kg/s.}$$

(6) va (7) tenglamalar bo'yicha bog'langan fosfat kislota miqdori:

$$M_{H_3PO_4} = m_{H_3PO_4}^2 + m_{H_3PO_4}^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s.}$$

Eritmadagi erkin fosfat kislota miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^9 = 7068 - 505 = 6563 \text{ kg/s.}$$

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha H_2SO_4 ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SO_4}^{umum} = m_{H_2SO_4}^1 + m_{H_2SO_4}^2 + m_{H_2SO_4}^3 = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s.}$$

Monogidrat yoki 92% li eritma hisobida esa: $\frac{14248}{0,92} = 15490$ kg/s

bo'ladi. Bunda suv miqdori: $m_{H_2O}^9 = 15487 - 14248 = 1542$ kg/s bo'ladi.

Ekstraktorda suyuq:qattiq sistema nisbatlarini harakatlantiruvchi bo'tqa hosil bo'lishi uchun ekstraktorga suv (sulfat kislota konsentratsiyasi

56% ga yetguncha) qo'shiladi: $m_{H_2SO_4}^4 = \frac{14248}{0,56} = 25443$ kg/s.

bunda suv miqdori: $m_{H_2O}^{10} = 25443 - 14248 = 11195$ kg/s bo'ladi.

Demak, suyultirish uchun beriladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{11} = m_{H_2O}^{10} - m_{H_2O}^9 = 11195 - 1242 = 9953 \text{ kg/s.}$$

Sistemaga sulfat kislota bilan 11195 kg/s va fosforit bilan 208 kg/s suv kiradi, shuningdek, (5), (6), (7), (9), (10), (11), (12) va (13) tenglamalar natijasida 2756 kg/s suv hosil bo'ladi. Suvning umumiy miqdori: 14159 kg/s ni tashkil etadi.

(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 hosil bo'lishi uchun: 1950 kg/s suv sarflanadi. Ekstraksion bo'tqada qoladigan suv $14159 - 1950 = 12209$ kg/s qoladi. Bu miqdordan fosfopig bilan: 4932 kg/s suv chiqib ketadi. Eritmada: $12209 - 4932 = 7277$ kg/s suv qoladi.

Eritmaga o'tmagan fosforit miqdori:

$$P_2O_5 = 5208 \cdot 0,02 = 104;$$

$$CaO = 6937 \cdot 0,02 = 138,7;$$

$$CaF_2 = 1250 \cdot 0,02 = 25;$$

$$Al_2O_3 = 167 \cdot 0,02 = 3,3;$$

$$Fe_2O_3 = 208 \cdot 0,02 = 4,1;$$

$$SiO_{2(er.)} = 416 - (252 + 70) = 94.$$

Jami: 366 kg/s ni tashkil etadi.

Fosforit bilan 3812 kg/s erimaydigan qoldiq ekstraktorga tushadi.

Demak, bo'tqadagi erimaydigan qoldiq miqdori: $366 + 4000 = 4366$ kg/s bo'ladi.

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi
(Fosfogipsni yuvuvchi suv va sirkulatsiyalanuvchi bo'tqa e'tiborga olinmagan)

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s
Fosforit:		Ekstraksiyon bo'tqa:	
P ₂ O ₅	5208	Fosfogips	23564
CaO	6937	Erimaydigan qoldiq	4000
CaF ₂	1250	Qoldiq fosforit	366
MgO	334	Aluminiy va temir fosfatlari	692
Al ₂ O ₃	167	Natriy va kaliy kremneftroidlari	832
Fe ₂ O ₃	208	Magniy sulfat	1002
K ₂ O	125	H ₂ SiF ₆	15
Na ₂ O	167	H ₃ PO ₄	6563
SiO ₂ (er.)	416	H ₂ O	7277
CO ₂	1813	Jami:	44311
Erimaydigan qoldiq	4020		
H ₂ O	208	Gaz fazasi:	
Jami:	20833	SiF ₄	122
Sulfat kislota	14248	HF	30
Kislota bilan kiradigan suv	11195	CO ₂	1813
Jami:	25443	Jami:	1965
Umumiy miqdori:	46276	Umumiy miqdori:	46276

Mahsulot – fosfat kislota hisobi

Eritmaga o'tadigan fosfat kislota: $5208 \cdot 0,98 = 5104$ kg/s.

Eritmaga o'tmagan fosfat kislota: $5208 - 5104 = 104$ kg/s.

Yuvilmay gips bilan chiqib ketadigan fosfat kislota:

$$5104 \cdot 0,02 = 102 \text{ kg/s}; P_2O_5 = 143 \text{ kg/s}$$

(6) va (7) tenglama bo'yicha bog'langan fosfat kislota:

$$m^2 + m^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s yoki } 360 \text{ kg/s } P_2O_5$$

Fosfat kislota sarfi: $m^2 + m^3 + m^4 = 141 + 505 = 646$ kg/s yoki

$$5208 - (104 + 102 + 360) = 4642 \text{ kg/s } P_2O_5$$

Mahsulot sifatidagi fosfat kislota:

$$m_{H_3PO_4}^M = 4642 \cdot 1,4 = 6499 \text{ kg/s}$$

21% li P₂O₅ hisobidagi kislota miqdori:

$$M_{H_3PO_4}^{21\%} = \frac{4642 \cdot 100}{21} = 22105 \text{ kg/s}$$

$$M_{H_2O} = 22105 - 6499 = 15606 \text{ kg/s}$$

P_2O_5 moddiy balansi

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s	%
Fosforit bilan	5208	Fosfat kislota mahsulotiga o'tadi	4642	89,13
Jami	5208	Fosfogips tarkibida yuvilmay qoladi	102	1,96
		Erimaydigan qoldiqda	104	2,0
		Metall fosfatlariga birikkan holatda	360	6,91
		Jami	5208	100,0

Ekstraktorning moddiy hisobi

Sistemadagi suyuq:qattiq nisbatni 3:1 ga yetkazish uchun ekstraktorga suyultiruvchi eritma beriladi. U fosfogipsni yuvgan suv va bir qism fosfat kislotasidan iborat bo'ladi. Suyultiruvchi eritmaning miqdori quyidagicha hisoblanadi.

Ekstraktordagi sistemada S:Q = 3:1, undagi qattiq fazada fosfogips, parchalanmagan fosforit, erimaydigan qoldiq va metall fosfatlarining deyarli yarmi bo'ladi. Qattiq faza miqdori:

$$23564 + 4000 + 366 + 692:2 = 28276 \approx 28280 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlashga beriladigan ekstraksion bo'tqa miqdori:

$$m_{e.b.} = 28280 \cdot 4 = 113120 \text{ kg/s}$$

Filtrlashga beriladigan bo'tqadagi suyuq fazaning miqdori esa:

$$m_{s.f.} = 113120 - 28280 = 84840 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlash jarayonida yuvilmagan fosfogips tarkibida qattiq fazaga teng miqdordagi suyuq faza qoladi (50%), uning miqdori:

$$m_{s.f.}^{f.g.} = \frac{28280 \cdot 50}{50} = 28280 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Filtrlashda bug'langan suv miqdori 130 kg/s (issiqlik balansi hisobida aniqlanadi) deb olinsa, filtrat miqdori:

$$m_f = 113120 - (28280 + 28280 + 130) = 56430 \text{ kg/s}$$

Undagi P_2O_5 miqdori (21% li kislota hisobidan):

$$m_{P_2O_5}^{21\%} = \frac{56430 \cdot 21}{100} = 11850 \text{ kg/s}$$

Fosfogipsda qolgan suyuq fazadagi P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{f.g.} = \frac{2828 \cdot 11850}{(56430 + 130)} = 5939 \text{ kg/s}$$

Filtrlashga berilayotgan suyuq fazadagi P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{s.f.} = 11850 + 5939 = 17789 \text{ kg/s}$$

Yuvuvchi eritma bilan ekstraktorga boradigan P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{yu.e.} = 5939 - 102 = 5837 \text{ kg/s,}$$

bunda, 102 kg/s – fosfogipsdagi yuvilmay qolgan P_2O_5 miqdori.

Aylanma eritma bilan ekstraktorga tushadigan P_2O_5 miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{a.e.} = 17789 - 5837 - 5280 + 464 = 7136 \text{ kg/s,}$$

bunda, 464 – parchalanmagan fosforitdagi va metallarga bog‘langan P_2O_5 ; 5280 – fosforit bilan kiradigan P_2O_5 miqdori.

21% P_2O_5 li kislota hisobidan aylanuvchi fosfat kislota miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^{a.e.} = \frac{7136 \cdot 100}{21} = 34000 \text{ kg/s.}$$

Ekstraksiyaga kiradigan yuvuvchi eritma miqdori:

$$m_{yu.e.} = (m_{e.b.} + m_{g.f.} + m_{b.suv.}) - (m_{f-t} + m_{H_2SO_4} + m_{H_3PO_4}^{a.e.}) =$$

$$= (113120 + 1965 + 5500) - (20833 + 25443 - 34000) = 120585 - 80276 = 40309 \text{ kg/s,}$$

bunda $m_{e.b.}$ – ekstraksiyon bo‘tqa miqdori; $m_{g.f.}$ – gaz fazasi miqdori; m_{f-t} – fosforit miqdori; $m_{H_2SO_4}$ – 56% li sulfat kislota miqdori; $m_{H_3PO_4}^{a.e.}$ – aylanuvchi fosfat kislota miqdori.

Yuvuvchi eritma konsentratsiyasi:

$$m_{\%P_2O_5}^{yu.e.} = \frac{5837 \cdot 100}{40309} = 14,5\% \text{ } P_2O_5$$

Sirkulatsiya takroriyligi 1:8 bo‘lganda sirkulatsiyalanuvchi ekstraksiyon bo‘tqa miqdori:

$$m_{s.b.} = 113120 \cdot 8 = 904960 \text{ kg/s bo‘ladi.}$$

Ekstraktorning moddiy balansi

Kirim	kg/s	Chiqim	kg/s
Fosforit	20833	Vakuum bug‘latgichga boradigan bo‘tqa	1023980
Sulfat kislota (56% li)	25443	Gaz fazasi	1965
Yuvuvchi eritma	40309	Jami	1025945
Aylanuvchi fosfat kislota	34000		
Sirkulatsiyadagi ekstraksiyon bo‘tqa	904960		
Jami	1025945		

Vakuum bug‘latgich va filtrlash jarayonlarining moddiy hisoblari

Vakuum bug‘latgichning moddiy hisobi

Vakuum bug‘latgichning issiqlik hisobida (so‘nggi sahifada) ekstraksiyon bo‘tqani 75,6°C dan 70°C gacha pasaytirish uchun 5530 kg suvni bug‘latish kerak bo‘ladi. Vakuum bug‘latgichga 1023980 kg/s bo‘tqa boradi. Vakuum bug‘latgichdan chiqadigan bo‘tqa miqdori:

$$m_b = 1023980 - 5530 = 1018450 \text{ kg/s}$$

Bir qism bo‘tqa filtrga va qolgan qismi ekstraktorga qaytadi.

Sirkulatsiyalanuvchi bo‘tqa miqdori (ekstraktor moddiy hisobida) 904960 kg/s edi.

Filtrga yuboriladigan bo‘tqa miqdori:

$$m_b^f = 1018450 - 904960 = 113490 \text{ kg/s}$$

Vakuum bug‘latgich moddiy balansi

Kirim	kg/s	Chiqim	kg/s
Ekstraktorga beriladigan bo‘tqa	1023980	Filtrlashga beriladigan bo‘tqa	113490
Jami	1023980	Sirkulatsiya bo‘tqasi	904960
		Bug‘langan suv	5530
		Jami	1023980

Filtrlash jarayonining moddiy hisobi

Berilgan:

Filtrlashga tushadigan ekstraksiyon bo‘tqa, kg/s	113490
Filtrlash jarayoni Karusel vakuum filtrning to‘rtta bo‘limida (zonasida) bajariladi va uch takroriy, qarama-qarshi oqim sxemasida fosfogips yuviladi.	
Filtrdan chiqayotgan fosfogips namligi, %	40
Fosfgipsdan P ₂ O ₅ ning yuvilish koeffitsiyenti	0,98
Mahsulot (21% li) fosfat kislotasi miqdori, kg/s	22105
Sirkulatsiyaga qaytuvchi 21% li fosfat kislotasi miqdori, kg/s	34000
Siklga qaytadigan (14,5% P ₂ O ₅ bo‘lgan) yuvuvchi suv miqdori, kg/s	40309

Filtrlashda bug'lanadigan suv miqdori (1-zonada 130 kg/s, 2-3-4-zonalarda amalda o'rtacha hisobda 100 kg/s suv bug'lanadi. Issiqlik hisobida hisoblanadi), kg/s	430
Nam fosfogips miqdori, kg/s:	
qattiq fazasi	28765
	$\frac{28765-40}{60}$
undagi suyuq faza:	19176
jami fosfogips	47798
Fosfogipsdagi P ₂ O ₅ miqdori, kg/s:	
qattiq fazada	364
suyuq fazada	102
<hr/> jami	<hr/> 496

- Hisoblashda barcha metall fosfatlari fosfogipsda erimagan holatda deb olingan. Amalda esa uning bir qismi mahsulot – fosfat kislotasida erigan holatda bo'ladi.

Suyuq fazadagi suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{f.g.} = 19176 - 143 = 19033 \text{ kg/s bo'ladi.}$$

Fosfogips tarkibi

Komponentlar	kg/s	%
CaSO ₄ ·2H ₂ O	23564	49,30
Metall fosfatlari	692	1,45
Erimaydigan qoldiq	4000	8,41
H ₃ PO ₄	143	0,30
Suv	19023	39,80
Qoldiq fosforit	366	0,74
Jami	47798	100,0

Fosfogipsdagi P₂O₅ ning % miqdori:

$$m_{P_2O_5}^{f.g.} = \frac{496 \cdot 100}{47798} = 1,038\%$$

1000 kg 21% li fosfat kislotasiga nisbatan nam holatdagi fosfogips miqdori:

$$m^{f.g.} = \frac{47798 \cdot 1000}{22105} = 2117 \text{ kg}$$

Fosfogipsni yuvish uchun beriladigan suv miqdori quyidagi moddiy hisob bo'yicha hisoblanadi (kg/s):

Fosforit	20833
Sulfat kislota (56% li)	25443
Jami:	46276
Sistemadan chiqib ketadi (kg/s):	
nam fosfogips	47798
mahsulot fosfat kislotalari	22105
gaz faza	1965
vakuum bug'latgichda	5530
bug'lanadigan suv	
filtrlashda bug'lanadigan suv	430
Jami:	77828

Fosfogipsni yuvishga beriladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{yu} = 77828 - 46276 = 31552 \text{ kg/s}$$

Ekstraktorning issiqlik hisobi

1. Ekstraktorga kiruvchi sulfat kislota (56% li) miqdori, kg/s	25443
2. Sulfat kislota harorati, °C	60
3. Fosforit miqdori, kg/s	20833
4. Fosforit harorati, °C	20
5. Aylanuvchi fosfat kislotalari miqdori, kg/s	34000
6. Aylanuvchi fosfat kislotalari harorati, °C	65
7. Yuvuvchi eritma miqdori, kg/s	39309
8. Yuvuvchi eritma harorati, °C	60
9. Sirkulatsiyadagi ekstraksiyon bo'tqa miqdori, kg/s	904960
10. Bo'tqa harorati, °C	70
11. Gaz fazasi miqdori, kg/s	1965
12. Gaz fazasi harorati, °C	70

Kiradigan issiqlik:

1) Sulfat kislotalari bilan:

$$Q_1 = 25443 \cdot 132,2 = 3364000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 132,2 – sulfat kislota entalpiyasi, kJ/kg.

2) Fosforit bilan:

$$Q_2 = 20833 \cdot 1,045 \cdot 20 = 435000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 1,045 – fosforitning issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad

3) Aylanma fosfat kislotasi bilan:

$$Q_3 = 34000 \cdot 2,750 \cdot 65 = 6078000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 2,750 – fosfat kislotaning issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad

4) Yuvuvchi eritma bilan:

$$Q_4 = 40309 \cdot 3,440 \cdot 60 = 8320000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 3,440 – yuvuvchi eritmaning issiqlik sig'imi,

kJ/kg·grad

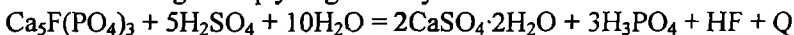
5) Sirkulatsiyalanuvchi ekstraksion bo'tqa bilan:

$$Q_5 = 904960 \cdot 2,481 \cdot 70 = 156464000 \text{ kJ/s}$$

bundagi 2,481 – bo'tqaning issiqlik sig'imi, kJ/kg·grad

6) Fosforit (ftorapatit) parchalanganda kalsiy sulfat digidratini

kristallanganda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Komponentlar va mahsulot hosil bo'lish issiqligi (kJ/mol):

$\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3 = 6825$; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 1999,6$; $\text{H}_2\text{SO}_4 = 794,1$; $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1258,6$;

$\text{H}_2\text{O} = 286,2$; $\text{HF} = 267,8$.

Bundan: $6825 + 5 \cdot 794,1 + 10 \cdot 286,2 = 5 \cdot 1999,6 + 3 \cdot 1258,6 + 267,8 + Q$;

$$Q = 384,1 \text{ kJ/mol kelib chiqadi.}$$

Fosforitning 1 kg miqdori parchalanganda:

$$\frac{384,1 \cdot 1000}{504} = 762,1 \text{ kJ/kg}$$

yoki $Q_6 = 20833 \cdot 762,1 = 15877000 \text{ kJ/s}$ (reaksiya issiqligi) ajraladi.

7) Fosfat kislotasini 100% dan 21% gacha suyultirish issiqligi (kJ/mol):

21% li H_3PO_4 hosil bo'lish issiqligi 1281,1

100% li H_3PO_4 hosil bo'lish issiqligi 1258,6

Suyultirish issiqligi 1282,1 – 1258,6 q 22,5

Suyultirishda ajraladigan issiqlik:

$$Q_7 = \frac{7068 \cdot 1000 \cdot 22,5}{98} = 1624000 \text{ kJ/s}$$

bunda: 7068 – hosil bo'lgan H_3PO_4 miqdori, 98 – molekular massasi.

Sistemaga kiradigan umumiy issiqlik miqdori:

$$Q_k = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 = 3364000 + 435000 + 6078000 + 8320000 + 156464000 + 15877000 + 1624000 = 192162000 \text{ kJ/s.}$$

Issiqlik sarfi:

1) Gaz fazasi bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$\text{SiF}_4 \text{ bilan: } 122 \cdot 70 \cdot 1,072 = 8155 \text{ kJ/s}$$

$$\text{HF bilan: } 30 \cdot 70 \cdot 0,915 = 1920 \text{ kJ/s}$$

$$\text{CO}_2 \text{ bilan: } 1813 \cdot 70 \cdot 0,856 = 108525 \text{ kJ/s}$$

$$Q_1^s = 8155 + 1920 + 108525 = 118600 \text{ kJ/s}$$

2) Atrof-muhitga issiqlik sarfi (taxminan):

$$Q_2^s = 150000 \text{ kJ/s}$$

3) Ekstraksiyon bo'tqa bilan ekstraktordan vakuum-bug'latgichga chiqib ketadigan issiqlik:

$$Q_3^b = Q_k - Q_1^s - Q_2^s = 192162000 - 118600 - 150000 = 191893400 \text{ kJ/s}$$

Ekstraktordagi bo'tqa harorati:

$$t = \frac{Q_3^b}{m \cdot c} = \frac{191893400}{1022980 \cdot 2,481} = 75,6^\circ \text{C}$$

Ekstraktorning issiqlik balansi

Kirish	kJ/s	Sarf	kJ/s
Sulfat kislota bilan	3364000	Ekstraksiyon bo'tqa bilan	191893000
Fosforit bilan	435000	Gaz fazasi bilan	118600
Aylanma kislota bilan	6078000	Atrof-muhitga yo'qolishi	150000
Yuvuvchi eritma bilan	8320000	Jami	192162000
Sirkulatsiyalanuvchi bo'tqa bilan	156464000		
Reaksiya issiqligi	15877000		
Suyulish issiqligi	1624000		
Jami	192162000		

Vakuum bug'latgich issiqlik hisobi

Hisoblashdan maqsad bo'tqa haroratini pasaytirish uchun qancha suvni bug'latish kerakligini aniqlashdir.

Berilgan:

Vakuum bug'latgichga boradigan bo'tqa, kg/s

1023980

Bo'tqa harorati, °C

75,6

Bug'latgichdan qaytuvchi bo'tqa harorati, °C
 Vakuum bug'latgichdagi bosim, n/m²

70
 0,240·10⁵

Kiruvchi issiqlik:

$$\text{Bo'tqa bilan: } Q_1^b = 191893400 \text{ kJ/s}$$

Issiqlik sarfi:

1) Vakuum-bug'latgichdan chiqayotgan issiqlik:

$$Q_2^b = (1023980 - 5500) \cdot 2,481 = 177215500 \text{ kJ/s}$$

2) Atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik:

$$Q_y = 200000 \text{ kJ/s}$$

3) Bug'langan suv bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$Q_{H_2O}^{bug'} = Q_1^b - (Q_2^b + Q_y) = 191883400 - (177215500 + 200000) = 14477900 \text{ kJ/s}$$

4) Bug'langan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{bug'} = \frac{14477900}{2617,6} = 5530 \text{ kJ/s}$$

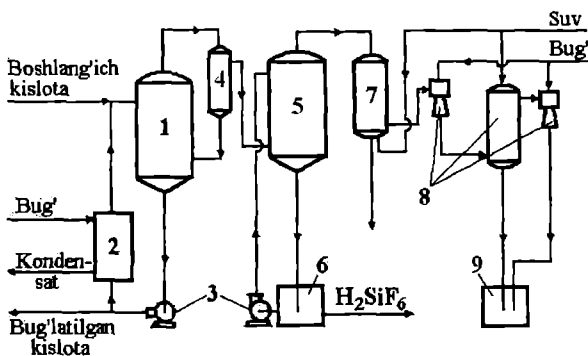
Vakuum buglatgich issiqlik balansi

Kirim	kJ/s	Sarf	kJ/s
Bo'tqa bilan	191893400	Chiqayotgan bo'tqada	177215500
Jami	191893400	Suv bug'i bilan	14477900
		Atrof-muhitga yo'qotish	200000
		Jami	191893400

8- §. Fosfat kislotani konsentrlash

Qo'shaloq superfosfat, ammosfos, nitroammofoska 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 ekstraksiya fosfat kislotasi bug'latiladi. Ma'lumki, har qanday (98% li H₃PO₄ gacha) konsentratsiyadagi toza fosfat kislotaning bug'i faqat suvdan iborat, nazariy olganda uni bug'latish orqali yuqori konsentratsiyali eritmalarini olish mumkin. Amalda esa jihozlar materiallarining korroziyalanishi hisobiga bug'latish qiyinchilik tug'diradi. Harorat va kislotasi konsentratsiyasining ortishi bilan korroziyalanish tezlashadi. Bundan tashqari, konsentratsiya ortishi bilan kislotasi 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 kameralı 3–4 ta vakuüm-bug'latgıchlı apparatlar o'rnatilgan (4.26-rasm). Vakuüm-nasos yordamida apparat ichida $\sim 0,09$ MPa li vakuüm hosil qilinadi. Bu esa bug'latishni nisbatan past ($80\text{--}90^{\circ}C$) haroratda amalga oshirish imkoniyatini beradi. Apparat korpusi gummirlangan, qizdiruvchi kamera grafitli (kislotaga va bug' harakatlanadigan yo'llari bo'lgan grafitli bloklardan iborat, issiqlik almashinuv yuzasi maydoni ~ 158 m² ga teng) bo'ladi. Qizdiriluvchining cho'kmali quyqa hosil qilib qolishini oldini olish maqsadida, uzluksiz ravishda kuchsiz kislotaga qo'shish orqali konsentrlangan kislotaning majburiy intensiv sirkulatsiyasi (sirkulatsiyaning qaytarilishi 100–150 marta) amalga oshiriladi. Shu tufayli sirkulatsiyali eritma konsentratsiyasi aralashishdan so'ng kam o'zgaradi. Bunday kislotadagi qo'shimchalarning eruvchanligi boshlang'ich kislotadagiga qaraganda anchagina kam bo'ladi. Shuning uchun aralashirilgan vaqtda kuchsiz kislotadagi qo'shimchalar kristallanadi. Ularni tindirgıchdayoq ajratib olish va so'ngra bug'latuvchi apparatga yo'llash maqsadga muvofıqdir. Bug'latilgan kislotani sirkulatsiyali konturdan muntazam chiqarib turiladi.



4.26-rasm. Fosfat kislotani konsentrlash uchun vakuüm-bug'latgıchlı qurılma sxemasi:

- 1 – bug'latuvchi apparat (bug'latgıch) korpusi; 2 – qizdiruvchi kamera;
- 3 – sirkulatsiya nasosi; 4 – tomchi ushlagıch; 5 – fluorli gazlar absorberi (yuvish minorasi); 6 – H_2SiF_6 – eritmasining barometrik yig'gıchlı; 7 – yuzasi kondensatori; 8 – ikki bosqıchlı ejektorli (so'rg'ıchlı) qurılma; 9 – barometrik bak.

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

Ekstraksion fosfat kislotaning konsentratsiyasi ortishi bilan unda erigan geksaftorsilikat kislotaning bug‘ bosimi ham ortadi. Shu tufayli fosfat kislotani 52–57% P_2O_5 gacha bug‘latishda boshlang‘ich kislotadagi ftorning 80–90% i ($2HF+SiF_4$ ning taxminan ekvivalent aralashmasi tarzida) gazli fazaga ajralib chiqadi; mahsulot kislotasidagi ftorning miqdori 0,5–0,8% gacha kamayadi. Shuningdek, bug‘latgichdan chiqadigan gazlar tarkibida ko‘p miqdordagi suv bug‘i bo‘ladi, uni ftoridlar absorbsiyasida kondensatsiyalanishini kamaytirish uchun, absorbsiyalash jarayoni qaynoq (60–70°C) H_2SiF_6 eritmaları bilan amalga oshiriladi; ftordan tozalangan suv bug‘i barometrik kondensator o‘rnatilgan ikki bosqichli bug‘ejektorli (bug‘ so‘ruvchi) qurilmalar yordamida so‘rib olinadi.

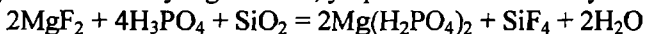
Apatitdan olingan bug‘latilgan kislota 1650–1750 kg/m^3 zichlikka ega, uning tarkibida: 52–54% P_2O_5 ; 3,4–4,2% SO_3 ; 1,2–1,3% $(Fe,Al)_2O_3$; 0,1–0,4% SiO_2 ; 0,5–0,8% F bo‘ladi.

Ekstraksion fosfat kislotani bug‘latish uchun barbotajli konsentratorlar – kislotabardosh materialli kameralar ham ishlatiladi, ularda bug‘latish kislotaning yuza qatlami orqali yoqilgan qaynoq gaz berish orqali amalga oshiriladi. Bu yerda issiqlik uzatuvchi yuza bo‘lmaydi, issiqlik almashinish qaynoq gaz bilan kislotaning to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘qnashishidan amalga oshadi; bunda hosil bo‘ladigan cho‘kma muallaq holatda qoladi va apparatdan kislota bilan birgalikda chiqadi, so‘ngra uni tindirish orqali tozalanadi. Kameraga o‘txona gazlari 650–900°C haroratda beriladi. Ayniqsa, tabiiy gaz yondiriladigan grafitli botirma yondirgichli konsentratorlar intensiv ishlaydi. Barbotajli konsentrator va botirma yondirgichli apparatlarda gaz o‘zi bilan birga anchagina miqdordagi fosfat kislota bug‘ini olib chiqadi, uni esa elektrofiltrlarda tutib qolish lozim bo‘ladi. Tarkibida 8,5–9 g/m^3 ftor (elektrofiltrga kirishdan oldin havo bilan aralashishi hisobiga – 3 g/m^3) bo‘lgan chiqindi gazlarini tozalashdan ko‘p miqdordagi P_2O_5 bo‘lgan H_2SiF_6 eritmasi olinadi; ularni ishlatish qiyinchilik tug‘diradi. Tuman hosil bo‘lishi – P_2O_5 yo‘qotilishini oshiradi, bundan tashqari, tevarak atrof-muhit ifloslanishiga sabab bo‘ladi.

Bunday jihozlar ko'proq superfosfat kislotalar olish uchun qo'llaniladi. Bu holda bug'latishga tarkibida 54–55% P_2O_5 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'rmda 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 kislotani kiritiladigan pastki qismidan qaynoq gaz oqimi yuboriladi, hosil bo'ladigan gaz-suyuqlik aralashma yuqori qismidan chiqariladi. Suyuqlikni ajratilgandan keyin va issiqligidan bug'latiladigan kislotani isitishda foydalanilgandan so'ng, chiqindi gazi, absorbsiya qurilmalarida kislotani tuman, SiF_4 va HF dan tozalanadi. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan, tarkibida 68–70% P_2O_5 bo'lgan kislotani olish uchun konsentrlashni ikkita ketma-ket bosqichda: 1-chisida 52–54 dan 64% gacha, 2-chisida esa 68–70% P_2O_5 gacha o'tkaziladi.

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

kislotasini konsentrlash, uning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish yuzasidan o'tkazgan tadqiqotlari natijasida tarkibida magniy birikmalari tutgan fosfat kislotalarning konsentrlanishida quyilib qolish sabablari ham nazariy, ham amaliy jihatdan asoslandi va bu borada ijobiy natijalarga erishildi.

Namangan muhandislik-pedagogika instituti professori, texnika fanlari doktori Q.G'afurovning olib borgan izlanishlari natijasida tarkibida magniy bo'lgan EFK ning konsentrlash jarayonida quyilib qolish sabablari ham ilmiy, ham amaliy jihatdan asoslab berildi. Nafaqat quyilish sabablari, balki bunday kislotalarni konsentrlashda quyilib qolishini oldini olish yo'llari ham ochilib, amaliy jihatdan sinovdan muvaffaqiyatli o'tkazildi.

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

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

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

Tarkibida magniy bo'lgan fosforitlarni fosfat kislotaga sulfat kislotali ekstraksiyalash jarayonida magniy birikmalarining to'la ekstraksiyon fosfat 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 ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latishda kislotani quyilib qolishiga olib keladigan undagi qiyin eruvchan qo'shimchalarni eritish maqsadida va ekstraksiyon fosfat kislotani konsentrlashda uning qovushqoqligini kamaytiruvchi qo'shimcha sifatida ammoniy nitrat ishlatilgan.

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

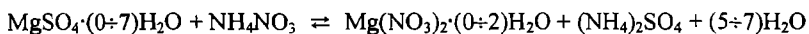
$$m_{NH_4NO_3} = 0,5 + 0,25 \cdot n_{MgO},$$

bu yerda, m – EFK ga qo'shiladigan ammoniy nitratning og'irlik miqdori;

n – EFK dagi MgO ning og'irlik miqdori; 0,5 – doimiy son

formula bo'yicha ammoniy nitrat qo'shiladi va eritmani 50–55% P₂O₅ gacha bug'latiladi.

Eritmadagi MgSO₄·(1÷7)H₂O ammoniy nitrat bilan ta'sirlashadi:



EFK ni bug'latish jarayonida suvning kamayishi hisobiga, Le-Shatele prinsipiga muvofiq, reaksiyon muvozanat o'ng tomonga siljiydi. Natijada yaxshi fizik-kimyoviy va reologik xossaga ega bo'lgan, hattoki uzoq vaqt minusli haroratlarda turib qolganda ham quyilib qolmaydigan oquvchan kislota olinadi. Olingan kislota tarkibidagi ftorning miqdorini 0,3% gacha pasaytirish mumkin, natijada bunday kislotalardan ftorsizlangan yuqori konsentratsiyali o'g'itlar olinish usullari yuzaga chiqdi. Magniyli ekstraksiyon fosfat kislotalarni bug'latish yo'li bilan (30–35% P₂O₅ gacha) konsentrlash orqali esa qo'shaloq superfosfatlar turidagi o'g'itlar olish imkoniyatini yaratdi. Bunday usullarda (50–55% P₂O₅ gacha) konsentrlangan kislota tarkibida turli tuzlarning to'yingan eritma holatida bo'lishi, hattoki 50–55% P₂O₅ li eritmalarida (apatitli kislotalardan farqli ravishda) polifosfat kislotalarning mavjud bo'lishini ta'minlaydi, bu esa ulardan polifosfatli va suyuq suspenziyali kompleks o'g'itlar olish imkoniyatini ochib berdi.

Tarkibida magniy bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotani bug'latishdan oldin kationitli magniysizlantirish usuli ham ishlab chiqilgan. Bu usulda tarkibida ≈20% P₂O₅, 2–3% MgO va boshqa qo'shimchalar bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislota ion almashinish yo'li bilan tozalanadi, hosil qilingan kislotani talab etilgan (60–70% P₂O₅) konsentratsiyagacha

bug'latiladi, ular asosida ammoniy polifosfatlari va boshqa suyuq hamda qattiq shakldagi o'g'itlar olinadi.

Ekstraksion fosfat kislotani odatdagi kationitli tozalashda kislotani 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 ekstraksion 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 chiqaradi.

Shuning uchun kationitni yopiq sikldagi regeneratsiyalash yo'li bilan ekstraksion fosfat kislotani kationitli tozalash orqali samarador 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 eritmaları ishlatiladi. Bu usulda regeneratsiyalashdan oldingi va keyingi kationitni yuvish jarayonlari o'tkazilmaydi, bu esa ishlab chiqarish intensivligini oshiradi va fosfat kislotani yo'qotilishini kamaytiradi.

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

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: fosforli o'g'itlar va ularning turlari, fosfor va fosfat kislotaga oid **klasterlar tuzish**; fosfor, termik va ekstraksion fosfat kislotalari, oddiy superfosfat ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda **insert usulidan foydalanish**; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkvaynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch soʻz va iboralar

1. Gipofosfit kislota
2. Fosfit kislota
3. Metafosfit kislota
4. Gipofosfat kislota
5. Metafosfat kislota
6. Ortofosfat kislota
7. Pirofosfat kislota
8. Polifosfat kislota
9. Fosfat kislota fizik xossalari
10. Fosfat kislota kimyoviy xossalari
11. Termik fosfat kislota
12. Ekstraksion fosfat kislota
13. Fosfatli minerallar
14. Fosfatli minerallar fizik xossalari
15. Fosfatli minerallarning hosil boʻlishi
16. Fosfatli minerallarning tarqalishi
17. Fosfatli xomashyolarni boyitish
18. Apatit konsentriti
19. Fosforit uni
20. Qoratogʻ fosforiti
21. Qizilqum fosforiti
22. Yuqori magniyli fosfatlar
23. Fosfatlarning tuzli tarkibi
24. Termik fosfat kislota
25. Fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslari
26. Oq fosforning olinishi
27. Elektropech qurilmasi
28. Fosforning qaytarilish koeffitsiyenti
29. Fosforning haydaliş koeffitsiyenti
30. Sariq fosfor ishlab chiqarish
31. Termik fosfat kislota ishlab chiqarish
32. Superfosfat kislota ishlab chiqarish
33. Fosfatlarni sulfat kislotali parchalash
34. Kalsiy sulfatning eruvchanligi
35. Superfosfat
36. Fosfatning kislotali parchalanishi
37. Sulfat kislota meʼyori
38. Parchalanish jarayonining mexanizmi va tezligi
39. Fosforitlar asosidagi superfosfat
40. Superfosfat gigroskopikligi
41. Superfosfatni ammoniyashtirish
42. Superfosfat ishlab chiqarish
43. Toʻrt kamerali aralashtirgich
44. Superfosfat kamerasi
45. Donadorlangan va ammoniylangan superfosfat
46. EFK olish
47. Digidratli usul
48. Yarimgidratli usul
49. Angidridli usul
50. Yarimgidrat-digidratli usul
51. Fosfogips
52. Ekstraktor
53. Vakuum-filtr
54. EFK ni tozalash
55. EFK olish
56. Digidratli usul
57. Yarimgidratli usul
58. Angidridli usul
59. Yarimgidrat-digidratli usul
60. Fosfogips
61. Ekstraktor
62. Vakuum-filtr
63. EFK ni tozalash
64. EFK ni konsentrlash
65. Bugʻlatish usuli
66. Ionitli usul

Nazorat uchun savollar

1. Fosforning qanday kislorodli kislotalarini bilasiz?
2. Fosfat kislotaning fizik xossalari tushuntiring.
3. Fosfat kislotaning kimyoviy xossalari tushuntiring.
4. Fosfatli minerallar turlarini ayting.
5. Fosfatli xomashyolarni boyitish usullarini ayting.

6. Yuqori magniyli fosfatlar va fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda ulardan samarali foydalanish yo'llarini tushuntiring.
7. Termik fosfat kislotaga deganda nimani tushunasiz?
8. Elektrotermik usulda fosfor olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
9. Sanoatda oq (sariq) fosfor ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
10. Fosfor olish elektropechining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
11. Termik fosfat kislotaga ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
12. Tabiiy fosfatlarni sulfat kislotali parchalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
13. Superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
14. Qoratog' (yoki Qizilqum) fosforiti asosida superfosfat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
15. Superfosfatni ammoniyashtirishda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?
16. Apatitdan superfosfat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
17. Uzlüksiz ishlaydigan superfosfat kamerasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
18. Donadorlangan va ammoniylangan superfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
19. Qishloq xo'jaligida qanday ftorli tuzlar ishlatiladi?
20. Vodород ftoridning xossalari ayting.
21. Ammoniy ftoridning xossalari ayting.
22. Kremniy tetraftorid, kremneftorid kislotaga va uning tuzlari xossalari ayting.
23. Ftorid kislotaga ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
24. Ammoniy ftorid olish usulini tushuntiring.
25. Natriy geksaftorosilikat olish usulini tushuntiring.
26. Natriy ftorid olish usulini tushuntiring.
27. Ekstraksiyon fosfat kislotaga deganda nimani tushunasiz?
28. Ekstraksiyon fosfat kislotaga olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
29. Ekstraksiyon fosfat kislotaga ishlab chiqarishning qanday usullarini bilasiz?
30. Tarnovli karusel vakuum-filtrning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
31. Ekstraksiyon fosfat kislotaga olishning digidratli usulini tushuntiring.
32. EFK ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari nimaga asoslanib aniqlanadi?

33. EFK olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarini tushuntiring.
34. Ekstraksion fosfat kislotaga deganda nimani tushunasiz?
35. Ekstraksion fosfat kislotaga olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
36. Ekstraksion fosfat kislotaga ishlab chiqarishning qanday usullarini bilasiz?
37. Tarnovli karusel vakuum-filtarning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
38. Ekstraksion fosfat kislotaga olishning digidratli usulini tushuntiring.
39. EFK ishlab chiqarishning texnologik ko'rsatkichlari nimaga asoslanib aniqlanadi?
40. EFK olishning yarimgidratli va yarimgidrat-digidratli usullarini tushuntiring.
41. Fosfat kislotani konsentrlash jarayonlarini tushuntiring.
42. Magniy bog'langan EFK ni konsentrlash jarayonini tushuntiring.

Adabiyotlar

1. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
2. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
3. Исमतов А.А., Отақўзиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Неорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
4. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л., «Химия», 1989. – 352 с.
5. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: «Химия», 1987. – 464 с.
6. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. А.А.Соколовского. – М.: «Химия», 1982. – 400 с.
7. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Т.: «ФАН», 1992. – 200 с.
8. Вишнякова А.А. Фосфорные удобрения из каратуских, гулиобских и других фосфоритов. – Т.: «ФАН», 1973. – 235 с.
9. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. – Л.: «Химия», 1981. – 224 с.

10. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейченко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. – М.: «Химия», 1976. – 196 с.
11. Васерман И.М. Производство минеральных солей. – М.: «Госхимиздат», 1962. – Гл.3
12. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: «Химия», 1977. – 376 с.
13. Позин М.Е. Технология минеральных солей. – Л.: «Госхимиздат», 1961. – Гл.ХVII.
14. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов кислотной переработки фосфоритов Каратау: Авторф. дис. ... докт. техн. наук, – Ташкент, 1990. – 52 с.
15. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, – Ташкент, 1994. – 25 с.
16. Бейтс Р. Определение рН: Теория и практика. – Л.: «Химия», 1968. – 400 с.
17. Констант З.А., Диндуне А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. – Рига: «Зинатне», 1987. – 371 с.

V bob

QO'SHALOQ SUPERFOSFAT ISHLAB CHIQRISH VA JARAYONNING MODDIY HISOBLARI

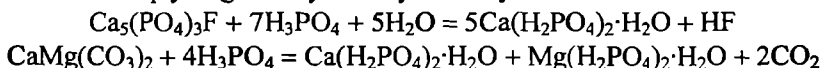
Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotasi bilan parchalash natijasida oddiy superfosfatdan asosan fosfatli birikmalar (monokalsiyfosfat va ma'lum miqdordagi erkin fosfat kislotasi) bo'lishligi bilan farqlanadigan qo'shaloq superfosfat olinadi. Qo'shaloq superfosfatdagi kalsiy sulfat qo'shimchasi – fosfatning, tarkibida sulfat-ion bo'lgan ekstraksion fosfat kislotasi (EFK) bilan parchalanishi yoki ruda tarkibida sulfatlarni bo'lishi hisobidan ishtirok etishi mumkin. Chunki qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun odatda ekstraksion fosfat kislotasi ishlatiladi, lekin tabiiy fosfatning bir qismi fosfat kislotasi olish uchun sulfat kislotasi bilan, qolgan qismi esa tayyor mahsulot olish uchun fosfat kislotasi bilan parchalanadi.

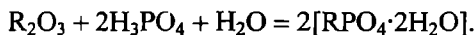
Qo'shaloq superfosfat (uni chet ellarda, ba'zan, uchlik superfosfat nomi bilan yuritiladi) tarkibidagi P_2O_5 ning miqdori oddiy superfosfatdagiga nisbatan 2–3 marta ko'p va uning tarkibida: $P_2O_{5o'zl.} = 42–50\%$ (xomashyo sifatiga bog'liq holda); $P_2O_{5umum.} = 45–56\%$; $P_2O_{5s.e.} = 38–42\%$ va $P_2O_{5erkin} = 1,5–5\%$ bo'ladi.

Qo'shaloq superfosfat konsentrlangan fosfat kislotasi (52–54% P_2O_5) ishlatilgan holda *kamerali* (oddiy superfosfatga o'xshash) usulda va 28–36% P_2O_5 li kislotasi qo'llagan holda *oqimli (kamasiz)* usullarda olinadi. Kamerali superfosfat omborga tashlangan holda yetiltiladi. Oqimli usulda esa birdaniga donadorlangan (omborli yetiltirishsiz) mahsulot olinadi. *Kamera-oqimli* usul ham mavjud bo'lib, unda oson parchalanadigan fosforit unidan olingan kamerali superfosfat yetiltirish bosqichisiz to'g'ridan-to'g'ri donadorlash va quritishga uzatiladi.

1- §. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish

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

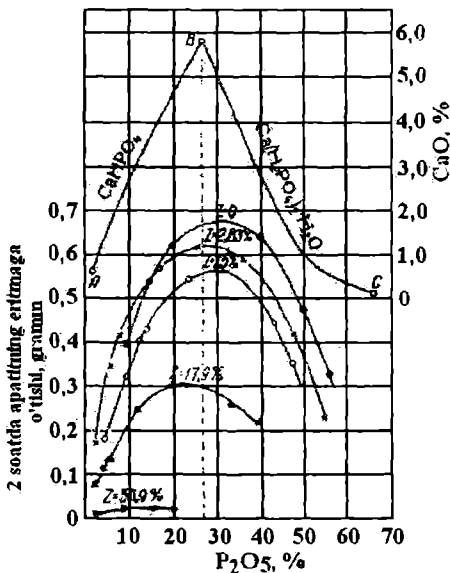




Ma'lum xomashyo uchun fosfat kislotaning stexiometrik me'yori – ko'rsatilgan reaksiyalarni va boshlang'ich ekstraksiyon fosfat kislotasi eritmasidagi neytrallovchi (CaO , MgO , R_2O_3) va kislotali (H_2SO_4) qo'shimchalarning bo'lishini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Qo'shaloq superfosfat olishni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin. Birinchi bosqichda fosfat va fosfat kislotaning uzluksiz aralastirilishidan harakatchan suspenziyada ta'sirlashuv jarayoni sodir bo'ladi, undagi suyuq faza tarkibida fosfat kislotasi, monokalsiyfosfat va boshqa eruvchan reaksiya mahsulotlari bo'ladi. Ularning suyuq fazadagi konsentratsiyasi jarayonning haroratiga, fosfat kislotaning konsentratsiyasi va sarflanish me'yoriga bog'liqdir. Boshlang'ich paytda tez, ammo fosfat kislotaning neytrallanishi hisobiga muntazam sekinlashadigan parchalanishning bu bosqichi suyuq fazaning kalsiy fosfatlari bilan to'yinishi natijasida to'xtaydi. Ishlab chiqarish sharoitida uning davomiyligi bir necha sekunddan (kamera-oqimli usulda) 3–10 minutgacha (kamerali jarayonda) va 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 H^+ ionlarining kirishini qiyinlashtiradi va parchalanish jarayonini keskin pasaytiradi. Suspenziyaning suyuq fazasi monokalsiyfosfat va dikalsiyfosfat bilan to'yingan taqdirda, parchalanish reaksiyasi to'xtaydi. Tarkibida fosfat kislotasi bo'lgan va reaksiya mahsulotlari bilan to'yinmagan eritmalarda fosfatlarning erish tezligi – fosfat zarrachalari sirtidan ajralib chiqadigan nisbatan kam harakatchan kalsiy ionlarining suyuq fazada diffuziyalanishi bilan belgilanadi. Bunday mulohaza uchun $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasidagi eruvchanlik va apatitning erish egri chiziqlariga mos ma'lumotlar asos bo'ladi (5.1-rasm). Oz darajadagi neytrallanish, ya'ni jarayonning birinchi bosqichida apatitning maksimum erish tezligi eruvchanlik diagrammasidagi B nuqtaga tutashgan holatiga to'g'ri keladi. B nuqtada, ya'ni fosfat zarrachalari sirtida hosil bo'ladigan to'yingan eritmada Ca^{2+} ionlarining konsentratsiyasi eng katta qiymatli, shunday ekan, eritmada bu ionlar diffuziyasining harakatlantiruvchi kuchi ham katta bo'ladi. Shuning uchun jarayonning birinchi bosqichida yuqori parchalanish darajasiga erishish uchun shunday boshlang'ich konsentratsiyali fosfat kislotasi qo'llanilishi maqsadga muvofiqki, qaysiki u $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ va CaHPO_4 lar bilan

muvozanatdagi nuqtaga mos keluvchi tarkibga yaqin bo'lgan to'yingan eritma hosil bo'lishiga olib kelishi kerak. Masalan, 75°C da suyuq faza to'yinish paytida apatitning maksimal parchalanishi uchun – fosfat kislotadagi P_2O_5 ning boshlang'ich miqdori 33,6% ga ega bo'lishi lozim. 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.



5.1-rasm. Apatitning qisman neytrallangan (z – turli neytrallanish darajali, %) fosfat kislotada eritmalarida erish egri chizig'ini 40°C dagi $CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasi izotermasi (ABC chiziq) bilan taqqoslash.

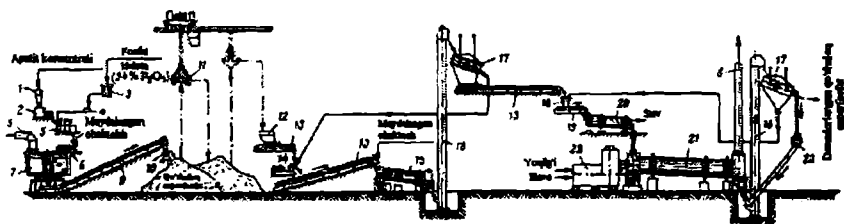
Qo'shaloq superfosfat olishning ishlab chiqarish tartibi (rejimi) ko'rsatib o'tilgan sharoitlarni hisobga olgan holda tanlanadi. Masalan, kamerali usul bilan apatit konsentratidan qo'shaloq superfosfat olishda fosfat kislotaning optimal konsentratsiyasi shunday tanlanadiki, bunda

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 kislotaga 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, kamerali superfosfatning uzoq vaqt (15–30 sutka) turishida sodir bo'ladi. Bu vaqtda yetiltirishning optimal harorati 40–60°C ni tashkil etadi, uning pasayishi yoki ortishi apatitning keyingi parchalanishini sekinlashtiradi. Dolomitli Qoratog', Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini kamerali jarayonda 45–50% P_2O_5 bo'lgan kislotaga 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 kislotaga bilan qayta ishlanadi, bu ko'p darajada jarayonning birinchi bosqichi uchun optimal sharoitga muvofiq keladi. Ammo fosfat kislotaning bunday kichik boshlang'ich konsentratsiyasi parchalanishning ikkinchi bosqichi uchun noqulay bo'lib, u $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaHPO_4$ bilan yoki $CaHPO_4$ bilan muvozanatdagi eritmalarda amalda sodir bo'lmaydi. Jarayon reaksiyon massaning quritilishida yakunlanadi. Undan suvning yo'qotilishi sistemaning monokalsiyfosfat bilan muvozanatdagi doirasiga o'tish va apatitning keyingi parchalanishini ta'minlash imkonini beradi. Quritish jarayonida reaksiyon massadagi monokalsiyfosfat kristallanadi va suyuq fazaning neytrallanish darajasi kamayadi, uning aktivligi esa ortadi. Shuning uchun birinchi bosqichda parchalanish darajasi kichik bo'lsada, jarayon oxirida xomashyoning yuqori parchalanish darajasiga erishiladi.

5.2-rasmda *kamerali usul* bilan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish sxemasi tasvirlangan. Bu usul jarayonlar ketma-ketligi bo'yicha ham, ishlatiladigan jihozlar bo'yicha ham oddiy superfosfatning ishlab chiqarishdagi kamerali usulga o'xshaydi. Apatit konsentratini va konsentrlangan fosfat kislotaga aralashtirgichga uzluksiz berib turiladi, hosil bo'ladigan suspenziyaga ozgina miqdorda (apatit massasining 3% gacha)

maydalangan ohaktosh kukuni qo‘shiladi. Shu hisobiga kamerada shakllanadigan superfosfat massasi (ohaktoshning parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan karbonat anhidrid hisobiga) g‘ovaklashib qoladi va kameradan osonlik bilan frezer yordamida tushiriladi. Massaning turish vaqti aralashtirgichda 3–6 minutni, kamerada 1–1,5 soatni, harorati esa aralashtirgichda 70–80°C ni, kamerada 90–100°C ni tashkil qiladi. Hozirda qo‘llanilayotgan (7,1 m diametrl) kameralarga reagentlarning bir soatdagi sarfi: apatit 12–13 t ni, fosfat kislotasi (52–54 % P_2O_5) 22–24 t ni, ohaktosh 0,4 t ni tashkil etadi. Kameradagi massani shakllantirish balandligi 1,2–2 m ga teng. Fosfat kislotaga konsentrlangan sulfat kislotasi ham qo‘shilishi mumkin; bu esa (mahsulot birligiga nisbatan) fosfat kislotasi solishtirma sarfini kamaytirish imkonini beradi, undagi P_2O_5 ni qisman (51–52% gacha) kamaytiradi. Kamerada apatit konsentratining parchalanish darajasi 70% dan oshmaydi.



5.2-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 fluorli gazlarni o‘tkazish uchun gaz o‘tkazgich quvur; 9 – kamerali superfosfatning lentali konveyeri; 10 – kamerali superfosfatni yoyib tashlagich; 11 – greyferli (kovshli) aralashtirgich;
- 12 – qo‘shaloq superfosfat uchun bunker; 13 – lentali konveyer;
- 14 – dezintegrator; 15 – neytrallashtirish barabani; 16 – elevator; 17 – elak;
- 18 – neytrallangan superfosfat uchun bunker; 19 – lentali ta‘minlagich;
- 20 – donadorlagich; 21 – quritish barabani; 22 – yoqilg‘i yondirgich;
- 23 – tegirmon.

Kamerali qo‘shaloq superfosfatni omborli yetiltirishda ham xuddi oddiy superfosfatdagi kabi ishlar amalga oshiriladi, bunda parchalanish darajasi 77–80% gacha ko‘tariladi. So‘ngra uning erkin kislotaliligini kamaytirish uchun ohaktosh kukuni va boshqa qo‘shimchalar bilan

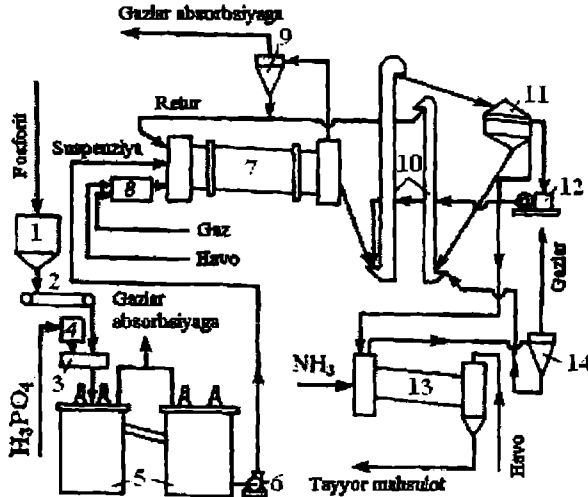
neytrallanadi va donadorlanadi. Kamerali usulda (100 kg apatitga 110 kg P_2O_5 hisobidan fosfat kislota me'yori bo'yicha) olingan qo'shaloq superfosfat tarkibida 43–44% o'zlashadigan P_2O_5 bo'ladi. 1 t o'zlashadigan P_2O_5 hisobidagi donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish uchun 320–330 kg (P_2O_5 hisobida) apatit va 810–820 kg (P_2O_5 hisobida) fosfat kislota sarflanadi.

Kamerali usulda bug'latilgan ekstraksion fosfat kislota qo'llanilishi talab etiladi. Uning kamchiligi, xuddi oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi kabi, mahsulotning uzoq vaqt omborda yetiltirilishidir; bu esa – yirik omborli inshootlarga, 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 ekstraksion fosfat kislotaning ishlatilishiga asoslangan kamerali va kamera-oqimli usullarda qo'shaloq superfosfat olishdagi ftorli birikmalarning ajralishi unchalik ko'p emas. Masalan, apatit (~3% ftor 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 foizi (aralashtirgich, kamera va omborda 12–15 foizi, donachalarni quritish, ajratish, maydalash va sovutishda esa 10–15 foizi) gazli fazaga ajraladi, qolgan 70–80 foizi esa tayyor mahsulotda qoladi. Aralashtirgich va kameradan chiqariladigan gazlardagi ftorning konsentratsiyasi (asosan SiF_4 tarzida) hammasi bo'lib 0,15–0,2 g/m³ ni tashkil etadi. Donachalarni quritishda ajraladigan gazlar ($2HF+SiF_4$ aralashmasi) tarkibida ko'p miqdorda chang bo'ladi. Shuning uchun SiF_4 ning absorbsiyasidan olinadigan H_2SiF_6 ning kuchsiz eritmasini mahsulot sifatida bo'lmaydi. Jarayonni o'tkazish va donadorlash bo'linmalaridagi absorbsiya tarmoqlarining qurilmalari oddiy superfosfat ishlab chiqarishdagi tarmoqlar bilan bir xilda bo'ladi.

Hozirgi paytda qo'shaloq superfosfatning oqimli sxema bo'yicha boradigan usullari ko'proq qo'llanilmoqda. 5.3-rasmda apatit konsentratidan olingan ekstraksion fosfat kislota va oson parchalanadigan Kingisepp fosfariti asosida qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemalaridan biri tasvirlangan. Fosforit bunker (1) dan lentali o'lchov me'yorlashtirgichi (2) orqali aralashtirgich (3) ga beriladi. Xuddi shu yerga me'yorlashtirgich (4) orqali fosfat kislota (28–36% P_2O_5) kelib tushadi. Yuqori konsentratsiyali kislotaning qovushqoqligi katta bo'lganligi uchun hosil bo'ladigan suspenziyaning oquvchanligi yomonlashadi. Shuning uchun bug'latilgan ekstraksion 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 reaktorlar (5) ga tushadi, ularning hajmi undagi reaksiyon massani 60–90 minut aralashtirilishini ta’minlaydi. 70–100°C da shuncha vaqt ichida ~50% fosforit parchalanadi, suyuq faza dikalsiyfosfat bilan to‘yinadi va keyingi uning aralashtirilishi hech qanday ahamiyat kasb etmaydi, chunki reaksiya keskin to‘xtaydi.



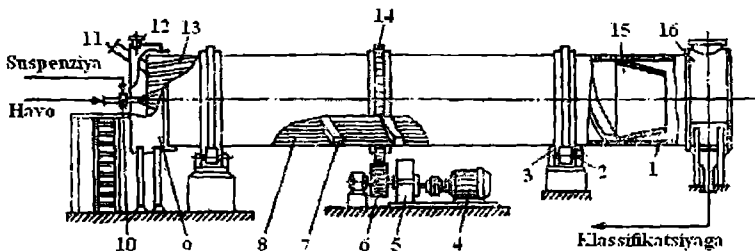
5.3-rasm. Fosforit uni va bug‘latilmagan ekstraksiyon fosfat kislotadan donadorlangan qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli sxemasi:

- 1 – fosforit uchun bunker; 2 – lentali o‘lchov me’yoralashtirgich;
- 3 – aralashtirgich; 4 – fosfat kislotasi me’yoralashtirgichi; 5 – reaktorlar;
- 6 – nasoslar; 7 – BDQ apparati; 8 – yoqilg‘i yondirgich; 9, 14 – siklon (chang tutgich) lar; 10 – elevatorlar; 11 – elak; 12 – tegirmon; 13 – ammoniyashtirgich, 14 – siklon.

Buning sababini fosforit zarrachalari sirtining juda mayda dikalsiyfosfat kristallari bilan quyqalanishidan deb hisoblashadi. Haroratning ortishi bilan dikalsiyfosfatning eruvchanligi kamayadi, shuning uchun katta intensivlikdagi uning kristallanishi fosforit zarrachalari sirtining shunday qismida sodir bo‘ladiki, u yerda suspenziya

massasidagiga nisbatan parchalanishning ekzotermikligi hisobiga harorat yuqori bo‘ladi. Fosforit sirtidagi quyqali qatlamda, shuningdek, ekstraksiyon fosfat kislotadagi F^- ionlaridan hosil bo‘ladigan kalsiy floridning mayda kristallari ham bo‘lishi mumkin.

Suspenziyani donadorlangan mahsulotga aylantirish orqali jarayon yakunlanadi: suspenziya nasos (6) bilan barabanli donadorlash-quiritgich (BDQ) apparati (7) ga uzatiladi, u yerga esa, shuningdek, yoqilg‘i yondirgich (8) dan o‘txona gazlariga kiradi.



5.4-rasm. Barabanli donadorlash-quiritgichi (BDQ):

- 1 – aylanuvchi baraban korpusi; 2 – tayanch rolik; 3 – qisgich rolik;
- 4 – elektrodvigatel; 5 – reduktor; 6 – tishli g‘ildiraklar; 7 – qaytargich shnek; 8 – ko‘tarib tashlovchi moslama; 9 – yuklash kamerasi;
- 10 – forsunka; 11 – tashqi returni uzatish uchun quvur; 12 – issiqlik so‘rg‘ich kirishi uchun ichki quvur; 13 – parrakli qabul qiluvchi moslama;
- 14 – tishli chamberak; 15 – tagi teshik konus; 16 – chiqarish kamerasi.

BDQ apparati ichki va tashqi retur (donachalar o‘lchami belgilangan talablarga javob bermaydigan zarrachalar) bilan ishlaydi (5.4-rasm). U gorizontaal yuzaga nisbatan $1-3^\circ$ qiyalikda o‘rnatilgan 35 m gacha uzunlikdagi, 1 m dan 4,5 m gacha diametrdagi aylanuvchi barabandan iborat bo‘lib, temir-beton taglik ustidagi tayanch roliklari (2) ga tayantirilgan. Qisgich roliklari (3) esa barabanning surilishini oldin oladi. Barabanning aylantirishi elektrodvigatel (4) da hosil qilingan aylanma harakatning reduktor (5), tishli g‘ildiraklar (6) orqali tishli chamberak (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 qaytargich shnek (7) o‘rnatilgan. Tashqi retur esa quvur (11) dan uzatiladi. Yuklash kamerasi (9) ning oldingi tirqishiga apparatga beriladigan suspenziyani

qisilgan havo (0,7–0,8 MPa) bilan sachratish uchun pnevmatik forsunka (10) oʻrnatilgan boʻladi. Bunda suspenziya namligi ~35% boʻlishi lozim.

Issiqlik soʻrgʻich yuklash kamerasiga ichki quvur (12) orqali kiradi. Koʻtarib tashlovchi moslama quritilayotgan donachalarning erkin tushishidan parda hosil qiladi. Bu pardadagi donachalarga changlatilgan suspenziyaning mayda tomchilari yopishadi va uning qurishi natijasida donachalar yiriklashadi. BDQ dan chiquvchi gazning harorati 120–125°C boʻladi. U changdan dastlab siklon (chang tutgich) da, soʻngra esa absorbsion qurilmada yuvilish orqali tozalanadi.

BDQ apparatlari bir-biridan tuzilish qismlari bilan farqlanadi va muntazam takomillashtirib borilmoqda. Ularning ayrimlarida donadorlash va quritishdan tashqari sovutish va donachalarga ajratish ham amalga oshiriladi.

BDQ dan 2–3% namlik bilan chiqadigan quruq donachalar harorati 100–105°C boʻladi. Sxemada (5.3-rasm) koʻrsatilishicha, ular elevator (10) bilan elak (11) ga uzatiladi, u yerda mahsulotga tegishli fraksiyalar (1–4 mm) ajratiladi. Yirik fraksiyalar tegirmon (12) da maydalangandan soʻng yana elakka qaytariladi, maydasi esa tutib qolingang chang bilan birgalikda BDQ apparatiga tashqi retur sifatida qaytariladi. Retur soni (retur massasining mahsulot massasiga nisbati) 1–2 oraliqʻida boʻlishi kerak.

BDQ apparatida suspenziyadan suvning bugʻlanishiga qarab undagi suyuq fazada erkin H_3PO_4 konsentratsiyasi ortadi, erigan monokalsiyfosfat konsentratsiyasi kamayadi, shuning uchun H^+ ionlarining aktivligi oshadi. Bu esa dikalsiyfosfat quyqali qatlamining qisman erishini taʼminlaydi va fosforit zarrachalarining parchalanishi davom etadi. Quritilgan qoʻshaloq superfosfatda uning parchalanish koeffitsiyenti 80–85% ga yetadi. Quritilgan donador qoʻshaloq superfosfatning kislotaliligini kamaytirish uchun donachalar aylanuvchi barabanda boʻr bilan changlatib yoki ammoniylashtirilib neytrallanadi. Barabanli ammoniylagich (13) da ammiak kollektor orqali donachalar qatlami ostiga beriladi. Ammoniylashtirishda ajraladigan issiqlikni yoʻqotish uchun barabanga qarama-qarshi tomondan havo oqimi kiritiladi. Ammoniylashtirgichdan chiqadigan mahsulotning harorati 40–45°C boʻladi. Havo oqimi bilan chiqadigan chang siklon (chang tutgich) (14) da, soʻngra esa absorbsiya qurilmalarida – flor birikmalari va ammiakdan yuvishda ushlab qolinadi. 9- va 14-siklonlarda ushlab qolingang chang returnga qoʻshiladi. Ammoniylashtirishdan soʻng mahsulotdagi erkin fosfat kislota 4–5% P_2O_5 (oʻzlashadigan P_2O_5 43–47%) gacha kamayadi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarida suspenziyani quritish jarayonida fosforit va ekstraksiyon fosfat kislotadagi ftorning 50–55% i gazli fazaga (HF va SiF_4 aralashmasi tarzida) ajraladi. Chiqadigan gaz miqdorining ko'pligi va ularda chang miqdorining yuqori darajada bo'lishligi ftoridlar absorbsiyasini yetarli darajada qiyinlashtiradi va olinadigan kremneftorid kislotaning sifatini yomonlashtiradi. Chiqindi gazlarini tozalash sistemalariga siklonlar (chaglarni tutib qolish uchun) va absorberlar kiradi. Absorbsiyalashning uch bosqichli sxemasida odatda mexanik absorberlar va Vetturi absorberlari ishlatiladi. Changli gazlarni tozalashda, shuningdek, SiF_4 ning gidrolizlanishi natijasida kremnegel cho'kmasi ajraladigan hollarda qayta tiklanadigan shar to'ldirgichli absorberlar yoki ko'pik qatlam stabilizatori bo'lgan ko'pikli absorberlar ishlatiladi. Apparatda stabilizator sifatida vertikal plastinkadan iborat yuz teshikli panjara qo'llaniladi, shu hisobiga qurilmada gaz tezligini oshirish mumkin bo'ladi. Chiqindi gazlarini to'laroq tozalash maqsadida adsorbsiyaning oxirgi bosqichida ohak suti beriladi, bu esa chiqindi gazidagi ftor konsentratsiyasini 2–3 marta kamaytiradi.

Qo'shaloq superfosfatning yuqori harorat ($130\text{--}140^\circ\text{C}$) dagi qisqa muddat ($30\text{--}40$ minut) li quritilishini amalga oshirish orqali uning ancha chuqur degidratlanishiga erishish mumkin, buning natijasida monokalsiyfosfat kam eriydigan polifosfatlarga aylanadi. Yuqori darajadagi ozuqa elementlari ($60\text{--}65\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum.}}$, $52\text{--}56\%$ $\text{P}_2\text{O}_{50'z1.}$, $18\text{--}32\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5s.e.}$) bo'lgan bunday o'g'itlar – tuproqdagi fosfor zaxirasini uzoq vaqt saqlab turuvchi sekin ta'sir etuvchi o'g'itlar qatoriga kiradi.

Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usullarini sanoatda to'la egallangandan so'ng, kamerali usullarni – omborli yetiltirishdan so'ng, donadorlash va quritishda oqimli sxema usullaridan foydalanilgan holda amalga oshirishga katta e'tibor berila boshlandi. Bunday jarayon *kamera-oqimli usul* deyiladi. Bunda oson parchalanadigan mayda zarrachali fosforit uni ($0,074$ mm dan yirik zarrachalar miqdori 20% dan oshmasligi kerak) va $47\text{--}49\%$ P_2O_5 li fosfat kislotasi ishlatiladi. Maydalangan kamerali superfosfat retur bilan aralashtiriladi, donadorlanadi va quritiladi. Quritish jarayonida fosforitning parchalanish darajasi $60\text{--}70\%$ dan $80\text{--}90\%$ gacha ko'tariladi. Donachalarning mahsulot fraksiyalari ammiak bilan neytrallanadi, sovutiladi va tarkibida: $45\text{--}47\%$ umumiy, $42,5\text{--}44,5\%$ o'zlashadigan, $37\text{--}38\%$ suvda eruvchan, $3\text{--}5\%$ erkin P_2O_5 va $1,5\text{--}2\%$ azot bo'lgan mahsulot olinadi. 1 t P_2O_5 li mahsulot ishlab chiqarish uchun: $824\text{--}835$ kg fosfat kislotasi (100% P_2O_5 hisobida), $271\text{--}280$ 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 kislotaga bilan parchalashga asoslangan kamerasiz siklik qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish usuli ham ma'lumdir; bunda hosil bo'ladigan monokalsiyfosfat cho'kmasi ajratiladi, neytrallanadi, donadorlanadi va quritiladi, bu tuz bilan to'yingan eritma esa parchalanish bosqichiga qaytariladi, shu bilan bir vaqtda u yerga tarkibida 53–58% P_2O_5 bo'lgan yangi fosfat kislotaga ham qo'shiladi. Bu usullar xomashyoning parchalanish darajasini juda yuqori darajaga (98–99%) ga yetish imkoniyatini beradi, ammo 1 t o'zlashadigan P_2O_5 li mahsulot olishga sarflanadigan fosfat kislotaning, oldingi bayon etilgan usullardagiga nisbatan anchagina, kattaligi bilan ajralib turadi; bundan tashqari, suspenziyada 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 kislotada (73–77% P_2O_5) parchalash orqali tarkibida orto- va polifosfatlar aralashmasi bo'lgan tez qotuvchi massa olish mumkin. Uni yetiltirishda, ayniqsa, yuqori haroratda, kondensirlangan fosfatlarning monokalsiyfosfatga aylanishi hisobiga qisman gidrolizlanish sodir bo'ladi. Mahsulot ammoniylashtirilgandan so'ng, tarkibida: 47–49% $P_2O_{50\%z}$. (shu birgalikda uning 90% i $P_2O_{5\ s.e.}$) va 3–7% N bo'lgan *polisuperfosfat* deb ataluvchi o'g'it olinishi mumkin.

2- §. Fosforitlardan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarish

Tarkibida magniy birikmalari (dolomit) bo'lgan boyitilmagan (24–25% P_2O_5) fosforitlardan ekstraksiyalash jarayonida 20–22% P_2O_5 li fosfat kislotaga olinadi. Bunday kislotaning aktivligi kam bo'lganligi uchun unda tabiiy fosfatlarni parchalanish darajasi qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishdagi texnologik talablar darajasini bermaydi. Bundan tashqari, hosil bo'ladigan superfosfat suspenziyasi tarkibida suvning solishtirma hajmi ko'p bo'lganligi sababli, uni bug'latishga ko'p energiya talab etiladi, bu esa o'ziga xos texnologik muammolarni keltirib chiqaradi.

Ma'lumki, qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning kamerali usulida 52–54% P_2O_5 konsentratsiyali, oqimli usulida esa 28–36% P_2O_5 li ekstraksiyon fosfat kislotaga ishlatiladi. Odatdagi usullarda Qoratog' (Qizilqum, Kingisepp va boshqa) fosforitidan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani to'g'ridan-to'g'ri konsentrlash jarayonida qovushqoqligi keskin

ortadi, uning 37–38% P_2O_5 gacha bug‘latilishidan olingan mahsulot kislotasi o‘zining salbiy fizik-kimyoviy xossaga ega ekanligini namoyon etadi, ya‘ni kislotada qovushqoqligi katta bo‘lib, 30–40°C dan past haroratgacha sovutilishi natijasida u quyilib boradi va oquvchanligini yo‘qotadi. Bu esa undan qo‘shaloq superfosfat turidagi o‘g‘it olish imkoniyatlarini yo‘qotadi.

Shunday bo‘lsada, fosforitlar apatit konsentratiga nisbatan tez va to‘la parchalanadi, chunki ularning strukturasi zich emas va karbonatlarning parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan CO_2 hisobiga parchalanmagan fosfatlar sirtidagi quyqali qobiqning buzilishi ta‘minlanadi. Hozirgi paytda dolomitli Qoratog‘, Qizilqum va Kingisepp fosforitlarini apatitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotada kamerali (45–50% P_2O_5 li kislotada) va oqimli (28–36% P_2O_5 li kislotada) usullar bilan parchalanish jarayonlari o‘rganilib, qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarish usullari ham ishlab chiqilgan.

Tarkibida magniy bo‘lgan ekstraksiyon fosfat kislotani bug‘latish yo‘li bilan konsentrlash (50–55% P_2O_5 gacha), buning natijasida olingan kislotani fizik-kimyoviy xossalari atroflicha o‘rganish yuzasidan (NamMPI, «Kimyoviy texnologiya» kafedrasida, professor Q.G‘afurov rahbarligida) olib borilgan tadqiqotlar samarasi yuqori darajada bo‘ldi. Natijada magniyli (hattoki yuqori magniyli – boyitilmagan) fosforitlardan olingan ekstraksiyon fosfat kislotada fosforitlarni parchalash yo‘li bilan oqimli usulda qo‘shaloq superfosfat turidagi (shu jumladan, ftoreslangan) o‘g‘itlar ishlab chiqarish texnologiyalari yaratilgan va ishlab chiqarishda sinovdan o‘tkazilgan (Olmaliq «Ammofos» ishlab chiqarish birlashmasi, 1990-yil, 1000 tonna). Olingan o‘g‘itlarning agrokimyoviy tekshiruv (O‘zbekiston paxtachilik ilmiy tadqiqot instituti, 1990–1995-yillar) natijalariga ko‘ra, boshqa turdagi konsentrlangan o‘g‘itlarga nisbatan tarkibida kalsiy tutishligi sababli ustun ekanligi aniqlangan.

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, kislotadagi dissotsilangan vodorod ionlarining miqdoriga ham bog‘liqdir. Eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi parchalanish jarayonida kislotaning kuchini belgilab beradi. U qanchalik katta bo‘lsa, tabiiy fosfat ham shunchalik to‘liq parchalanadi.

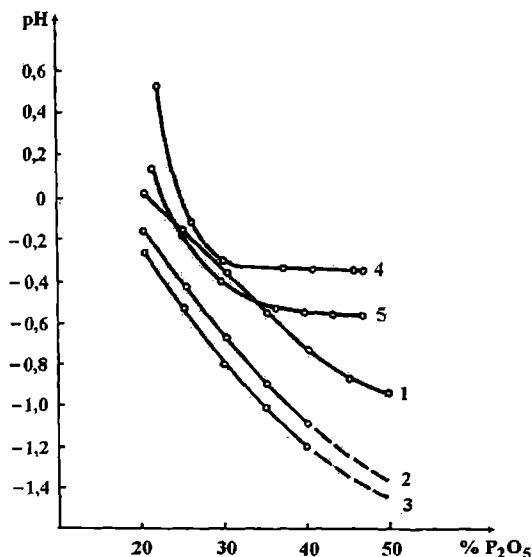
Kislotada eritmasining kislotalilik kuchini belgilash uchun yuqorida ta‘kidlab o‘tilgan fosfat kislotali eritmalarining termodinamik xossalari va

elektr o'tkazuvchanligi bilan birgalikda ulardagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi va eritma pH qiymatiga ham e'tiborni qaratish lozimdir.

Toza fosfat kislotaning ($\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi) 20–50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarining elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi shuni ko'rsatadiki, 25–45°C haroratda fosfat kislotaning ~30% P_2O_5 va ~50% P_2O_5 konsentratsiyali eritmalarida fosfatlarni parchalash yuqori samaraga olib keladi, chunki bunda fosfat kislota eritmasining elektr o'tkazuvchanligi nisbatan yuqori bo'ladi. Haroratning 50–70°C ga ko'tarilishi kislota 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 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ning kiritilishi ($\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi) natijasida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi (yoki fosfat kislotali eritmaning aktivligi) keskin kamayadi. Bu fosfat kislotali shunday eritmalaridagi fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasi ($\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$) va eritmalarining pH qiymatida ham o'z aksini topadi (5.5-rasm). Magniyli fosfatlarning fosfat kislotada parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan dimagniyfosfatning eruvchanligi eritma tarkibida fosfatlar (P_2O_5) miqdorining ortishi bilan ortadi, monomagniyfosfatning eruvchanligi esa kamayadi. Buni $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ dissotsilanish natijasida hosil bo'ladigan H^+ ionlari monomagniyfosfatning erishi va dissotsilanishi: $\text{MgHPO}_4 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-}$ dan hosil bo'ladigan HPO_4^{2-} ionlarini biriktirib, 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 eritmalarda magniy kationining ishtirok etishi natijasida $\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-$ muvozanatining o'ng tomonga siljishi hisobiga ular magniytsiz fosfat kislotali eritmalariga nisbatan neytrallangan bo'ladi.

Magniyli fosfat kislotali eritmalariga belgilangan me'yordagi ammoniy nitratning qo'shilishi ($\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi) 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 ortishini ko'rsatadi. Shu munosabat bilan Qoratog' fosforitidan olingan ekstraksiyon fosfat kislota (EFK) va unga belgilangan me'yorda

ammoniy nitrat qo‘shib bug‘latilishidan hosil qilingan (EFK+ NH_4NO_3 sistemasi) turli konsentratsiyali eritmalarining pH qiymatini (5.5-rasm) va ulardagi fosfat kislotasi birinchi vodorod ionlarining konsentratsiyasini ham aniqlangan. Bunda ammoniy nitrat ekstraksiyon fosfat kislotaning pH qiymatini kamaytirishi va shunga mos holda birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasini oshirishi kuzatilgan.



5.5-rasm. Fosfat kislotali eritmalar pH qiymatining ular tarkibi va kislotasi konsentratsiyasiga bog‘liqligi:

- 1 – $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$; 2 – $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O-H}_2\text{O}$;
- 3 – $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$;
- 4 – EFK; 5 – EFK+ NH_4NO_3 .

Shunisi qiziqarliki, 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 borganida eritmalar pH qiymatlari deyarli o‘zgarmasdan qoladi. Bu esa go‘yoki pH qiymati eritma kislotaliligini to‘la ifodalay olmayotgandek ko‘rsatadi. Bunday holat ammoniy nitrat qo‘shilgan ekstraksiyon fosfat kislotaning 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 pH qiymati uning haqiqiy qiymatiga nisbatan katta yoki kichik bo‘lishi kuzatiladi. Bunda effektiv pH – bu suspensiya muallaq zaryadli zarrachalari o‘rtasidagi sistemaning lokallashgan qismi uchun pH qiymatidir. $pH = pH_s - pH_e$ sifatida aniqlanadigan suspensiyali effekt belgisi – muallaq zarrachalar zaryad qiymatiga muvofiq kelishi lozim. Agar suspensiyadagi muallaq zarrachalar manfiy zaryadli bo‘lsa $pH_s < pH_e$, muallaq zarrachalar musbat zaryadli bo‘lsa $pH_s > pH_e$ bo‘ladi. Suspensiyadagi muallaq zarrachalar zaryadsiz bo‘lsa, suspensiyali effekt nolga teng bo‘ladi. Demak, magniyli ekstraksiyon fosfat kislotasi eritmalarida $pH_s > pH_e$ bo‘ladi, ya’ni ularda musbat zaryadli zarrachalar dominantlik holatga ega bo‘ladi.

Shunday qilib, magniy ionlari fosfat kislotali eritmalarini birmuncha neytrallaydi va buning natijasida fosfat kislotaning aktivligi kamayadi. Magniyli fosfat kislotalarining aktivligini 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 kislotali eritma aktivligi pasayadi.

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

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

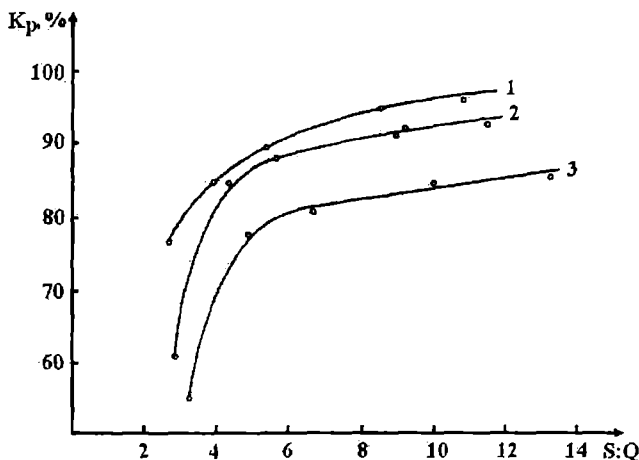
formulaga asosan ammoniy nitrat qo‘shiladi va kislotani bug‘latish yo‘li bilan konsentrlanadi.

Magniyli fosforitlarni undan olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi bilan ammoniy nitrat ishtirokida parchalash jarayonining optimal sharoitini tanlashda, ya’ni fosfatning eng yuqori parchalanish darajasiga erishish maqsadida jarayonni optimallashtirishning matematik rejalashtirish usuli bo‘yicha topilgan quyidagi:

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

formuladan foydalaniladi. Bunda, Y – tabiiy fosfatning aktivlangan EFK da parchalanish darajasi, %; Z_1 – EFK konsentratsiyasi, 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.



5.6-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining suspenziya

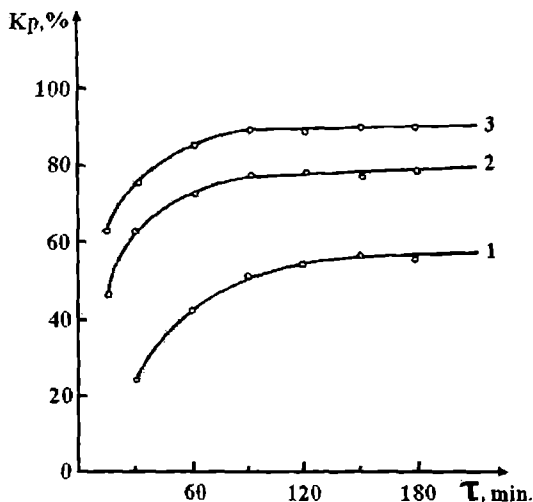
S:Q nisbatiga bog‘liqligi:

kislota konsentratsiyasi: 1 – 37% P_2O_5 ; 2 – 35% P_2O_5 ; 3 – 30% P_2O_5 ;

jarayonning davomiyligi 2 soat.

Ekstraksiyon fosfat kislotasi konsentratsiyasi va unda parchalanadigan fosforitning me‘yori [EFK(100% P_2O_5):fosforit nisbati] – parchalanish natijasida hosil bo‘ladigan superfosfat suspenziyasining fizik-kimyoviy xossalari (qovushqoqligi, S:Q fazalar nisbati va boshqalar) ni va jarayonning texnologik ko‘rsatkichlari (masalan, parchalanish darajasi) ni belgilab beradi. Shuning uchun texnologik parametrlarni tanlashda kislotasi konsentratsiyasiga mos holdagi fosforit me‘yori olinadi, ya‘ni qanchalik yuqori konsentratsiyali kislotasi ishlatilsa, EFK(100% P_2O_5):fosforit nisbati

ham shunchalik darajada katta bo'lishi lozimdir (5.6-rasm.). Shuningdek, parchalanish jarayonida parchalanish vaqti ham muhim rol o'ynaydi. Parchalanish jarayonini o'tkazish vaqti ko'proq darajada EFK(100%P₂O₅): fosforit nisbatiga bog'liqdir. Masalan, EFK(100%P₂O₅): fosforit nisbati 1 ga teng bo'lsa, parchalanishni 1,5–2 soat, EFK(100%P₂O₅): fosforit nisbati 1,5 va undan katta bo'lsa, parchalanishni 90–95 minut davom ettirilishi maqsadga muvofiqdir (5.7-rasm). Buning natijasida fosforitning eng ko'p miqdorda parchalanishiga erishiladi. Parchalanish davrining ortib borishi bilan ishlab chiqarish intensivligi ham kamayadi.



5.7-rasm. Fosforitning fosfat kislotali parchalanish darajasining vaqt bo'yicha o'zgarishi:

kislota konsentratsiyasi: 1 – 37% P₂O₅; 2 – 35% P₂O₅; 3 – 30% P₂O₅;
 EFK(100% P₂O₅):fosforit nisbati: 1 – 1:1; 2 – 1,5:1; 3 – 1,5:1;
 jarayonning harorati: 1 – 60°C; 2 – 60°C; 3 – 80°C.

Tarkibida ~20% P₂O₅ va ~2,5% MgO bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotaga uning massasining 2 foizi atrofida NH₄NO₃ qo'shib bug'latilishidan hosil qilingan 35–37% P₂O₅ konsentratsiyali aktivlangan kislotada fosforitning EFK(100%P₂O₅):fosforit = 100:100 nisbatida va 60°C haroratda 1,5 soat parchalanishidan tarkibida: P₂O₅_{sumum.} = 37–38%; P₂O₅_{50'zl.} = 34–36%; P₂O₅_{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 kislotani me'yorini 1,5 marta oshirilishi [EFK(100%P₂O₅): fosforit = 150:100 nisbatida] natijasida parchalanish darajasini 85% gacha ko'tarish mumkin, lekin suspenziyani quritishdan hosil qilinadigan mahsulotda P₂O_{5erkin} = ~6,7 ga teng bo'lib, standart talablari (P₂O_{5erkin} ≤ 5) ga javob bermaydi. Kislotani konsentratsiyasini 40% P₂O₅ ga va EFK(100%P₂O₅):fosforit nisbatini 2 marta (200:100) oshirish orqali parchalanish darajasini ~90% gacha oshirish mumkin, lekin hosil qilingan bo'tqaning fizik-kimyoviy xossasi [S:Q = ~5 (erkin fosfat kislotasi hisobiga), pH = ~2] birmuncha yomonlashadi, natijada ishlab chiqarish intensivligi va samaradorligi pasayadi. Ularni neytrallovchi qo'shimchalar (ammiak gazi, bo'r va b.) ishtirokida fizik-kimyoviy xossalarini yaxshilanishi va undan murakkab azot-fosforli o'g'itlar ishlab chiqarilishi mumkin (keyinroq tanishamiz).

Optimal sharoitda olingan superfosfat suspenziyasini 100–105°C da quritish orqali tarkibida: P₂O_{5umum.} = ~ 48%; P₂O_{5o'z.} = 46,5%; P₂O_{5s.e.} = 42,8%; P₂O_{5erkin} = ~1,8%; N = ~ 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. Mahsulotni quritish natijasida fosforitning parchalanish darajasi ~85% ga yetadi. O'g'itning ftorsizlanish darajasi esa 45–50% ni tashkil etadi.

Bayon etilgan usulni fosforitlar asosidagi ammosfos o'g'iti ishlab chiqarish usuli bilan taqqoslanganda – ham iqtisodiy, ham ekologik samara olish mumkin ekanligini ko'rish mumkin. Bu usulda ammosfos ishlab chiqarish usulidagi sulfat kislotasini 20% ga va ammiakni 100% ga iqtisod qilinishi, chiqindi – fosfogips unumini 20% ga kamaytirish imkoniyati yaratiladi. Bundan tashqari, tabiiy fosfatdan o'g'itga bevosita o'tadigan ftorning 45–50% miqdorini ftor birikmalari holatida ajratib olinishini ta'minlash mumkin. Bu esa bir tomondan, ishlab chiqariladigan o'g'itning ekologik tozaligini oshirsa, ikkinchidan, ayrim xalq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim xomashyo bo'lgan ftor birikmalarining qo'shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

O'g'it tarkibidagi ftor miqdorini yanada kamaytirilishiga erishilishi mumkin. Buning uchun bir qism boshlang'ich ekstraksiyon fosfat kislotasi ammoniy nitrat ishtirokida 50–55% P₂O₅ gacha bug'latiladi, uni boshlang'ich ekstraksiyon fosfat kislotasining qolgan qismi (unga ham kerakli miqdordagi ammoniy nitrat qo'shilgan) bilan ~37% P₂O₅ li kislotani

hosil qilinishi orqali aralashtiriladi. Hosil qilingan kislotalardan olingan qo'shaloq superfosfatning flosizlanish darajasi 70–75% ga yetadi.

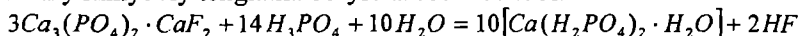
3- §. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish moddiy hisoblari

Moddiy hisob uchun boshlang'ich ma'lumotlar

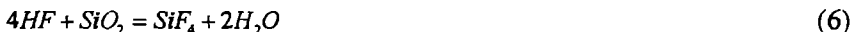
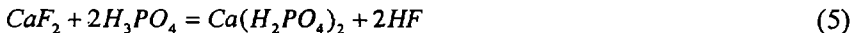
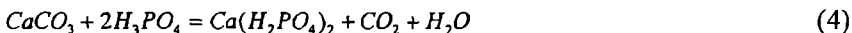
Fosforit uni bo'yicha ishlab chiqarish quvvati (kg/soat hisobida)			
Xomashyo:			
1) fosforit uni (% hisobida):			
P ₂ O ₅		21,0	
CaO		31,67	
Al ₂ O ₃		4,0	
Fe ₂ O ₃		7,6	
CO ₂		5,3	
CaF ₂		5,34	
erimaydigan qoldiq		22,09	
suv		3,0	
2) ekstraksiyon fosfat kislotasi tarkibi (% hisobida):			
P ₂ O ₅	32	yoki H ₃ PO ₄	44
H ₂ SiF ₆	2,5	yoki H ₂ SiF ₆	2,5
Fe ₂ O ₃	0,4	yoki FePO ₄	0,8
Al ₂ O ₃	0,3	yoki AlPO ₄	0,7
CaSO ₄	0,5	yoki CaSO ₄	0,5
(muallaq)		H ₂ O	51,5
3) maydalangan bo'r tarkibi (mahsulotdagi ortiqcha kislotani neytrallashtirish uchun):			
CaCO ₃ + MgCO ₃		98% dan kam emas	
erimaydigan qoldiq		1% dan ko'p emas	
namlik		2% dan ko'p emas	

Parchalanish jarayonining moddiy hisobi

Fosforit uning fosfat kislotada parchalanish jarayoni quyidagi umumiy kimyoviy tenglama bo'yicha sodir bo'ladi:



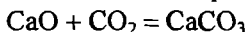
Ko'rinib turibdiki, bu tenglamada fosforit unidagi qo'shimchalarning fosfat kislota bilan ta'sirlashishi e'tiborga olinmagan. Bunday ta'sirlashuv quyidagi balans tenglamalari bilan ifodalanadi va ular bo'yicha moddiy hisoblar amalga oshiriladi:



1 soatda qayta ishlanadigan fosforit uni miqdori (komponentlar bo'yicha):

	%	kg/s
P ₂ O ₅	21,0	2100
CaO	31,67	3167
Al ₂ O ₃	4,00	400
Fe ₂ O ₃	7,60	760
CO ₂	5,30	530
CaF ₂	5,34	534
erimaydigan qoldiq	22,09	2209
suv	3,00	300

CaCO₃ tarzida CO₂ ga birikkan CaO ni aniqlash uchun CO₂ ning barcha miqdori CaCO₃ shaklida bo'ladi deb qabul qilinadi:



Bundan CaCO₃: $\frac{530 \cdot 100}{44} = 1204$ kg/s bo'ladi.

CaCO₃ shaklida bog'langan CaO: $\frac{530 \cdot 56}{44} = 674$ kg/s, Ca₃(PO₄)₂

shaklida bog'langan CaO: 3167 – 674 = 2493 kg/s bo'ladi.

CaO bu miqdori:



$\frac{2493 \cdot 310}{3 \cdot 56} = 4593$ kg/s Ca₃(PO₄)₂ ga muvofiq keladi.

Fosforit uning komponentlar bo'yicha balans tarkibi (kg/s hisobida):

Ca ₃ (PO ₄) ₂	4593
Fe ₂ O ₃	760
Al ₂ O ₃	400
CaCO ₃	1204
CaF ₂	534
erimaydigan qoldiq	2209
suv	300
Hammasi	10000

Balans tenglamalari bo'yicha reaktorlardagi hisoblar.

(1) tenglama bo'yicha:

$$4593 \text{ kg/s Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \text{ dan } \frac{4593 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 234}{310} = 8330 \text{ kg/s Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$$

hosil bo'ladi. Buning uchun $\frac{4593 \cdot 0,8 \cdot 4 \cdot 98}{310} = 4655 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4$ sarf bo'ladi.

(2) tenglama bo'yicha:

$$760 \text{ kg/s Fe}_2\text{O}_3 \text{ uchun } \frac{760 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 745 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4 \text{ talab etiladi,}$$

bunda:

$$\frac{760 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 151}{160} = 1148 \text{ kg/s FePO}_4$$

$$\frac{760 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 18}{160} = 205 \text{ kg/s H}_2\text{O hosil bo'ladi.}$$

(3) tenglama bo'yicha:

$$400 \text{ kg/s Al}_2\text{O}_3 \text{ uchun } \frac{400 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{102} = 618 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4 \text{ talab etiladi,}$$

bunda:

$$\frac{400 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 122}{102} = 765 \text{ kg/s AlPO}_4 \text{ va } \frac{400 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 18}{102} = 173 \text{ kg/s H}_2\text{O hosil bo'ladi.}$$

(4) tenglama bo'yicha:

$$1204 \text{ kg/s CaCO}_3 \text{ uchun } \frac{1204 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{100} = 1886 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4 \text{ talab}$$

etiladi, bunda,

$$\frac{1204 \cdot 0,8 \cdot 234}{100} = 2255 \text{ kg/s FePO}_4, \frac{1204 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 44}{100} = 423 \text{ kg/s CO}_2$$

$$\text{va } \frac{1204 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 18}{100} = 177 \text{ kg/s H}_2\text{O hosil bo'ladi.}$$

(5) tenglama bo'yicha:

$$534 \text{ kg/s CaF}_2 \text{ uchun } \frac{534 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 98}{78} = 1071 \text{ kg/s H}_3\text{PO}_4 \text{ talab etiladi,}$$

bunda:

$$\frac{534 \cdot 0,8 \cdot 234}{78} = 1280 \text{ kg/s Ca(H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ va } \frac{534 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 20}{78} = 219 \text{ kg/s HF}$$

hosil bo'ladi.

(6) tenglama bo'yicha:

$$219 \text{ kg/s HF bilan ta'sirlashish uchun } \frac{219 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 164 \text{ kg/s SiO}_2 \text{ talab}$$

etiladi, bunda:

$$\frac{219 \cdot 104}{4 \cdot 20} = 285 \text{ kg/s SiF}_4 \text{ va } \frac{219 \cdot 2 \cdot 18}{4 \cdot 20} = 98 \text{ kg/s H}_2\text{O hosil bo'ladi.}$$

(6) tenglama bo'yicha hosil bo'ladigan SiF₄ suv bilan ta'sirlashishi natijasida H₂SiF₆ va SiO₂ hosil qiladi; 285 kg/s SiF₄ bilan ta'sirlashish

uchun: $\frac{285 \cdot 2 \cdot 18}{3 \cdot 104} = 33 \text{ kg/s H}_2\text{O talab etiladi, bunda: } \frac{285 \cdot 2 \cdot 144}{3 \cdot 104} = 263 \text{ kg/s}$

H₂SiF₆ va $\frac{285 \cdot 60}{3 \cdot 104} = 55 \text{ kg/s SiO}_2 \text{ hosil bo'ladi}$

Fosforit unini parchalash uchun kerak bo'ladigan fosfat kislotasi me'yoring hisobi.

Fosfatlarni fosfat kislotasi parchalash jarayoni kinetikasi bo'yicha ma'lumotlarga muvofiq, jarayonning boshlang'ich bosqichiga fosfatlarni 100% parchalanishini e'tiborga olgan holda fosfat kislotasini to'la me'yorda kiritiladi.

O'tkazilgan hisoblarga muvofiq holda fosfat kislotasi sarfi (monogidrat hisobida) 8975 kg/s ni, shu jumladan (1) tenglama bo'yicha 4655 kg/s ni, (2) tenglama bo'yicha 745 kg/s ni, (3) tenglama bo'yicha 618 kg/s ni, (4) tenglama bo'yicha 1886 kg/s ni, (5) tenglama bo'yicha 1071 kg/s ni tashkil etadi.

$$\text{To'la me'yordagi H}_3\text{PO}_4 \text{ sarfi: } \frac{8975}{0,8} = 11213 \text{ kg/s}$$

$$44\% \text{ li fosfat kislotasi (32\% P}_2\text{O}_5) \text{ sarfi: } \frac{11213}{0,44} = 25550 \text{ kg/s.}$$

Parchalashga beriladigan fosfat kislota tarkibi va miqdori (komponentlar bo'yicha):

	%	kg/s
H ₃ PO ₄	44	11213
H ₂ SiF ₆	2,5	638
FePO ₄	0,8	204
AlPO ₄	0,7	179
CaSO ₄	0,5	127
H ₂ O	51,5	13189
Hammasi	100	25550

Ta'sirlashmagan fosfat kislota miqdori: $11213 - 8975 = 2238$ kg/s.

Suv balansi

Bo'lim	Kirim, kg/s	Chiqim, kg/s
(2), (3), (4), (6) reaksiyalar bo'yicha hosil bo'ladi	649	—
Fosforit uni bilan kiritiladi	300	—
Fosfat kislota bilan kiritiladi	13189	—
(7) reaksiya bo'yicha sarflanadi	—	33
Bo'tqada qoladigan erkin suv	—	14105
Jami	14138	14138

Parchalanish koeffitsiyenti 0,8 bo'lganda qo'shaloq superfosfat bo'tqasi hosil bo'lish bosqichining balansi quyidagicha bo'ladi.

Fosfat kislota bilan ta'sirlashish uchun beriladigan fosforit uning tarkibi va miqdori (komponentlar bo'yicha, kg/s hisobida):

Ca ₃ (PO ₄) ₂	$4593 \cdot 0,8 = 3675$
Fe ₂ O ₃	$760 \cdot 0,8 = 608$
Al ₂ O ₃	$400 \cdot 0,8 = 320$
CaCO ₃	$1204 \cdot 0,8 = 965$
CaF ₂	$534 \cdot 0,8 = 428$

Fosforit uning parchalanmagan qismida qoladigan komponentlar (kg/s hisobida):

Ca ₃ (PO ₄) ₂	$4593 - 3675 = 918$
Fe ₂ O ₃	$760 - 608 = 152$
Al ₂ O ₃	$400 - 320 = 80$
CaCO ₃	$1204 - 965 = 239$

CaF ₂	534 – 428 = 106
Hammasi	1495

Hosil qilinadigan bo‘tqadagi komponentlar miqdorining yig‘indisi:

Ca(H ₂ PO ₄) ₂	8330 + 2255 + 1280 = 11865
FePO ₄	1148 + 204 = 1352
AlPO ₄	765 + 179 = 944
H ₂ SiF ₆	263 + 638 = 901
CaSO ₄	127
Parchalanmagan fosforit uni	1495
Erimaydigan qoldiq	2209 – 164 + 55 = 2100

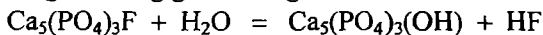
Parchalanish jarayonining moddiy balansi

Kirim		Chiqim	
bo‘lim	kg/s	bo‘lim	kg/s
Fosforit uni:		Bo‘tqa:	
Ca ₃ (PO ₄) ₂	4593	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	11865
Fe ₂ O ₃	760	FePO ₄	1352
Al ₂ O ₃	400	AlPO ₄	944
CaCO ₃	1204	H ₂ SiF ₆	901
CaF ₂	534	CaSO ₄	127
erimaydigan qoldiq	2209	erimaydigan qoldiq	2100
suv	300	parchalanmagan fosforit uni	1495
Fosforit unining jami	10000	H ₃ PO ₄ (ezkin)	2238
Fosfat kislota:		H ₂ O	14105
H ₃ PO ₄	11213	Kislotaning jami	35127
H ₂ SiF ₆	638	Gaz fazasiga:	
FePO ₄	204	CO ₂	423
AlPO ₄	179	Hammasi	35550
CaSO ₄	127		
H ₂ O	13189		
Kislotaning jami	25550		
Hammasi	35550		

4- §. Ftorsizlantirilgan va ozuqali kalsiy fosfatlar

Ftorsizlantirilgan fosfatlar, ftorning HF + SiF₄ tarzidagi (tarkibida HF ko‘p bo‘lgan) aralashmasini gazli fazaga yo‘qotilishi bilan birgalikda olib

boriladigan tabiiy fosfatlarni termik qayta ishlash yo‘li orqali olinadi. Termik parchalanishda fosfatlar suv bug‘i ishtirokida nisbatan tez va to‘la ftorsizlanadi. 1400–1550°C da apatitni gidrotermik qayta ishlash, dastlab, kristall panjaradagi ftorning gidroksid guruhi bilan almashishiga:



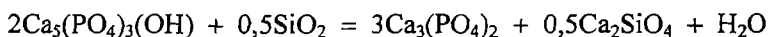
so‘ngra esa, gidroksidapatitning parchalanishiga:



olib keladi.

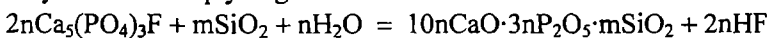
Parchalanish mahsulotlari limon kislotada eruvchi α -trikalsiyfosfat va tetrakalsiyfosfatdan iboratdir. Trikalsiyfosfat ikki xil – α va β modifikatsiyada mavjud bo‘ladi, ularning bir-biriga aylanish nuqtasi 1180°C ga tengdir. Bu haroratdan pastda o‘zlashmaydigan β -modifikatsiya, yuqorida esa o‘zlashuvchan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

Kremnezem ishtirokida α -shaklning β -shaklga o‘tish harorati pasayadi va bu o‘tishning tezligi ham shuncha sekinlashadi, natijada mahsulot – hattoki havoda suyuqlanmani sekin sovutilganda ham o‘zining qimmatli xossasini yo‘qotmaydi. Ftorsizlanish jarayoni esa birmuncha tezlashadi, chunki kremnezem apatitning kristall tuzilishini buzish xususiyatiga egadir; bunda shixtadagi kremnezemning miqdoriga bog‘liq holda, turli tarkibdagi kalsiy fosfat va silikatlarining qattiq eritmaları – silikofosfatlari hosil bo‘ladi. Masalan, gidroksidapatitning parchalanishida kremnezem:



reaksiya bo‘yicha ishtirok etadi.

Apatitning kremnezem ishtirokida gidrotermik parchalanishini umumiy ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

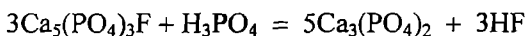


Fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi aylanuvchi barabanlarda, siklonli, konvertorli va boshqa pechlarda amalga oshirilishi mumkin. Vodorod bilan boyitilgan yoqilg‘i, masalan, tabiiy gaz yoki mazut ishlatilganda suv bug‘ini maxsus uzatilishi talab etilmaydi, chunki yonish mahsulotlarida yetarli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

Apatit konsentrati va 20–25% (apatit massasiga nisbatan) kremnezemdan iborat shixta nisbatan past haroratda suyuqlanadi. Shunday tarkibda kremnezem bo‘lgan shixta suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olishda ishlatiladi. Kuydirishda esa sezilarli darajada suyuq faza

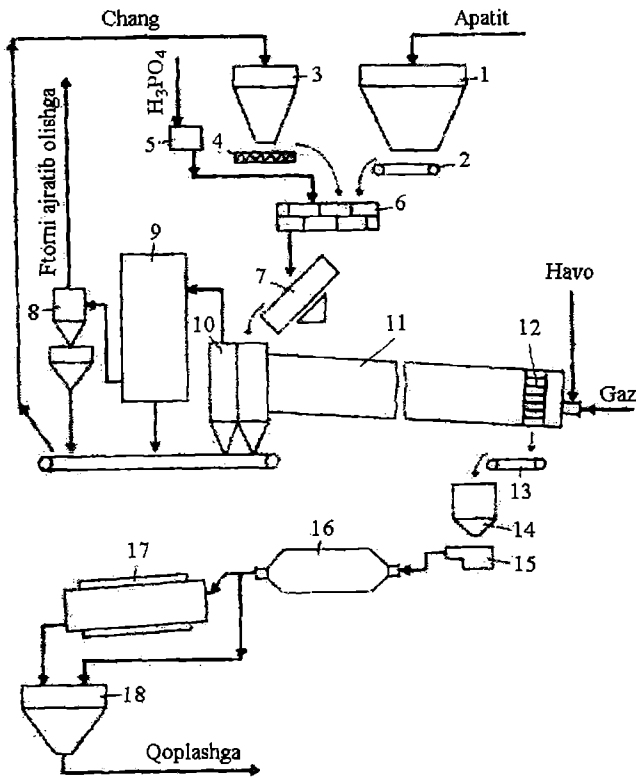
hosil bo'lishidan qutulish uchun undagi kremnezem miqdorini oshirish yoki kamaytirish kerak. AQSH da shixtaga umumiy massaning 50% gacha kremnezem qo'shiladi, ya'ni bir xil miqdordagi fosforit va qum aralashtiriladi. Bunda olingan mahsulot $\approx 20\%$ gacha limon kislotada eriydigan P_2O_5 tutadi.

MDH da kuydirish bilan fosfatlarning gidrotermik ftorsizlantirilishi kremnezem (qum) ning oz miqdorda qo'shilishi yoki kremnezemsiz amalga oshiriladi, ammo ular ftorsizlangan fosfat kislotasi bilan $CaO:P_2O_5 = 3$ molyar nisbatda (fosfat massasining 4–6 foizi miqdorida) namlanadi va pechdagi changlanishni kamaytirish uchun donadorlanadi. Fosfat kislotasi ishtirokida jarayonning harorati $1380\text{--}1420^\circ\text{C}$ gacha pasayadi. Yuqorida keltirilgan ftorsizlanish reaksiyasidan tashqari:



reaksiya ham sodir bo'ladi. Bu reaksiyaning umumiy ko'rinishidir. Reagentlar aralashtirilishidan, dastlab, monokalsiyfosfat 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 kislotasi bilan namlanishi ularning suyuqlanish haroratini oshiradi. Bu shunday fosforitlarni aylanuvchi pechlarda $1250\text{--}1300^\circ\text{C}$ haroratda kuydirish orqali ftorsizlantirish imkonini beradi. Oson suyuqlanuvchi fosforitlarni ftorsizlantirishning boshqa usulida ular siklonli yoki konvertorli pechlarda $1500\text{--}1600^\circ\text{C}$ da suyuqlantiriladi.

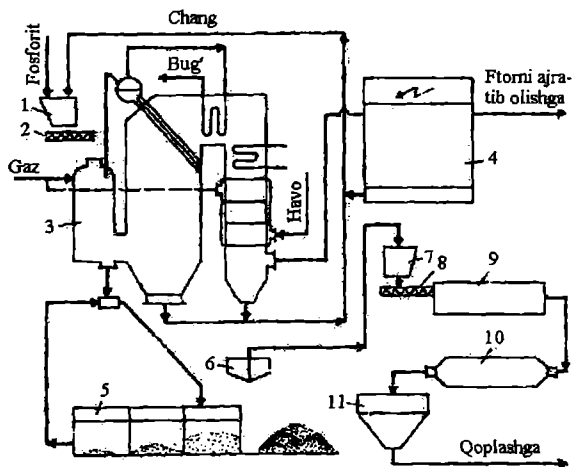
Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni (5.8-rasm) quyidagi: apatit va qaytarilgan changni fosfat kislotasi va suv bilan aralashtirish; shixtani donadorlash; donachalarni kuydirish; mahsulotni maydalash; tayyor mahsulotni sovutish, qoplash va iste'molchiga jo'natish; pechdan chiqadigan o'txona gazlarini issiqlik yutdirish qozonida sovutish (bug' ishlab chiqarish); gazlarni changdan tozalash; o'txona gazlaridagi ftorli birikmalarni ajratib olish va ularni ftorli mahsulotlarga aylantirish bosqichlardan iboratdir. Aylanuvchi pechning diametri 3,6 m va uzunligi 100 m (tayyor mahsulot bo'yicha unumdorligi: loyihaligi – 6 t/s; erishilgani – 7,3 t/s ga teng).



5.8-rasm. Aylanuvchi pechlarda ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – apatit uchun bunker; 2 – og‘irlik o‘lchov me‘yorlashtirgichi; 3 – chang uchun bunker; 4 – ta‘minlagich; 5 – fosfat kislota me‘yorlashtirgichi; 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 – sovutish barabani; 18 – tayyor mahsulot saqlanadigan bunker.

Fosfatli xomashyoni suyuqlantirish usuli bilan ftorsizlangan fosfatlar olish jarayoni har biri 150 t/sutka unumdorlikda ishlaydigan energotexnologik agregat (ETA) lar vositasida amalga oshiriladi (5.9-rasm).



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

- 1 – fosforit uchun bunker; 2 – ta'minlagich; 3 – energetexnologik 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 kameralarga tarkibida 28% dan kam bo'lgan P_2O_5 va ~15% erimaydigan qoldiq bo'lgan xomashyo beriladi. Erimaydigan qoldiqning ko'rsatilgan me'yordan oz yoki ko'p bo'lishi xomashyo suyuqlanish haroratining ortishiga, buning natijasida esa texnologik jarayonning buzilishiga olib keladi. Siklonning yuqori qismida tabiiy gazni havo oqimida 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°C ni, bug' ishlab chiqarish esa 20–30 t/s ni tashkil etadi. 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.

Siklonli qorishmadan chiqadigan suyuqlanma mo'l suv oqimida toblanadi. Suyuqlanmani toblash natijasida tarkibida ko'p miqdordagi 0,4% li xlorid kislotada eruvchan P_2O_5 bo'lgan mahsulot olinadi.

Suyuqlanmani 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 qoplariga joylanadi. Siklonli pech yuqori solishtirma unumdorlikka – 2,5 t/(m³·s) ga ega, ammo unga yoqilg'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: P₂O₅ (0,4% li HCl da eruvchan) – 41 va 28% lan 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%; H₂O – 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.

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 – fluor, mishyak, og'ir metallar birikmalarining miqdori 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 kislotaga yoki ftorsizlantirilgan ekstraksiya fosfat kislotaga ishlatilishiga asoslangan. Jonivorlar ozuqali fosfatlarni oson hazm qilishlari uchun ular suvda eriydigan bo'lishi yoki kuchsiz kislotalarda erishi kerak; ular 0,4% li

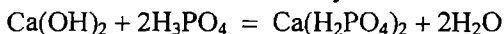
xlorid kislotada erisa, yaroqli hisoblanadi. Tabiiyki, barcha ozuqali fosfatlar o'g'it sifatida ham ishlatilishi mumkin.

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

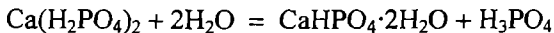
Suyak uni suyakni oldindan yog'sizlantirishi va suv bug'i bilan organik qoldiqlarni yo'qotilishidan so'ng maydalash orqali olinadi. Suyak uni tarkibida 30% dan kam bo'lmagan P_2O_5 va 40% dan kam bo'lmagan CaO bo'ladi. Ftorning miqdori oldindan chegaralanmaydi.

Presipitat. Presipitat ohak (ohaktosh) ning fosfat kislotasi bilan ta'sirlashish mahsulotidir. Sitratli eruvchan dikalsiyfosfat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ dan iborat fosforli o'g'it *presipitat* deyiladi. «Presipitat» so'zi nemischa Präzipitierung – cho'ktirish ma'nosini anglatadi. Texnik presipitat turli darajada boshqa tuzlar: temir va aluminiy fosfatlari, gips, kalsiy fluoridlari va karbonatlari va boshqalar bilan ifloslangan bo'ladi. Texnik presipitatdagi P_2O_5 (sit.) miqdori 40% gacha yetadi. Ozuqali presipitat (dikalsiyfosfat) da 0,4% li HCl da eruvchi P_2O_5 43–47% gacha yetadi. U amalda gigroskopik emas, yaxshi fizik xossalarga egadir. Shunga qaramay, presipitat samarador o'g'it hisoblansada, bu maqsad uchun uni maxsus ishlab chiqarilmaydi, chunki fosfat kislotani qo'shaloq superfosfat olishda ishlatish ancha yaxshi samara beradi, bunda kislotani hisobiga fosforitdagi bir qism P_2O_5 o'g'itga o'tadi, shuning uchun qo'shaloq superfosfatdagi P_2O_5 ning tannarxi presipitatga nisbatan arzon tushadi. O'g'itli presipitat suyakni qayta ishlovchi zavodlarda jelatina ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan kuchsiz fosfat kislotali eritmalardan olinadi.

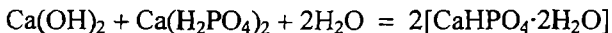
Presipitat ishlab chiqarish jarayonida dastlab, ohak yoki ohaktosh fosfat kislotada eritiladi va bunda monokalsiyfosfat hosil bo'ladi.



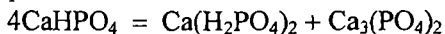
So'ngra fosfat kislotaning neytrallanib borishi natijasida monokalsiyfosfat inkongruent parchalanadi va dikalsiyfosfat cho'kmasi ajralib chiqadi:



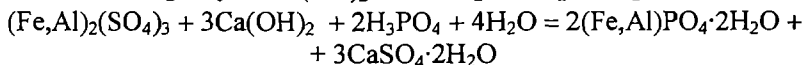
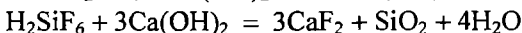
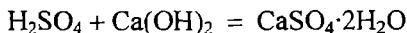
Shuningdek, monokalsiyfosfat ohak yoki ohaktosh bilan ham ta'sirlashadi:



Dikalsiyfosfatdagi $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ ning nazariy massa nisbati (0,79 ga teng) dan ortiqcha miqdordagi so'ndirilgan ohak qo'shilganda va shunga muvofiq ravishda eritmaning pH qiymati 6,3 dan ortganda dikalsiyfosfatning parchalanishi sodir bo'ladi:



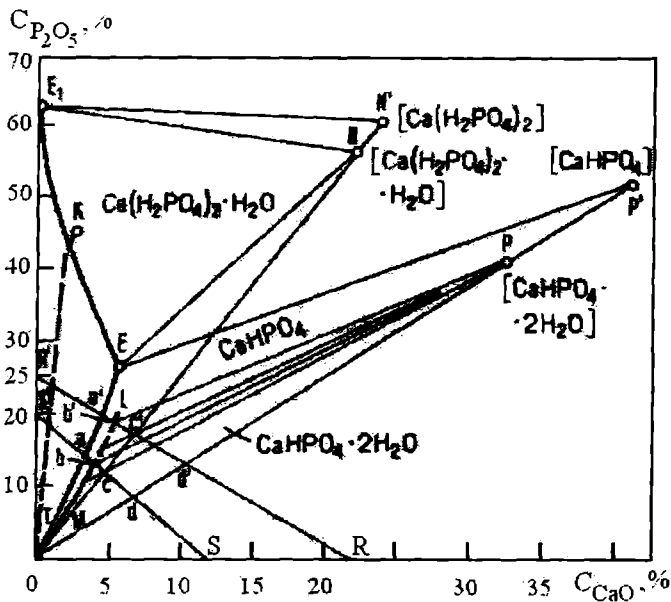
Fosfat kislota tarkibidagi qo'shimchalar ham ohak yoki ohaktosh bilan ta'sirlashadi:



Temir va aluminiy fosfatlari, kalsiy floridi va silikat kislotadan iborat balchiqli cho'kma presipitatning filtrlanishini qiyinlashtiradi.

Dikalsiyfosfatning presipitlanish 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 digidratini $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (brushit), yuqori haroratda esa - suvsiz CaHPO_4 (monetit) stabil (turg'un) bo'ladi. Ammo suvsiz tuz eritmadan faqatgina 60°C dan yuqori haroratdagina ajralib chiqadi, bundan past haroratda esa metastabil faza sifatida muntazam ravishda CaHPO_4 ga aylanib turadigan $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ cho'kadi. $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ga nisbatan suvsiz CaHPO_4 tarkibida P_2O_5 ko'p bo'ladi, ammo CaHPO_4 jonivor va o'simliklarga yomon o'zlashadi.

20% P_2O_5 konsentratsiyali (S' nuqta) fosfat kislotaning tarkibida 12% CaO bo'lgan (S nuqta) ohak suti bilan presipitlash va 25% P_2O_5 konsentratsiyali (R' nuqta) kislotani - tarkibida ~22% CaO bo'lgan (R nuqta) va S:Q nisbati 1,5:1 ga teng bo'lgan ohaktosh suspenziyasi bilan presipitlash sharoiti 40°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemi diagrammasida ko'rsatilgan (5.10-rasm). Presipitlashda sistema tarkibi SS' va RR' biriktiruvchi chiziqlar bo'ylab o'zgaradi.



5.10-rasm. Fosfat kislotadan dikalsiyfosfatni cho'ktirish jarayonining diagrammasi:

40°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasi izotermasida OE – stabil va ML – metastabil tarmog'i;

60°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasida KT – CaHPO_4 ning eruvchanlik tarmog'i.

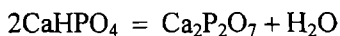
Muvozanatdagi sharoitda kislotani to'yingan eritma hosil bo'lguncha neytrallashdagi – erkin H_3PO_4 va $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ dan iborat suyuq faza a va a' nuqtalarda, CaHPO_4 ga nisbati bo'yicha to'yingan bo'lishi kerak. Amalda esa to'yinish keyinroq, qattiq fazadagi $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ eruvchanligining metastabil tarmog'i ML ga to'g'ri keluvchi b va b' nuqtalarda yuzaga keladi. Uning kristallanishi uchun metastabil faza bilan to'yingan eritma hosil bo'lishi kerak. Fosfat kislota birinchi vodorod ionlarining to'la neytrallanish, ya'ni presipitatning cho'ktirilishiga sarflanadigan kalsiy oksidning yarim miqdorining erish paytida dikalsiyfosfatning intensiv hosil bo'lishi boshlanadi (c va c' nuqtalar).

60°C dagi $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasini o'rganish shuni ko'rsatadiki, hosil bo'ladigan CaF_2 ta'siri natijasida dikalsiyfosfatning eruvchanligi keskin kamayadi.

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

$CaO - P_2O_5 - H_2O$ sistemasidagi muvozanat sharoiti bo'yicha fosfat kislota ohak bilan ham, ohaktosh bilan ham to'la cho'kishi kerak. Amalda esa presipitlashning oxirida ohaktoshning va ayniqsa, ohakning bir qismi dikalsiyfosfat kristallaridan iborat bo'lgan eritmadagi ionlarni o'tishini qiyinlashtiruvchi qobiq bilan o'ralib qoladi va reaksiya keskin sekinlashadi. Fosfat kislotani ohaktosh bilan talab etilgan darajagacha neytrallash mumkin emasligi nafaqat qobiqlanish tufayli, balki fosfat kislota birinchi vodorod ionlari bog'lanib bo'lgandan keyin reaksiya tezligining pasayishi hisobiga ham bo'ladi. Shuning uchun sanoat sharoitida presipitlash dastlab ohaktosh, so'ngra ohak ishlatilgani holda bir necha reaktorlarda o'tkaziladi. Shundan so'ng dikalsiyfosfat filtrda ajratiladi va quritishga yuboriladi. Suspenziyani quritish – uni dekantatsiyalash orqali (filtrlanmasdan) quyiltirilishidan so'ng ham amalga oshirilishi mumkin. Bu jarayonni ikkita bosqichda amalga oshirilishi mumkin: dastlab qo'shimchalar bilan birgalikda dikalsiyfosfatning bir qismi cho'ktiriladi, uni ajratiladi va o'g'itli mahsulot olinadi; qolgan eritmadan toza ozuqali mahsulot olish orqali cho'ktirish davom ettiriladi.

$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ ni quritishda uning degidratlanishi sodir bo'lishi mumkin, bundagi harorat va tezlik presipitlashdagi bosimga, kristallar o'lchamiga va ularning hosil bo'lish sharoitiga bog'liqdir. Agar dikalsiyfosfat atmosfera bosimida 1 soat davomida $100^\circ C$ haroratda qizdirilsa, u sezilarli darajada suvsizlanadi. Bunda o'zlashadigan P_2O_5 juda oz darajada kamayishi kuzatiladi. $175^\circ C$ dan yuqori haroratda qizdirilganda dikalsiyfosfatdan suv ajralib chiqadi va kalsiy difosfatga aylanadi:

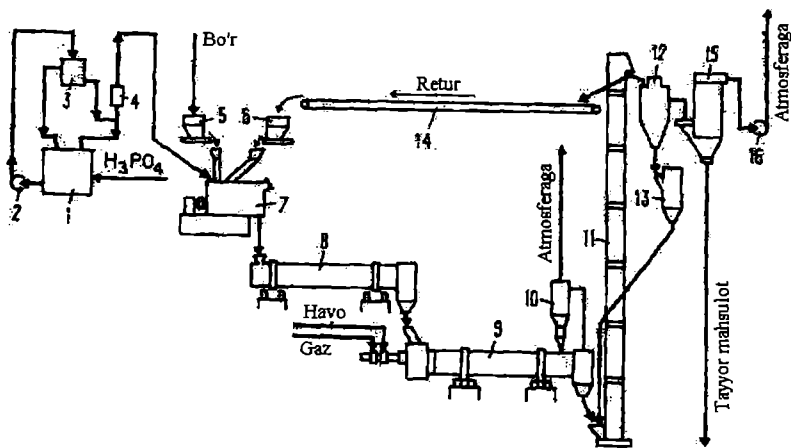


undagi P_2O_5 esa qiyin eruvchan shaklda bo'ladi.

Termik fosfat kislotadan, yoxud bug'latish siklida yoki organik ekstragentlar yordamida zararli qo'shimchalardan oldindan tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotadan ozuqabop dikalsiyfosfat ishlab chiqarish afzaldir. Bu holda suspenziyani filtrlashning zarurati yo'q va konsentrlangan (50–55% P_2O_5 li) fosfat kislota ishlatish mumkin. MDH da ozuqabop dikalsiyfosfat xuddi shunday olinadi.

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

O'g'itli presipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi 5.11-rasmda tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha 80–85°C haroratgacha qizdirilgan fosfat kislotaga gorizontalaralashtirgichda bo'r va retur bilan $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 0,7-0,8$ nisbatda aralastiriladi. Retur soni, ya'ni retur massasining mahsulot massasiga nisbati (0,5÷1):1 ni tashkil etadi. Uch minutli aralastirishdan so'ng 80% dikalsiyfosfat bo'lgan massa hosil bo'ladi. Aralashma aylanuvchi barabanli reaktorda 45–50°C haroratda 90 minut yetildiriladi. Shundan so'ng mahsulotda yana 4–6% monokalsiyfosfat va 18% gacha suv qoladi. Uni barabanli quritgichda me'yoriga (3% dan kam H_2O) yetguncha parallel harakatdagi o'txona gazlari (kirishda 550–600°C, chiqishda esa 100–110°C harorat) bilan quritiladi va bunda chiqadigan mahsulotning harorati 90°C dan oshmasligi kerak. So'ng uni separatoridan o'tkaziladi; mayda fraksiyaning bir qismi (retur) aralashtirgichga qaytariladi, yirik fraksiya (>0,5 mm) esa dezintgratorda maydalanadi. O'lchami <0,5 mm dan kichik zarrachalar yengli filtrga tushadi, u yerda separatoridan keladigan havo bilan changlatilib, tayyor mahsulot ajratib olinadi.



5.11-rasm. O'g'itli presipitat ishlab chiqarishning returli sxemasi:
 1 – fosfat kislotaga yig'gichi; 2 – nasos; 3 – bak; 4 – sarflagich; 5,6 – bo'r va retur uchun bunkerlar; 7 – aralashtirgich; 8 – barabanli reaktor; 9 – barabanli quritgich; 10 – siklon; 11 – elevator; 12 – havoli separator;
 13 – separatsiyalangan mahsulot yig'gichi; 14 – retur transportyori; 15 – yengli filtr; 16 – ventilator.

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

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 ekstraksion fosfat kislotasini apatit konsentrati yoki bo'r bilan neytrallash orqali olinadi. Ekstraksion fosfat kislotasini flossizlantirish soda yordamida amalga oshiriladi. Jarayonni amalga oshirish 5.11-rasmda tasvirlangan sxemada amalga oshirilishi mumkin, lekin bunda barabanli reaktor o'rnida ikki o'qli shnekli aralashtirgich qo'llaniladi. Bundan tashqari, hosil qilingan massani quritishda kam eriydigan polifosfatlar hosil bo'lishini oldini olish maqsadida mahsulotni barabanli quritgichdan 15–20 minutda o'tishi ta'minlanadi. So'ngra uni barabanli sovutgichda havo oqimida 30–40°C gacha quritiladi. Qolgan jarayonlar presipitat olishdagi kabi amalga oshiriladi. Bu usul bo'yicha tarkibida: 0,4% HCl da eriydigan 50–51% P₂O₅ va 0,2% dan kam F bo'lgan 2-navli mahsulot olinadi.

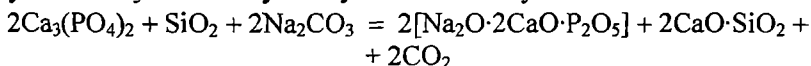
Yuqori sifatli mahsulot apatit konsentrati yoki Qoratog' fosforiti va termik fosfat kislotadan olingan qo'shaloq superfosfatni termik flossizlantirilishidan olinadi. Qo'shaloq superfosfatning yuqori kislotaliligi tabiiy fosfatning keyingi parchalanishi bilan bir vaqtda massaning yetarli darajada to'la flossizlanishini ta'minlaydi. Mahsulot tarkibida: 55% dan ortiq foydali P₂O₅ va 0,2% dan kam F bo'ladi.

Termik fosfatlar. Maydalangan tabiiy fosfat, soda va returlar donadorlangan aralashmasini 1100–1200°C da aylanuvchi pechlarda kuydirilib, sovutilib 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 sovutilib, 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 P₂O₅ bo'ladi. Bunda umumiy P₂O₅ ning 90–98 foizi o'zlashadigan P₂O₅ hissasiga to'g'ri keladi va uni, asosan, tuprog'i kislotali (sho'rxok) yerlarga solinadi.

Fosfatlarni termik qayta ishlashda, ayniqsa, yuqorida aytib oʻtilgan qoʻshimchalar ishtirokida apatitning kristall panjarasi buziladi va dastlab trikalsiyfosfat hosil boʻladi, soʻngra u oʻsimliklarga oʻzlashadigan boshqa birikmalarga aylanadi.

Fosfatlarni ishqorli parchalash texnologik jarayonning soddaligi va fosforli oʻgʻitlar olishning boshqa usullari uchun zarur boʻlgan kislotalarsiz amalga oshirilishi bilan farqlanadi, bundan tashqari tarkibida koʻp miqdorda qoʻshimchalar, shu jumladan, uch valentli metallar oksidlari boʻlgan quyi sifatli xomashyolardan ularni boyitilmasdan foydalanish imkoniyatini beradi.

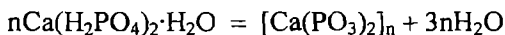
Trikalsiyfosfat, kremniy dioksid va sodadan iborat aralashmani kuydirish natijasida natriy-kalsiy fosfat va kalsiy ortosilikat hosil boʻladi:



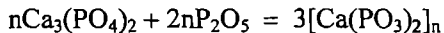
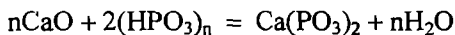
Kalsiy fosfatlari va silikatlari $5\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ yoki $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{SiO}_2$ turidagi silikofosfatlar hosil qiladi; CaO ortiqcha va kam boʻlsa yoki SiO_2 qatnashmasa, tetrakalsiyfosfat $4\text{CaO}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

Tarkibida fosfor miqdori koʻp boʻlgan choʻyanlardan poʻlat olishda hosil boʻladigan tomasshlak va Matren pechi shlaklari (martenli shlak) oʻz tarkibiga koʻra, termofosfat va fosfatli qotishmalarga oʻxshaydi. Ulardan oʻgʻit 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 boʻladi. Ular tarkibidagi P_2O_5 limon kislotaga va ammoniy sitratda eruvchan boʻladi.

Xuddi shunday oʻgʻitlarga *kalsiy metafosfat* $[\text{Ca}(\text{PO}_3)_2]$ ham kiradi. Toza kalsiy metafosfat tarkibida 71,7% P_2O_5 , texnik mahsulotda esa – 65% gacha oʻzlashadigan P_2O_5 boʻladi. Ozuqa elementining yuqori konsentratsiyali boʻlishi uning asosiy yutuqlaridan biridir. U ammoniy sitratning neytral eritmasida eriydi, suv taʼsirida 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) taʼsirlashtirilib 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 sovutilganda qotadi, ezish va maydalash orqali mahsulot sifatidagi o'g'it olinadi.

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: qo'shaloq superfosfat va uning ishlab chiqarish usullari bo'yicha **klasterlar tuzish**; qo'shaloq superfosfat, ftorsizlangan fosfatlar, ozuqali fosfatlar, presipitat, monokalsiyfosfatlarni ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveymlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch so'z va iboralar

- | | |
|---|------------------------------|
| 1. Qo'shaloq superfosfat | 9. Superfos |
| 2. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish fizik-kimyoviy asoslari | 10. Qo'shaloq superfosfat |
| 3. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish | 11. Ozuqali kalsiy fosfatlar |
| 4. Kamerali usul | 12. Suyak uni |
| 5. Oqimli usul | 13. Ftorsizlangan fosfatlar |
| 6. Kamera-oqimli usul | 14. Siklonli kamera |
| 7. Returli usul | 15. Presipitat |
| 8. Barabanli donadorlash-quritgichi | 16. Monokalsiyfosfat |

Nazorat uchun savollar

1. Qo'shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
2. Apatit konsentratidan kamerali usulda qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
3. Fosforit uni va bug'latilmagan EFK dan donadorlangan qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarishning oqimli usulini tushuntiring.

4. Barabanli donadorlash-quritgichining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
5. Kamera-oqimli usulda qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
6. Superfos nima? U qanday olinadi?
7. Fosforitlardan qo‘shaloq superfosfat olishning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
8. Fosforitlardan qo‘shaloq superfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
9. Ftorsizlangan fosfatlar ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
10. Ozuqali fosfatlarga nimalar kiradi?
11. Presipitat nima? U qanday olinadi?
12. Presipitatlashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
13. O‘g‘itli presipitat ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
14. Monokalsiyfosfat qanday olinadi?
15. Termik fosfatlar nima? Ularning olinish usullarini ko‘rsating.

Adabiyotlar

1. G‘afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o‘g‘itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
2. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
3. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л., «Химия», 1989. – 352 с.
4. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: «Химия», 1987. – 464 с.
5. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения: Справочник / Под ред. А.А.Соколовского. – М.: «Химия», 1982. – 400 с.
6. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Т.: «ФАН», 1992. – 200 с.
7. Вишнякова А.А. Фосфорные удобрения из каратуских, гулиобских и других фосфоритов. – Т.: «ФАН», 1973. – 235 с.
8. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейченко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. – М.: «Химия», 1976. – 196 с.
9. Двойной суперфосфат: Технология и применение / М.А.Шапкин, Т.И.Завертяева, Р.Ю.Зинюк, Б.Д.Гуллер. – Л.: «Химия», 1987. – 216 с.

10. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов кислотной переработки фосфоритов Каратау: Авторф. дис. ... докт. техн. наук, – Ташкент, 1990. – 52 с.
11. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. канд. техн. наук, – Ташкент, 1994. – 25 с.
12. Бейтс Р. Определение рН: Теория и практика. – Л.: «Химия», 1968. – 400 с.
13. Констант З.А., Диндуне А.П. Фосфаты двухвалентных металлов. – Рига: «Зинатне», 1987. – 371 с.

VI bob

KALIYLI O'G'ITLAR ISHLAB CHIQUARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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); kainit-langbeynit 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% qismi mineral o'g'it sifatida ishlatiladi. Qolgan 5% qismi kaliyning – 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, charm oshlash sanoatlarida, farmatsevtikada va boshqa sohalarda 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°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 mahsulotda namligi esa 0,5% atrofida bo'lishi mumkin. Donador mahsulotda 1–4 mm li donachalarning miqdori 80% (quruq o'g'it ishlab chiqarish uchun esa 90%) bo'lishi, 7 mm dan yirik donachalar bo'lmasligi va 1 mm dan mayda donachalarning ulushi 5% dan oshmasligi kerak. Qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida donador, murakkab o'g'itlar ishlab chiqarishda esa kukun holatidagi kaliy xlorid ishlatiladi.

Kaliy sulfat K_2SO_4 – rangsiz kristall modda bo'lib, rombik (α) va geksagonal (β) shakllarda bo'ladi. Kaliy sulfat α -shaklining β -shakliga o'tish harorati $584^\circ C$ ni tashkil etadi. U $1069^\circ C$ da suyuqlanadi. Kaliy sulfatning $20^\circ C$ dagi to'yingan eritmasida 10,0% va $100^\circ C$ 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; poliminerallardagi rudalarni qayta ishlanishidan olinadigan K_2SO_4 tarkibida 46% dan kam bo'lmagan K_2O , 4% dan ortiq bo'lmagan natriy birikmalari (Na_2CO_3 hisobida) va 0,5% H_2O bo'ladi; donadorlangan va donadorlanmagan kaliymagneziya – 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 – kainit-langbiynit 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 $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$ bo'lib, unda 9,5% K_2O va 5% dan ko'p bo'lmagan H_2O bor.

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 xloridni asosan silvinit rudasidan olinadi. U silvin KCl va galit NaCl aralashmasidan iboratdir. Yana bir turdagi xomashyo – karnallit $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ hisoblanadi. Uning tarkibida qo'shimcha sifatida NaCl ham bo'ladi.

Kaliy sulfat ishlab chiqarish xomashyosi sifatida: langbeynit $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$, kainit $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, shenit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ va boshqalar ishlatiladi.

Tarkibida kaliy bo'lgan va suvda erimaydigan yoki qiyin eriydigan minerallari: poligalit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$, leysit $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$, alunit $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$, nefelin $[(K,Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2] \cdot nSiO_2$ va boshqalar kaliyli xomashyo sifatida bevosita ishlatilmasada, ulardan (alunit va nefelin) glenozem olishda K_2SO_4 va K_2CO_3 qo'shimcha mahsulot sifatida olinadi. Sinnirit – $KAlSi_3O_8$ va $KAlSiO_4$ lar kelajakda ishlatish uchun muhim xomashyolar hisoblanadi.

Kaliyli tuz konlari O'rta Osiyoda (Gaurdak, Karlyuk, Jilan va Tyubegatanda), Uralda (Verxnekamsk va Verxnepechorskda), Belorussiyada (Starobinsk, Kapetkivichsk va Petrikovskda), G'arbiy Ukrainada (Prikarpatada) va boshqa joylarda uchraydi. Bu konlardagi zaxiralarning 88% ulushi Verxnekamskga to'g'ri keladi. Chet mamlakatlardagi kaliyli tuz konlari Kanadada, Germaniyada, Isroilda, AQSH da, 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, qatlarning 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% qismi kainitdan (10–12% K_2O), 20–40% qismi gallitdan, 3–7% qismi poligalitdan va 6–15% qismi 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 materialлари 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 minerallashtgan 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 metali ishlab chiqarishda kaliy xlorid elektrolit tarkibida, aluminiy metali 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.

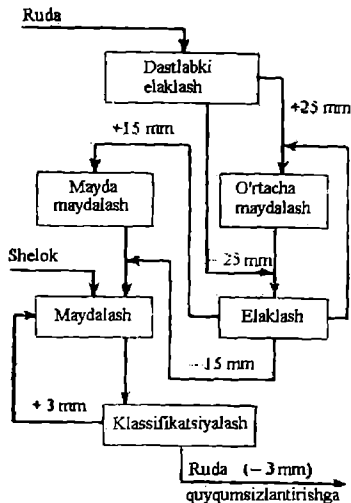
1- §. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo‘li bilan kaliy xlorid olish

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 materialлари miqdori va zarrachalar

o'lchami turlichaligi bilan farqlanadi. Ularni qayta ishlash texnologik sxemalari va qurilmalari ham turlicha bo'ladi.

Ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil 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 (6.1-rasm) – quruq holatida amalga oshiriladigan rotorli (valkali, qaytargichli, bolg'ali va b.) tegirmonlarda (zarracha o'lchami 15 mm gacha), quruq yoki hõ'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.



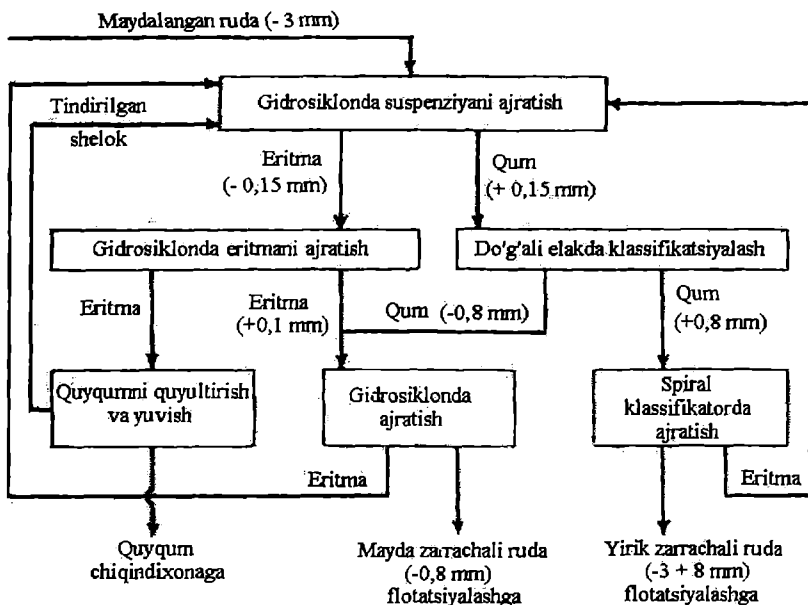
6.1-rasm. Flotatsiyalashga tayyorlanadigan kaliyli rudani boyitish sxemasi.

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 gidrosaralagichlarda amalga oshiriladi. Rudadagi zarrachalar o'lchami 3 mm dan kichik bo'lishini ta'minlash uchun suspenziya (S:Q = 6÷10:1) avvalo diametri 750 mm bo'lgan gidrosiklonda ajratiladi. Suspenziyadan 75–80% quyqum ajratiladi. U gidroseparator (d = 18 m) ga yuboriladi (6.2-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 metrli quyiltirgichlarda amalga oshiriladi. Tindirilgan va yuvindi suvlar texnologik siklga qaytariladi. Quyqum chiqarib tashlanadi. Gidrosiklon (2-bosqich) va spiral saralagichdan chiqqan tozalangan xomashyo flotatsiyaga yuboriladi, oqava 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) – apolyar yuqori molekullari (C₁₀–C₂₂) organik birikmalar – birlamchi alifatik aminlarning asetatlari yoki xloridlari va parafmli, 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.

Reagent modifikatorlar teruvchilarning minerallar yuzasiga sorbsiyalanishini kamaytiradi, tuproqli quyqumning koagulatsiya va flotatsiyasini ta'minlab, silvin flotatsiyasini faollashtiradi.



6.2-rasm. Silvinit rudasini quyqumsizlantirish sxemasi.

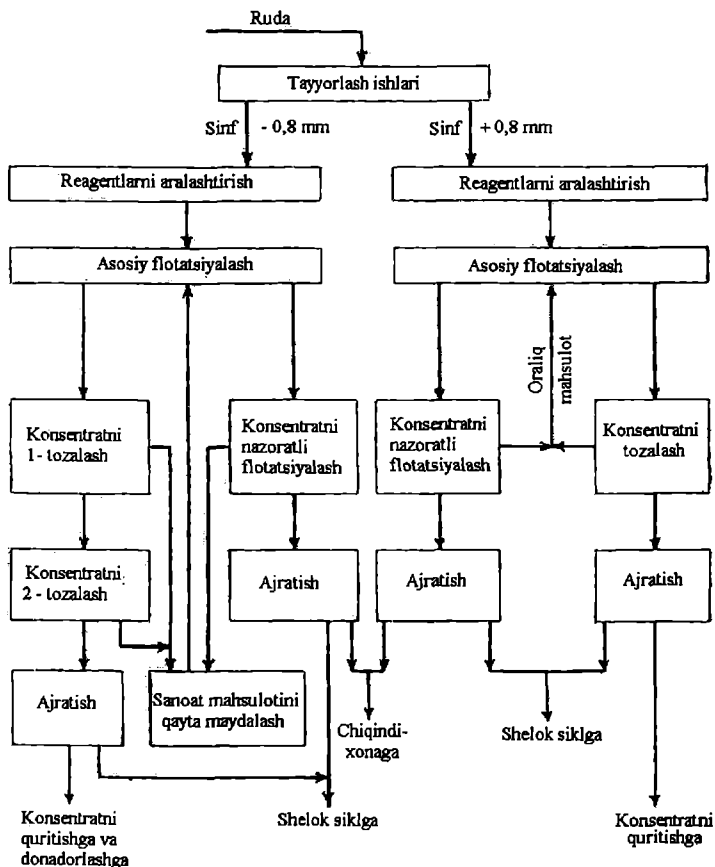
Flokulyant sifatida noorganik (ishqoriy metallarning poli- va metafosfatlari va silikat kislotasining kolloid eritmaları) va organik moddalar (poliakrilamid, karboksimetilsellyuloza, lignosulfonatlar, mochevina formaldegid smolasi va b.) ishlatiladi.

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 amalga 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'pikatgichlar (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 namligini kamayishi hisobiga KCl ning ajratib olish darajasini oshirish, o'g'itning agrokimyoviy xossasini oshirish imkoniyatlari yaratiladi. Bunday jarayonlarda yirik (+0,8 mm) va mayda (–0,8 mm) fraksiyalari rudalarning alohida-alohida flotatsiyalanishi amalga oshiriladi.



6.3-rasm. Silvinit mayda va yirik donachali fraksiyalarining alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi.

Yirik va mayda fraksiyali rudalarning alohida-alohida flotatsiyalash sxemasi 6.3-ramda 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 – karboksilmetilselluloza ishlatiladi. Oraliq mahsulot qo‘shimcha maydalashga yuborilib, yana asosiy flotatsiyaga qaytariladi. Konsentratni sentrifugada ajratilib, «qaynovchi qatlamli» quritgichga yuboriladi.

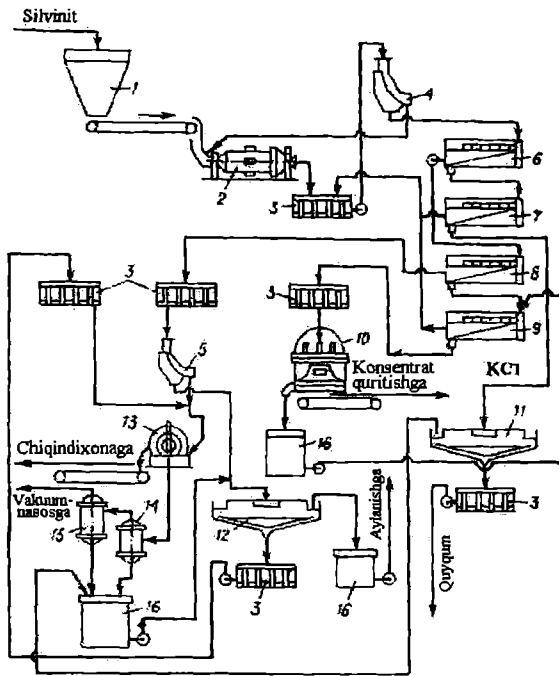
Yirik fraksiyali flotatsiyalashda esa konsentrat bir marta qayta tozalanadi va chiqindini nazoratli flotatsiyalash amalga oshiriladi. Konsentrat vakuum-filtrda ajratib olinib, quritgichga yuboriladi.

4. *Suspenziyani quyultirish va filtrlash yo‘li bilan ajratish (suvsizlantirish), 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 (6.4-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-kristallizatorida sovutilib, KCl kristallari ajratib olinadi.

Bu usul yuqori sifatli rudalarni qayta ishlashga mo‘ljallangandir. Agar rudada quyqum miqdori ko‘p bo‘lsa, suspenziya qovushqoqligi ortadi, natijada esa flotoreagent miqdori ko‘p sarf bo‘ladi, quyqumni yuvilish darajasi pasayadi va KCl ajratib olish darajasi ham kamayadi. Bunday holda flotatsiyali boyitish KCl ning galurgik ajratilishi bilan birga kombinatsiyalanadi. Bulardan tashqari gravitatsiyali boyitish usullari ham mavjuddir.



6.4-rasm. Oldindan tuproqli quyqum flotatsiyalangan silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning flotatsiyali sxemasi:

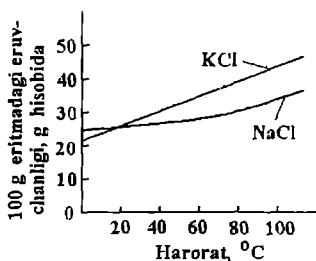
- 1 – bunker; 2 – tayoqchali tegirmon; 3 – aralastirgich; 4,5 – doʻgʻali elaklar;
 6,7,8,9 – quyqumni flotatsiyalash va qayta tozalash, silvinni asosiy flotatsiyalash, KCl konsentratini qayta tozalashga muvofiq keluvchi flotatsiya mashinalari; 10 – sentrifuga; 11 – quyqumni quyquqlashtirgich; 12 – galit chiqindilarini quyultirgich; 13 – galit chiqindisi uchun vakuum-filtr; 14 – vakuum-yigʻgich; 15 – resiver; 16 – aylanma eritma yigʻgichi.

2- §. Silvinit madanini qayta ishlash texnologiyasi

Eritish va alohida kristallantirish usuli bilan kaliy xlorid olish. Silvinitni 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 bogʻliq emas. Kaliy xloridning eruvchanligi esa harorat ortishi bilan sezilarli darajada ortadi. 26°C da KCl bilan NaCl ning eruvchanlik egri chizigʻi oʻzaro toʻqnashadi (6.5-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) sovutilganda faqat kaliy xlorid kristallarigina cho'kmaga tushadi.

Sovutilgan 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'shib ishlov berilsa, faqat KCl eritmaga o'tadi. Silvinitga shunday yo'l bilan ishlov berilib, KCl ni ajratib olish – ishqorlash usuli deb ataladi.



6.5-rasm. KCl va NaCl ning suvda eruvchanligining haroratga bog'liqligi.

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 sovutish – KCl ni kristallantirish;

4) KCl kristallarini eritmadan ajratib olish va quritish;

5) Eritmani qizdirish va siklga qaytarish.

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'l keladi.

Ko'rsatib o'tilgan jarayon amalda biroz o'zgacharoq kechadi. Issiq shelok tarkibi evtonikadan biroz farqlanadi. Uning kaliy xlorid bilan to'yinish darajasi usullarning xususiyatlariga bog'liq ravishda 90–96% ni tashkil etadi. Bunda 96% gacha to'yingan shelokdan 99,3% KCl li tuz, 90,6% gacha to'yingan shelokdan esa 94,3% li KCl olinadi. U biroz NaCl qo'shimchasi bilan ifloslanadi.

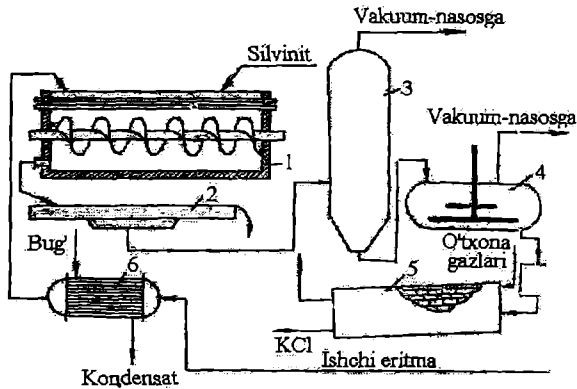
Shelokni 100°C dan 20°C gacha sirkulatsiyali vakuumli-sovutilishi natijasida nazariy jihatdan 12% suv bug'lanadi va sifatli KCl ajratib olinadi. Bunda kristallar o'lchami 0,15 mm dan 2–3 mm gacha bo'ladi.

Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish prinsipial sxemasi. Eritish va kristallantirish usulida silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi 6.6-rasmda tasvirlangan. Ishlab chiqarish korxonalarida tarkibida: 24–33% KCl, 61–71% NaCl, 0,2–0,3% MgCl₂, 1,3–1,7% CaSO₄ va 1,4–3,2% erimaydigan qoldiq bo'lgan Verxnekamsk ruda koni xomashyosi ishlatiladi.

O'lchami 5 mm dan yirik bo'lmagan silvinit donachalari tuz tegirmonidan bunkerga tushadi. Undan avtomatik tarozili lentali transportyor yordamida uzunligi 21,8 m, diametri 2,76 m bo'lgan shnekli erituvchi (1) ga tushadi. Shnekning aylanish chastotasi 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-kristallizatsion apparatlar (3) da kristallizatsiyalanadi. Bu apparatlarning 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 cho'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 107–112°C haroratga qadar qizdirilib, yana apparat (1) ga – yangi solingan silvinitni ishqorlashga beriladi. Bu usul bilan silvinit tarkibidagi kaliy xloridning 90% qismi ajratib olinadi. Filtr (2) da qolgan cho'kmaning 91%

qismi NaCl dan va 1,7% qismi esa KCl dan iborat bo'lib, bu ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi; ba'zida u tuz eritmaları, sodali mahsulotlar va shu kabilar olishda ishlatiladi.



6.6-rasm. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi.

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 yoqilg'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 +5 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 oqava suv yuvilgan rudani eritish uchun yuboriladi.

3- §. Kaliy xlorid ishlab chiqarish hisoblari

Tarkibi % larda ifodalangan quyidagi ma'lumotlar asosida silvinitni kimyoviy fabrikada qayta ishlanishidagi kaliy xloridning taqsimlanishini aniqlash:

Silvinit		Chiqindi	
KCl	24,5	KCl	2,3
NaCl	71,7	NaCl	85,9
e.q. (erimaydigan qoldiq)	3,8	e.q. (erimaydigan qoldiq)	2,2
jami	100,0	H ₂ O	9,6
		jami	100,0
Olingan kaliy xlorid		Tashlandiq loyqa	
KCl	93,0	KCl	8,3
NaCl	7,0	NaCl	10,5
jami	100,0	e.q. (erimaydigan qoldiq)	17,4
		H ₂ O	63,8
		jami	100,0

Olingan mahsulotga KCl ning umumiy ajratib olish darajasi 87,5%

Hisoblash

Barcha komponentlarni suvsiz miqdorini hisoblaymiz:

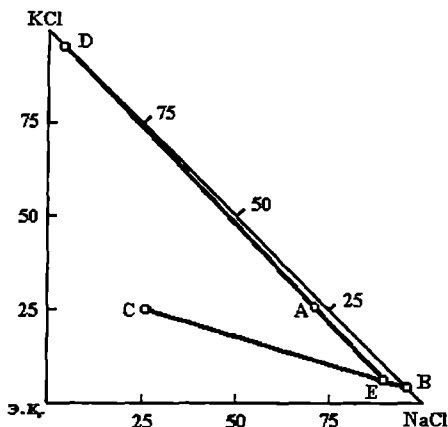
	KCl	NaCl	e.q.	Σ
A silvinit	24,5	71,7	3,8	100,0
B chiqindi	2,5	95,1	2,4	100,0
C loyqalar	22,9	29,0	48,1	100,0
D kaliy xlorid	93,0	7,0	–	100,0

Bunday suvsiz tarkibdagi komponentlar 6.7-rasmda yuqoridagi tarkibga muvofiq keladigan nuqtalar tarzida e.q., KCl, NaCl burchak uchlari bilan uchburchakda ifodalangan.

6.7-rasmdagi AD va BC chihliqlarini o'tkazamiz va ularning kesishish nuqtasi E ni topamiz. A silvinit D va E mahsulotlari (loyqaning chiqindi bilan aralashmasi) ga bo'linadi. Bu aralashma o'z navbatida chiqindi B va loyqa C ga bo'linadi. AD va DE kesmalar uzunliklari nisbati $AD/DE = 0,764$ bo'lganligi uchun 1000 kg silvinitdan:

$$1000 \cdot 0,764 = 764 \text{ kg E kompleksi}$$

$$1000 \cdot (1 - 0,764) = 236 \text{ kg D mahsuloti olinadi.}$$



6.7-rasm. Kaliy xlorid taqsimlanishi hisobi uchun e.q. – NaCl – KCl sistema diagrammasi.

Bundan KCl ning taqsimlanishini topamiz:

		kg	%
silvinit	$1000 \cdot 0,245 =$	245	100
kaliy xlorid	$1000 \cdot 0,245 =$	219,5	89,05
chiqindi	$1000 \cdot 0,245 =$	18,1	7,34
loyqa	$1000 \cdot 0,245 =$	8,9	3,61
jami		246,5	100,0

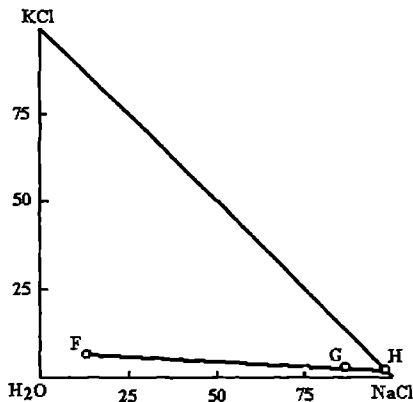
Mahsulotga KCl ning hisoblash orqali va amalda topilgan ajralish natijalari orasidagi farq $89,05 - 87,5 = 1,55\%$ mexanik yo'qotish va hisoblash xatoliklari (taqribiy hisoblashlardagi) kelib chiqadi.

Chiqindining suyuq fazasi tarkibida 8% KCl, 15% NaCl va 77% H_2O bo'lsa, yuqoridagi hisoblashdagi tarkib bo'yicha kaliy fabrikasi eritmasida silvinitdan kaliy xloridni eritmaga o'tishini aniqlash.

Chiqindining qattiq fazasida 1,7% KCl bor.

Hisoblash

Burchaklari NaCl, KCl va H_2O bo'lgan tarkibli uchburchak chizamiz va unda chiqindi suyuq fazasi tarkibini ko'rsatadigan F nuqtani belgilaymiz (6.8-rasm).



6.8-rasm. Kaliy xlorid erishini hisoblash uchun diagramma.

Erimaydigan qoldiqni hisobga olmagan holda chiqindi tarkibini tuzlar va suv yig'indisiga qayta hisoblaymiz:

	kg	%
KCl	2,3	2,35
NaCl	85,9	87,83
H ₂ O	9,6	9,82
jami	97,8	100

Diagrammada bu tarkibga muvofiq keladigan nuqta G dir. So'ngra FG to'g'ri chizig'ini o'tkazamiz va uni uchburchak gipotenuzasidagi chiqindining qattiq fazasi tarkibini ifodalaydigan H nuqta bilan kesishguncha davom ettiramiz. Eritish sharoitiga ko'ra KCl ham, NaCl ham kristallogidrat hosil qilmaydi.

GH va HF kesmalari orasidagi nisbat $\frac{GH}{HF} = 0,125$ bo'lganligi uchun, 1000 kg chiqindi tarkibida (loyqalarsiz):

$$1000 \cdot 0,125 = 125 \text{ kg F suyuq faza;}$$

$$1000 \cdot (1 - 0,125) = 875 \text{ kg H qattiq faza bo'ladi.}$$

Bundan chiqindida KCl ning taqsimlanishini topamiz:

qattiq faza	$875 \cdot 0,017 =$	14,9	59,8
suyuq faza	$125 \cdot 0,080 =$	10,0	40,2
jami		24,9	100,0

Oldingi bajargan hisoblash ishimizda silvinitdan chiqindi bilan yo'qotiladigan KCl 7,34% ekanligi topilgan edi. Undan qattiq fazada, ya'ni erimaydigan holatda:

$$7,34 \cdot 0,598 = 4,39 \text{ \% bo'ladi.}$$

Demak, eritmaga: $100,0 - 4,39 = 95,63\%$ KCl (silvinitdan) o'tadi.

4- §. Kaliy sulfat ishlab chiqarish

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, kalsiying sulfatli tuzlari, sulfat kislotasi va boshqalar bilan kaliy xloridning konversiyalanishiga asoslangan.

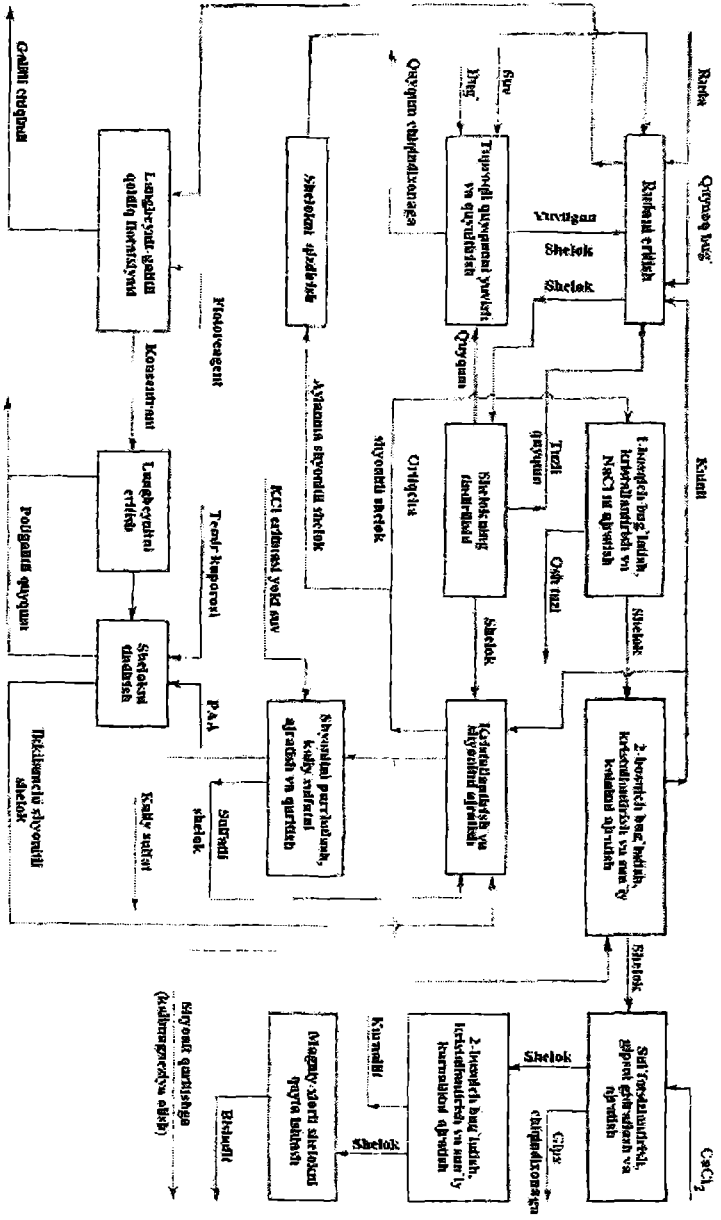
Bundan tashqari, ayrim kimyoviy jarayonlarda (masalan, alunitni qayta ishlashda) qo'shimcha mahsulot sifatida kaliy sulfat hosil bo'ladi.

Polimineral rudalarni qayta ishlash. Dunyoda xlorid-sulfatli turdagi eng yirik kaliyli ruda (zaxirasi 2,5 mlrd.t) koni Prikarpatiyada 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 (6.9-rasm) uch bosqichdan iborat: 1) rudani asosiy mahsulotlar – kaliy sulfat va kalimagneziyaga qayta ishlash; 2) langbeynitli qoldiqni qayta ishlash va flotatsiyalash; 3) shyonit shelokidan kaliy tuzlarini ajratib olish.

Rudani –5 mm gacha maydalangach (0,1 mm dan kichik zarrachalar 5% dan ko'p emas), oldindan 70–90°C haroratgacha isitilgan – shyonit kristallantirilishidan so'ng hosil bo'ladigan natriy xloridga to'yingan eritma va quyqumni yuvishdan hosil bo'ladigan oqava bilan qayta ishlanadi. Bunda oson eriydigan (silvinitdan KCl, shyonitdan $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kamallitdan $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 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.



6.9-rasm. Polikarpayte polimerlarni rudasini qayta ishlash sxemasi.

Cho'kindida esa asosan galit NaCl va langbeynit, ozroq miqdorda kazerit, poligalit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$, gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, anhidrit $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ va boshqalar bo'ladi.

Quyqum cho'ktirilgandan so'ng issiq shelok birinchi tindirgichdan vakuum-kristallantirish qurilmasiga shyonitni ajratib olish uchun yuboriladi. NaCl siz toza shyonitni kristallantirish uchun shelokka suv, shyonitni parchalab kaliy sulfat olishda hosil bo'ladigan eritmalar, shuningdek, «sun'iy kainit» deb ataladigan flotatsiyalash bo'linmasidan keladigan langbeynitli shelok qo'shiladi. Shyonitning kristallanishi 20°C da tugallanadi. Olingan suspenziya quyultiriladi va filtrlanadi. Bir qism eritma rudani eritishga, qolgan qismi esa tozalangan xlormagniyli shelok ishlab chiqarish uchun va kaliyli tuzlarni ajratib olishga ishlatiladi (buni xlormagniyli 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 kainit» ni kristallantirish bilan amalga oshiriladigan bug'latishning ikkinchi bosqichi; 3) 25% li $CaCl_2$ eritmasi bilan kainitli shelokni sulfatsizlantirish; 4) «sun'iy kainit» ni kristallantirish bosqichiga qaytariladigan KCl, NaCl va $MgCl_2$ aralashmasi – «sun'iy karnallit» 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 50°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.

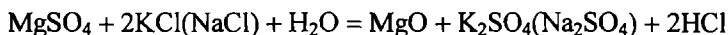
Rudada langbeynit miqdori ko'p bo'lsa, cho'kindini qayta ishlash lozim. Buni flotatsiya yo'li bilan – og'ir suspenziyadan ajratish yoki galitni suv bilan yuvish orqali bajariladi. Galitni suv bilan yuvish oson, ammo ko'p miqdordagi NaCl eritmasini tashlab yuborilishiga to'g'ri keladi.

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°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°C gacha sovutiladi, kristallangan shyonit ajratib olinadi va asosiy shyonit oqimiga qo‘shilib, kaliy sulfat olish uchun suv bilan parchalanish bosqichiga yuboriladi. Poligalit esa chiqindi tarzida chiqadi.

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°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:



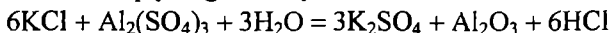
Bunda suv bug‘i qanchalik ko‘p berilsa, reaksiya shunchalik intensivlashadi. Chiqadigan gaz fazada vodorod xlorid, qoldiqda esa – magniy oksid va kaliy (natriy) sulfat bo‘ladi. Agar reaksiya aralashmasiga 20–25% SiO₂ (trepel), MgO va boshqalar qo‘shilsa, reaksiyaning kechishi osonlashadi. Bu holda massa sochiluvchan 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 uchuvchanligi 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 CaO·mSiO₂ tarzida bog‘lash uchun zarurdir.

Prikarpatiya 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 qaytuvchi eritma bilan eritiladi. Hosil qilingan shelok vakuum-kristallizatorida bosqchli sovutiladi; 100–30°C harorat oralig‘ida glazerit 3K₂SO₄·Na₂SO₄

kristallanadi. Uni 20°C gacha sovutish 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 $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{Al}(\text{OH})_3$ dan kaliy sulfat olinishi mumkin. Alunitdan aluminiy 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°C haroratda alunit va kaliy xlorid o'rtasida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

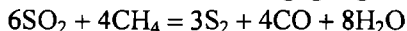


Bunda 1 t K_2O ga 6,8 t 27% li HCl eritmasi to'g'ri keladigan qo'shimcha mahsulot hosil bo'ladi.

NaCl dan tozalab yuvilgan langbeynit tuzi ko'mir yoki koks bilan barabarli qorishtirgichda aralashtirilib (92% langbeynit va 8% ko'mir), 800–900°C haroratda shaxtali pechda qayta ishlansa:

$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4 + 2\text{C} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MgO} + 2\text{CO} + 2\text{SO}_2$
reaksiyasi sodir bo'ladi.

Pechdagi massani tarkibida 95% metan bo'lgan tabiiy gaz bilan amalga oshiriladi. Bunda metan SO_2 ni oltingugurtgacha qaytaradi:

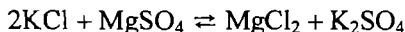


Qattiq fazadagi kaliy sulfat suv bilan eritilib (100°C da), magniy oksidi filtrlashda ajratiladi. Filtrat tindirgichli-kristallizatorlarda sovutilib kaliy sulfat kristali olinadi.

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.

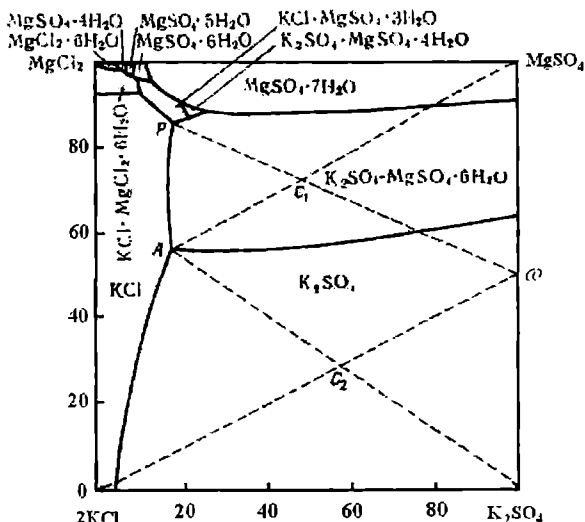
Konversiya usulida kaliy sulfat olish. Kaliy xlorid va magniy sulfat (epsomit $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) larning o'zaro ta'sirlashuvidan kaliy sulfat olishni ko'rib chiqamiz. Ularning o'zaro ta'sirlashuvi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



K^+ , $\text{Mg}^{2+} \parallel \text{SO}_4^{2-}$, Cl^- , (H_2O) sistemasining (25°C dagi) izotermasi 6.10-rasmda ko'rsatilgan.

Jarayonni ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda shyonit kristallantiriladi. Shyonitning maksimal unumini ta'minlash uchun

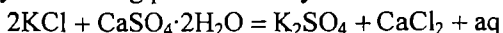
boshlang'ich aralashma tarkibini ifodalovchi C_1 nuqta ωP chizig'ida yotishi kerak. Bu chiziq shyonit polyusi ω dan P nuqtaga qarab yuradi. Uning holati ishlangan (qaytarilgan) eritma tarkibiga to'g'ri keladi. U shyonit, silvin va kainit bilan to'yingan. Eritma P – shyonit sheloki – sikldan chiqariladi, 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 tushadi. To'la yopiq siklni amalga oshirish uchun bir qism epsomitni 2-bosqichga yoki KCl (~ 1/3 qismini) birinchi bochqichga berish kerak.



6.10-rasm. 25°C dagi $2\text{KCl} + \text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ suvli sistemaning eruvchanligi.

Yuqori sifatli (~52% K_2O) kaliy sulfat olish uchun yuqori sifatli KCl ishlatish kerak.

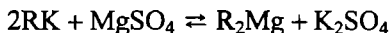
Organik ekstragent (masalan, monoetanolaminning suvli eritmasi) yordamida kaliy xlorid va gipsni konversiyalanishi mumkin:



Bu reaksiya suvli eritmada teskari yo'nalishda sodir bo'ladi. Konsentrlangan organik-suvli eritmalarda kaliy sulfatning eruvchanlik

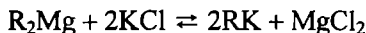
ko'paytmasi gipsnikidan kichik bo'lganligi uchun bu reaksiya qizdirilmagan holda 20°C da amalga oshadi.

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 sovutilganda K₂SO₄ kristallanadi.

Kationit regeneratsiyasi KCl ishtirokida amalga oshiriladi:



Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: kaliyli o'g'itlar va ularning ishlab chiqarish usullari bo'yicha **klasterlar tuzish**; kaliyli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch so'z va iboralar

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Kaliyli o'g'itlar | 10. Polimineral ruda |
| 2. Kaliyli o'g'itlar xomashyolari | 11. Shyonit |
| 3. Kaliyli rudani boyitishga tayyorlash | 12. Karnallit |
| 4. Kaliy rudalarini mexanik boyitish | 13. Kainit |
| 5. Flotatsiya | 14. Langbeynit |
| 6. Kaliy xlorid | 15. Kazerit |
| 7. Silvinit | 16. Sun'iy kainit |
| 8. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish | 17. Konversiya usuli |
| 9. Kaliy sulfat | 18. Ion almashinish usuli |

Nazorat uchun savollar

1. Sanoatda qanday turdagi kaliyli o'g'itlar ishlab chiqariladi?
2. Kaliyli tuzlar xomashyolarini ayting.
3. Flotatsiyalashga tayyorlangan kaliyli rudani boyitish usulini tushuntiring.
4. Silvinit rudasini quyqumsizlantirish sxemasini tushuntiring.
5. Silvinit mayda va yirik donachali fraksiyalarining alohida-alohida flotatsiyalash sxemasini tushuntiring.

6. Silvinitli rudalarni qayta ishlashning fizik-kimyoviy asoslarni tushuntiring.
7. Silvinitdan kaliy xlorid ishlab chiqarish jarayonini tushuntiring.
8. Kaliy sulfat olish usullarini ayting.
9. Polimineral rudalarni qayta ishlash usulini tushuntiring.
10. Gidrotermik usulda xlorisiz kaliyli o'g'it olish usulini tushuntiring.
11. Konversiyali usulda kaliy sulfat olish usulini tushuntiring.

Adabiyotlar

1. Технология калийных удобрений / Под ред. Печковского В.В. – Минск: «Вышэйшая школа», 1978. – 304 с.
2. Титков С.Н., Мамедов А.И., Соловьев Е.И. Обогащение калийных руд. – М.: «Недра», 1982. – 216 с.
3. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
4. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
5. Исмаатов А.А., Отақўзиёв Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
6. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: «Химия», 1989. 263–295 с.
7. Кашкаров О.Д., Соколов И.Д. Технология калийных удобрений. – Л.: «Химия», 1978. – 248 с.
8. Грабовенко В.А. Производство бесхлорных калийных удобрений. – Л.: Химия, 1980. – 256 с.
9. Александрович Х.М. Основы применения реагентов при флотации калийных руд. – Минск: «Наука и техника», 1973. – 296 с.

VII bob

MIKROO'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

1- §. Mikroelementlar

D.I.Mendeleyev davriy sistemasidagi elementlarning 80 foizi 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.

Ye.V.Bobko, M.A.Belousov, O.F.Tuyeva, M.Ya.Shkolnik, U.E.Brenchli va K.Uoringtonlar o'simliklar uchun ahamiyatli bo'lgan mikroelementlarning xossalarini (1927–1934-yillarda) o'rganishgan. Ularning mulohazalari 7.1-jadvalda keltirilgan.

Mikroelementlarning o'simliklarga ta'siri

7.1-jadval

Zarur	Zararli	Tushunarsiz	Ahamiyati noma'lum
bor	mishyak	litiy	kumush, qalay,
kobalt	xrom	stronsiy	oltin, surma,
mis	nikel	rubidiy	berilliy, titan,
marganes	qo'rg'oshin	radiy	vismut, vanadiy,
molibden	bariy	yod	kadmiy, volfram,
rux	selen	natriy	seziy, brom,
	xlor		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'rmini 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 Ye.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 metallorganik 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 «dirijorlar» 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 metallorganik komplekslarga katta e'tibor berila boshlandi.

Yakobzon o'simliklardagi xlorozaning oldini olishda xelatlar yoki kompleksonlardan foydalanishga katta ahamiyat bergan. U EDTA (etilendiaminotetrasirkakislotaning 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 xossalarini aktivlashtiradi, ya'ni qurg'oqchilik va sovuqqa chidamlilik, urug'lar unib chiqishi va rivojlanishini tezlatish, kasalliklarga bardoshlilikini oshirish kabi xossalarini 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 oshib ketgan holda ham o'simlikka toksik ta'sir xavfi kam bo'ladi.

2- §. Mikroo'g'itlar ishlab chiqarish

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 nitroammofoskalariga qo'shib ishlatiladi. Bu maqsadlarda asosan bura $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ dan foydalaniladi. Mahsulot sifatida ishlatiladigan buraning 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'g'itlar olishda ayrim tuzli ko'llarning suvlari, neft qazishdagi oqavalar, 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 quritgichda 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.

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 metali ishlab chiqaruvchi korxonalarining 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 tutgan) 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) aralastiriladi.

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.

Ruxli 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 aralastirilganda 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 (~1,4% Zn) va karbamidga (1,5–1,7% Zn) ham qo'shish yo'li bilan o'g'itlar ishlab chiqariladi.

Marganesli 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 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ham ishlatiladi. Uni oddiy superfosfatga ham ($1,5 \pm 0,5\%$ Mn) qo'shiladi.

Molibdenli o'g'itlar sifatida asosan suvda eruvchan ammoniy paramolibdat $3(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 7\text{MoO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yoki ammoniy molibdat $5(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hamda ammoniy-natriy molibdat ishlatiladi. Ularni ferrotitishmadan 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 (~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 dietilentriaminopentaatsetat) 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 kompleksonatlarni makroo‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayonida o‘g‘it tarkibiga ham kiritilishi mumkin.

3- §. Mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik hisoblari

Hisoblash uchun ma‘lumotlar:

Mis kuporosi ishlab chiqarish sexining quvvati, kg/sutka	30000
Xomashyo bo‘lakchalaridagi misning miqdori, %	95
Maydalangan oltingugurt – 2 nav tarkibi, %:	
oltingugurt	98,0
namlik	0,5
kul	1,0
Yuqori oltingugurtli mazut tarkibi, %:	
C	83,4
H	10,6
N + O	0,4
S	2,9
W	3,0
Al	0,3
Q_H^p (kj/kg hisobida)	38390
Tushayotgan material va berilayotgan havo harorati, °C	20
Berilayotgan havoning nisbiy namligi φ , %	70
Tayyor mahsulot tarkibi (1-nav):	
CuSO ₄ ·5H ₂ O % da, kam emas	98,0
H ₂ SO ₄ % da, kam emas	0,25

Suvda erimaydigan qoldiq, % da ko'p emas	0,1
Mis kuporosi olishda misning yo'qotilishi, %:	
– tayyor mahsulotni quritish va qadoqlashda	0,1
– CuSO ₄ ·5H ₂ O ning suyuq faza bilan chiqib ketishi	0,5
– eritishdan so'ng chiqiniga ketishi	0,5
– shlak bilan (shlak miqdori xomashyodan 12%, shlakdagi mis konsentratsiyasi 44%)	
– misning pechda kuyishi	0,5

Xomashyo mis bo'laklari (chiqindi) hisobi

- 1) Quritish va qadoqlashdagi yo'qotilishni hisobga olganda tayyor mahsulot miqdori:

$$\frac{30000}{1 - 0,001} = 30030 \text{ kg/sutka}$$

- 2) Tayyor mahsulotdagi mis kuporosi miqdori:

$$30030 \cdot 0,98 = 29429 \text{ kg/sutka}$$

- 3) Minoradagi yo'qotilishni hisobga olgan holda hosil bo'ladigan mis kuporosi miqdori:

$$\frac{29429}{1 - 0,005} = 29577 \text{ kg/sutka}$$

- 4) Mis kuporosidagi mis miqdori:

$$\frac{29577 \cdot 63,54}{249,7} = 7527 \text{ kg/sutka}$$

- 5) Donachalardagi mis miqdori:

$$\frac{7527}{1 - 0,005} = 7565 \text{ kg/sutka}$$

- 6) Pechga yuklangan mis xomashyosidan donachalardagi mis hissasi:

$$1 - 0,005 - 0,12 \cdot 0,44 = 0,9422$$

- 7) Yuklanayotgan xomashyodagi mis miqdori:

$$\frac{7565}{0,9422} = 8029 \text{ kg/sutka}$$

- 8) Pechga yuklanishi zarur bo'lgan misli xomashyo miqdori:

$$\frac{8029}{0,85} = 8452 \text{ kg/sutka}$$

Pechda mis xomashyosini suyuqlanishi mis kuporosi olishdagi yagona uzlukli jarayon bo'lib, pech hisobini 6 soatlik suyultirish jarayoniga hisoblaymiz; olingan natijani sutkali ishlab chiqarish hajmiga (miqdoriga) o'tkazish uchun 4 ga ko'paytiramiz. Bundan pechga bir marta yuklanadigan xomashyo miqdori:

$$\frac{8452 \cdot 6}{24} = 2113 \text{ kg bo'ladi.}$$

Jarayonning moddiy hisobi

Kirim:

1) Mis xomashyosi: 2113 kg

2) Xomashyodagi qo'shimchalar: $2113 \cdot 0,05 = 106 \text{ kg}$

3) Hosil bo'ladigan shlak: $(2112 - 106) \cdot 0,12 = 241 \text{ kg}$

4) Shlakdagi oksidlangan qo'shimchalar: $241 \cdot (1 - 1,44) = 135 \text{ kg}$

5) Qo'shimchalarni oksidlash uchun zaruriy kislorod miqdori:

$$135 - 106 = 29 \text{ kg}$$

6) Pechdagi xomashyoga qo'shiladigan oltingugurt miqdori (1% xomashyo miqdoridan):

$$2113 \cdot 0,01 = 21 \text{ kg}$$

[oltingugurtdagi qo'shimchalarni (0,5 kg dan kam) hisobga olmaymiz]

7) Oltingugurtni oksidlash uchun zarur kislorod miqdori:

$$21 \cdot \frac{32,0}{32,1} = 21 \text{ kg}$$

8) Mazut sarfmi amaliy dalillarga asosan xomashyoga nisbatan 20% olinadi:

$$2113 \cdot 0,2 = 423 \text{ kg}$$

9) Mazutni yondirish uchun zarur kislorod miqdori:

$$m_{O_2} = m_{mazut} \cdot \left[C^p \cdot \frac{M_{O_2}}{M_C} + H^p \cdot \frac{\frac{1}{2} M_{O_2}}{M_{H_2}} + S^p \cdot \frac{M_{O_2}}{M_S} - \frac{1}{2} \cdot (N^p + O^p) \right]$$

$$m_{O_2} = 429 \left(0,834 \cdot \frac{32}{12,011} + 0,100 \cdot \frac{16}{2,016} + 0,029 \cdot \frac{32,0}{32,066} - \frac{1}{2} \cdot 0,004 \right) = 1286 \text{ kg}$$

$$O^p = N^p = \frac{1}{2} \cdot 0,4\% \text{ deb qabul qilamiz.}$$

10) Ortiqcha havoni e'tiborga olganda zarur bo'lgan kislorod ($\alpha = 1,5$) miqdori:

$$1,5 \cdot (21 + 1286 + 29) = 2004 \text{ kg}$$

11) Pechga beriladigan quruq havoning umumiy miqdori:

$$\frac{2004}{0,232} = 8638 \text{ kg}$$

12) Pechga havo bilan birga kiradigan namlik miqdori:

$$8638 \cdot 0,01042 = 90 \text{ kg}$$

bunda, 0,01042 – 20°C haroratda havo namligi $\varphi = 70\%$ bo'lganda 1 kg quruq havoga to'g'ri keladigan suv miqdori, kg.

13) Beriladigan havoning umumiy miqdori:

$$8638 + 90 = 8728 \text{ kg}$$

Sarf:

1) Gaz va changlar bilan chiqib ketishi hisobiga yo'qotiladigan massa:

$$(2113 - 106) \cdot 0,005 = 10 \text{ kg} \quad \text{Cu,}$$

$$423 \cdot 0,003 = 1 \text{ kg} \quad \text{kul,}$$

$$90,0 + 423 \cdot 0,03 + 423 \cdot 0,100 \cdot \frac{18,0}{2,0} = 102 + 378 = 480 \text{ kg} \quad \text{H}_2\text{O,}$$

$$423 \cdot 0,834 \cdot \frac{44,0}{12,0} = 1292 \text{ kg} \quad \text{CO}_2,$$

$$21 + 21 + 423 \cdot 0,029 \cdot \frac{64,1}{32,1} = 67 \text{ kg} \quad \text{SO}_2,$$

$$2004 - (21 + 1286 + 29) = 668 \text{ kg} \quad \text{O}_2,$$

$$8638 - 2004 + 423 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,004 = 6635 \text{ kg} \quad \text{N}_2$$

Pechdan chiqib ketayotgan gaz va bug'larning umumiy miqdori:

$$10,0 + 1 + 480 + 1292 + 67 + 668 + 6635 = 9153 \text{ kg}$$

2) Olingan donador mahsulot:

$$(2113 - 106) - (241 - 135) - 10 = 1891 \text{ kg}$$

Pechning bir marotaba va sutkalik ishlab chiqarish moddiy balansini jadvalini talabalar mustaqil tuzadilar.

Jarayonning issiqlik hisobi

Kirayotgan issiqlik:

1) Mis xomashyosi bilan:

$$(2007 \cdot 0,381 + 106 \cdot 0,452) \cdot 20 = 16250 \text{ kj}$$

2) Oltinugurt bilan:

$$21 \cdot 0,775 \cdot 20 = 327 \text{ kj}$$

3) Havo bilan:

$$8638 \cdot 46,47 = 401400 \text{ kj}$$

4) Qo'shimchalar oksidlangandagi issiqlik. Qo'shimchalar asosan temirdan iborat deb hisoblash mumkin, ya'ni FeO hosil bo'lish issiqligi 263,7 kj/mol bo'lganligi uchun 1 kg qo'shimcha hisobidan:

$$\frac{263,7 \cdot 1000}{71,85} = 3670 \text{ kj issiqlik chiqadi, hammasi bo'lib esa:}$$

$$135 \cdot 3670 = 495000 \text{ kj ni tashkil etadi.}$$

5) Oltinugurtning yonish issiqligi 296,9 kj/mol yoki $\frac{296,9 \cdot 1000}{32,066} = 9259$ kj/kg, bundan: $21 \cdot 9259 = 194000$ kj issiqlik kelib chiqadi.

6) Mazutning yonish issiqligi:

$$423 \cdot 38390 = 16240000 \text{ kj}$$

7) Kiradigan umumiy issiqlik:

$$16250 + 327 + 401400 + 495000 + 194000 + 16240000 = 17350000 \text{ kj ni tashkil etadi.}$$

Issiqlik sarfi:

1) Misni isitish uchun. Misning issiqlik sig'imi quyidagicha ifodalanadi:

$$C = 0,3563 + 0,9821 \cdot 10^{-4} T \text{ kj/kg} \cdot \text{grad}$$

Bundan 1084°C dagi 2007 kg misning issiqlik tutishi:

$$Q = 2007 \int_{273}^{(1084+273)} (0,3563 + 0,9821 \cdot 10^{-4} \cdot T) dT = 949000 \text{ kj}$$

2) Misni suyultirish uchun:

$$2007 \cdot 214 = 429500 \text{ kj}$$

3) Suyuq misni qizdirish uchun:

$$2007 \cdot 0,493 \cdot (1200 - 1084) = 114800 \text{ kj}$$

4) Shlakdagi oksidlangan qo‘shimchalar issiqligi:

$$135 \cdot 0,815 \cdot 1200 = 132000 \text{ kj}$$

5) Mazut kuli bilan:

$$423 \cdot 0,003 \cdot 0,815 \cdot 1200 = 1241 \text{ kj}$$

6) Pechdan chiqayotgan gazlar bilan:

$$(67 \cdot 0,800 + 668 \cdot 1,051 + 1292 \cdot 1,60 + 6635 \cdot 1,139 + 378 \cdot 2,194) \cdot 1200 + \\ + 102 \cdot 6138 = 1329300 \text{ kj},$$

bunda mazut yongandagi suvning bug‘lanish issiqligi ($378 \cdot 2,194$) ham hisobga olingan: $2,194 - 1200^{\circ}\text{C}$ haroratdagi suvning massa issiqlik sig‘imi, kj/kg-gard.

7) Suyuq mis issiqligi:

$$1047000 + 429500 + 114800 = 1591300 \text{ kj}$$

8) Shlakdagi mis issiqligi:

$$\frac{1591300 \cdot 106}{2007} = 84000 \text{ kj}$$

9) Gazlarda mis issiqligi (suyuq faza bo‘yicha):

$$\frac{1591300 \cdot 10}{2007} = 7900 \text{ kj}$$

10) Donadorlashga tushayotgan mis issiqligi:

$$\frac{1591300 \cdot 1891}{2007} = 1500000 \text{ kj}$$

11) Shlakning umumiy issiqligi:

$$132000 + 84000 = 216000 \text{ kj}$$

12) Gazlar, bug‘lar va changlarning umumiy issiqligi:

$$1241 + 13293000 + 7900 \approx 13302000 \text{ kj}$$

13) Atrof-muhitga yo‘qotilishi e‘tiborga olinmagan holdagi umumiy issiqlik sarfi:

$$1500000 + 216000 + 13302000 = 15018000 \text{ kj}$$

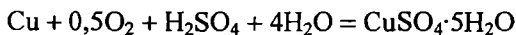
14) Atrof-muhitga yo‘qotiladigan issiqlik sarfi:

$$17350000 - 15018000 = 2332000 \text{ kj}$$

Pechning bir quyishdagi va sutkalik issiqlik balansi jadvalini talabalar mustaqil tarzda tuzadilar.

Misni eritish orqali mis kuporosi olish minorasi

Minorada misni erishi, ya‘ni sulfat kislota eritmasi bilan o‘zaro ta‘siri quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Hisoblash uchun ma'lumotlar:

Donador mis, kg/sutka	7564
Suv, % da	5
Donalardagi qo'shimchalar, kg/sutka	30
Aralashtirishga beriladigan qoldiq eritma tarkibi, kg/sutka:	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	12862
H_2SO_4	2365
H_2O	38839
Jami	54066
Aralashtirishga beriladigan H_2SO_4 konsentratsiyasi, %	92,5
Injektorga tushayotgan to'yingan suv bug'lari bosimi, n/m ³	$3 \cdot 10^5$
Misning chiqindi tarkibida yo'qotilishi, %	0,5
Minoradan chiqadigan eritma konsentratsiyasi, %:	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48
H_2SO_4	2,77
Havoning nisbiy namligi, %	70
Kirayotgan barcha moddalarning harorati, °C	20
Minoradan chiqayotgan eritma harorati, °C	85
Minoradan chiqayotgan gazlar harorati, °C	80

Jarayonning moddiy hisobi

Minorada erimay qoladigan mis miqdori:

$$7564 \cdot 0,005 = 37 \text{ kg/sutka}$$

Minorada erigan mis miqdori:

$$7564 - 37 = 7527 \text{ kg/sutka}$$

Minorada 7527 kg misni eritish uchun (3) tenglama bo'yicha zarur komponentlar miqdori:

$$\frac{7527 \cdot 98,08}{63,54} = 11619 \text{ kg H}_2\text{SO}_4,$$

$$\frac{7527 \cdot 4 \cdot 18,06}{63,54} = 8537 \text{ kg H}_2\text{O va } 1895 \text{ kg O}_2$$

Buning natijasida 29578 kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ hosil bo'ladi.

Minoraga qoldiq eritma tarkibida 12862 kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 2365 kg H_2SO_4 va 38839 kg H_2O , jami 54066 kg komponentlar kiradi.

Suyuq fazadagi yo'qotishni hisobga olmaganda, minoradan chiqarilayotgan suyuqlikda: $29578 + 12862 = 42440$ kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bo'ladi.

$$\text{Bunda suyuqlik massasi: } \frac{42440}{0,48} = 88418 \text{ kg bo'ladi.}$$

Bu miqdor suyuqlikda: $88418 \cdot 0,0277 = 2949$ kg H_2SO_4 , 30 kg donalardagi qo'shimchalar va $88418 - (42440 + 2449 + 30) = 43499$ kg H_2O bo'ladi.

Minoradan 2449 kg H_2SO_4 chiqariladi, qoldiq eritma bilan 2365 kg H_2SO_4 kiritiladi, natijada qolgan eritma miqdori: $2449 - 2365 = 84$ kg H_2SO_4 qo'shimcha kiritiladi.

Jami kiritiladigan sulfat kislota miqdori:

$$11619 + 84 = 11703 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Minorada hosil bo'ladigan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ miqdori proporsional ravishda suyuqlik yo'qoladi. Shart bo'yicha 0,5% edi.

$$29578 \cdot 0,005 = 148 \text{ kg}$$

Bu miqdor $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ bilan: $\frac{88418 \cdot 148}{42440} = 308$ kg suyuqlik yo'qoladi,

bunda, $308 \cdot 0,0277 = 9$ kg H_2SO_4 va $308 - (148 + 9) = 151$ kg H_2O bo'ladi.

Kristallanish jarayoniga yuboriladigan suyuqlik:

$$88418 - 308 = 88110 \text{ kg ni tashkil qiladi,}$$

bunda, $42440 - 148 = 42292$ kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ va $2449 - 9 = 2440$ kg H_2SO_4 , 30 kg qo'shimchalar va $43499 - 151 = 43348$ kg suv bo'ladi.

Aralashtirish bakiga yuboriladigan suv miqdorini hisoblaymiz.

Sulfat kislota 92,5% li eritma holatida beriladi. Demak, 11703 kg H_2SO_4 kiritish uchun:

$$\frac{11703}{0,925} = 12652 \text{ kg 92,5\% li } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ eritmasi zarur,}$$

bunda, $12652 - 11703 = 949$ kg H_2O bo'ladi.

Minoraga beriladigan kislorod havo tarkibida bo'ladi. Havoni quvvati $250 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lgan to'rtta bug' injektorlari ($3 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$ bosimli bug' sarfi 150 kg/s) yordamida yuboriladi. Bunda minoraga sutkasiga $250 \cdot 24 \cdot 4 = 24000 \text{ m}^3$ havo beriladi.

Quruq havo massasi: $\frac{24000}{0,861} = 27875$ kg/sutka bo'lib, bunda 0,861 –

1 kg quruq havoga to'g'ri keladigan nam havo hajmi, m³/kg.

Bunday miqdordagi havoda: $27875 \cdot 0,01042 = 290$ kg suv va 6467 kg kislorod bo'ladi (0,01042 kattalik ma'lumotnomadagi jadvaldan olinadi).

Injektorlardan tushadigan bug' kondensatlari:

$150 \cdot 24 \cdot 4 = 14400$ kg/sutka ni tashkil qiladi.

Minoraga donalarda $\frac{7564 \cdot 5}{95} = 398$ kg suv tushadi, eritma holatida

43499 kg suv chiqib ketadi. Shuningdek, minoradan $6467 - 1895 = 4572$ kg/sutka O₂ yoki $27875 - 1895 = 25980$ kg/sutka quruq gazlar chiqib ketadi.

80°C haroratda 18,5% li sulfat kislota yuzasidagi suv bug'ining bosimi 318 mm sim. ust. ga yoki $0,424 \cdot 10^5$ n/m² ga, ya'ni nisbiy namlik $\frac{0,424 \cdot 10^5 \cdot 100}{0,473 \cdot 10^5} = 90\%$ ga teng. Shu sharoitda namlik miqdori 1 kg quruq gaz hisobida 0,4716 kg ga tengdir. Demak, 25980 kg quruq gazda 12258 kg suv bug'lari bo'ladi (ma'lumotnomadagi jadvalda 0,4716).

Suv bo'yicha balans tuzish uchun quyidagilar ma'lum, kg/sutka hisobida:

Sarf:

CuSO ₄ ·5H ₂ O hosil qilishda	8537
Minoradan bug' holatida	12252
Suyuqlik bilan	43499
Jami suv sarfi	64288

Kirish:

Donalarda	398
Qoldiq eritmada	38839
Havo bilan	290
Sulfat kislotalada	949
Injektorlarda ishlangan bug'	14400
Jami kiradigan suv	54876

Suv qo'shimcha ravishda sepiluvchi (yuvuvchi) suyuqliklarga ham:
 $64288 - 54876 = 9412$ kg/sutka miqdorida qo'shiladi:

Yuvuvchi (sepiluvchi) eritma tarkibi:

12862 kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

2365 + 11703 = 14068 kg H_2SO_4

38839 + 949 + 9412 = 49200 kg suv

Yuvuvchi eritmaning umumiy miqdori 76130 kg/sutka ni, H_2SO_4 konsentratsiyasi esa 18,48% ni tashkil etadi va qabul qilingan konsentratsiya (18,6%) ga mos keladi.

Mis erituvchi minora moddiy balansi

7.2-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/sutka	komponentlar	kg/sutka
Donador mis	7564	Chiqindidagi mis	37
Suv	398	Kristallanish eritmasi:	
Yuvuvchi suyuqlik -		$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	42292
Yaytuvchi (qoldiq) eritma:		H_2SO_4	2440
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	12862	H_2O	43348
H_2SO_4	2365	Erimaydigan qoldiq	30
H_2O	38839	Jami eritma	88110
Jami qoldiq eritma	54066	Suyuqlik yo'qolishi:	
Sulfat kislota:		$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	148
H_2SO_4	11703	H_2SO_4	-
H_2O	949	H_2O	151
Jami	12652	Jami suyuqlik yo'qolishi	308
Suv	9412	Chiqib ketadigan gazlar:	
Jami yuvuvchi eritma	76130	O_2	4572
Havo-bug' aralashmasi:		N_2	21408
O_2	6467	H_2O	12252
N_2	21408	Jami bug'-gaz aralashmasi	38232
H_2O	14690	Hammasi	126687
Jami havo-bug' aralashmasi	42565		
Donachalardagi mexanik qo'shimchalar va b.	30		
Hammasi	126687		

Jarayonning issiqlik hisobi

Issiqlik kirishi:

1) Donachalarda:

$$7564 \cdot 0,381 \cdot 20 = 67640 \text{ kJ/sutka}$$

2) Donadagi suvda:

$$398 \cdot 83,9 = 33400 \text{ kJ/sutka}$$

3) Yuvuvchi eritmada:

$$m_{ct} = 76130 \cdot 3,158 \cdot 20 = 4810000 \text{ kJ/sutka}$$

(bu yerda, $c = 1,127 \cdot 0,1689 + 1,415 \cdot 0,1848 + 4,187 \cdot 0,6463 = 3,158 \text{ kJ/kg}\cdot\text{grad}$)

4) Havo bilan:

$$27875 \cdot 46,47 = 1295000 \text{ kJ/sutka}$$

5) Bug' bilan:

$$14400 \cdot 2725 = 39340000 \text{ kJ/sutka}$$

6) Qo'shimchalar bilan:

$$30 \cdot 0,84 \cdot 20 = 504 \text{ kJ/sutka}$$

7) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning hosil bo'lish (3-reaksiyada) issiqligi:

$$q = 2278,0 - 811,30 - 4 \cdot 285,84 = 323,34 \text{ kJ/sutka}$$

$$\text{yoki } \frac{323,34 \cdot 1000}{63,54} = 5088,8 \text{ kJ l kg Cu uchun}$$

$$q = m_{\text{Cu}} \cdot q = 7527 \cdot 5088,8 = 38300000 \text{ kJ/sutka}$$

8) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning konsentrlangan eritmalarida erish issiqligi jadvaldagi qiymatlarning taxminan 75% ni tashkil etadi, ya'ni:

$$-11,72 \cdot 0,75 = -8,8 \text{ kJ/mol yoki l kg Cu uchun } -138,3 \text{ kJ.}$$

Issiqlikning umumiy kirimi:

$$57640 + 33400 + 4810000 + 1295000 + 39240000 + 504 + 38300000 = 83736544 \text{ kJ/sutka}$$

Issiqlik sarfi:

1) Chiqindiga mis bilan

$$37 \cdot 0,381 \cdot 85 = 1224 \text{ kJ/sutka}$$

2) Misni isitishga

$$7527 \cdot 0,381 \cdot (85 - 20) = 186400 \text{ kJ/sutka}$$

3) Eritma bilan kristallantirishga

$$m_{ct} = 88080 \cdot 2,641 \cdot 85 = 19770000 \text{ kJ/sutka}$$

$$\text{(bu yerda, } c = 1,127 \cdot 0,4800 + 1,415 \cdot 0,0277 + 4,187 \cdot 0,4923 = 2,641 \text{ kJ/kg}\cdot\text{grad)}$$

4) Qo'shimchalar bilan

$$30 \cdot 0,84 \cdot 85 = 2112 \text{ kJ/sutka}$$

5) Eritish jarayonida suyuqlik bilan yo'qotiladigan

$$308 \cdot 2,641 \cdot 85 = 69100 \text{ kJ/sutka}$$

6) Chiqindi gazlari bilan

$$25980 \cdot 1328 = 34500000 \text{ kJ/sutka}$$

bu yerda, $1328 - 80^\circ\text{C}$ harorat va $\varphi = 90\%$ dagi nam havoning entalpiyasi.

7) $\text{CuSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ni eritishga 1041000 kJ/sutka

Issqlikning umumiy sarfi:

$$1224 + 186400 + 19770000 + 2112 + 69100 + 34500000 + 1041000 = 55569836 \text{ kJ/sutka}$$

8) Tevarak-atrof-muhitga yo'qotiladigan issiqlik

$$83736544 - 55569836 = 28166708 \text{ kJ/sutka yoki kiradigan issiqlikning } 34\% \text{ miqdori.}$$

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: mikroelementlar va ularning turlari bo'yicha **klasterlar tuzish**; mikroelementli oddiy va kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch so'z va iboralar

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Mikroelementlar | 5. Marganesli o'g'itlar |
| 2. Borli o'g'itlar | 6. Molibdenli o'g'itlar |
| 3. Misli o'g'itlar | 7. Kobaltli o'g'itlar |
| 4. Ruxli o'g'itlar | 8. Kompleks mikroo'g'itlar |

Nazorat uchun savollar

1. O'simliklar uchun zarur mikroelementlar va ularning ahamiyatini ayting.
2. Borli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
3. Misli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
4. Ruxli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
5. Marganesli o'g'itlar haqida tushuncha bering.

6. Molibdenli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
7. Kobaltli o'g'itlar haqida tushuncha bering.
8. Kompleks o'g'itlar haqida tushuncha bering.

Adabiyotlar

1. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. – Л.: «Агропромиздат», 1990. – 272 с.
2. G'afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.
3. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
4. Исматов А.А., Отақўзиев Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
5. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: «Химия», 1989. – 352 с.
6. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. – М.: «Химия», 1977. – 376 с.

VIII bob

MURAKKAB O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

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 (N+P, N+K, P+K) yoki uchta (N+P+K) ozuqa elementi kiruvchi ikki yoki undan ortiq tuzlar kompozitsiyasi kiradi. Bunday kompozitsiyalar nitrat, fosfat va sulfat kislotalarning ammiak, tabiiy fosfatlar, kaliy, ammoniy va boshqalarning tuzlari bilan o'zaro ta'sirlashuvidan olinadi.

O'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalar qanchalik ko'p bo'lsa, ular shunchalik ahamiyatli bo'ladi. Turli ekinlar, tuproqlar, iqlim va boshqa sharoitlar uchun azot, fosfor va kaliyning miqdori va nisbati har xil bo'lgan murakkab o'g'itlar talab etiladi. Ular $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ massalari 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 $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ning massa bo'yicha foiz nisbati, masalan, 12:18:6 yoki 12–18–6 shaklida ifodalanishi mumkin, bu sonlarning umumiy yig'indisi o'g'itdagi ta'sir etuvchi moddalarning umumiy miqdorini ko'rsatadi.

Uch komponentli 1:1:1; 1:1,5:1; 1:1:0,5; 1:1:1,5; 1:0,67:0,67 va ikki komponentli 1:4:0; 1:1:0; 0:1:1; 0:1;1,5 markali o'g'itlar eng ko'p ishlatiladi.

1- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish va texnologik hisoblari

Kaliy nitrat xossalari va olinish usullari. Kaliy nitrat (kaliyli selitra) KNO_3 – kristall rangsiz kukun bo'lib, 337°C da suyuqlanadi. Texnik mahsulot sarg'ish rangda bo'ladi. Suyuqlanish haroratidan yuqorida KNO_2 va O_2 ga parchalanadi. 20°C haroratda 100 g suvda 31,5 g, 114°C da esa 312 g KNO_3 eriydi.

Kaliy nitrat – tutunli (qora) porox ishlab chiqarishda, pirotexnikada, oziq-ovqat va shisha sanoatida ishlatiladi. U tarkibida ikkita ozuqa elementi – azot va kaliy (nazariy tarkibi – 13,85% N va 46,5% K₂O) 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 narxi boshqa o‘g‘itlardagiga nisbatan qimmatdir.

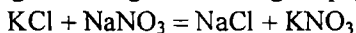
Sanoatda ishlatish uchun bir necha navlardagi kaliy nitrat ishlab chiqariladi; ular tarkibida 99,9; 99,85 va 99,7% dan kam bo‘lmagan KNO₃ va shunga muvofiq ravishda 0,08; 0,1 va 0,2% dan ko‘p bo‘lmagan namlik bo‘ladi. Shuningdek, ular tarkibidagi xloridli, karbonatli, nitritli va boshqa qo‘shimchalar ham me‘yorlanadi.

Kaliy nitrat oz bo‘lsada, turli biokimyoviy jarayonlar natijasida yuzaga keladigan tabiiy mineral tarzida ham uchraydi. Shulardan biri hind selitrası 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 Ca(NO₃)₂ ishlatilganda jarayonni kation almashinuv usuli bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda kationit davriy ravishda kalsiy nitrat eritmasi bilan (KNO₃ eritmasi olishda) va kaliy xlorid eritmasi bilan (kationitning regeneratsiyasida) ishlov berib turiladi. So‘ngra kaliy nitrat eritmasi bug‘latiladi, sovutiladi, KNO₃ kristallari sentrifugada ajratiladi va quritiladi.

Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish ham o‘ziga xos xususiyatga egadir.

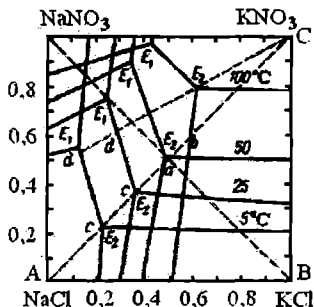
Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usuli. Quyidagi almashinish reaksiyasiga asoslangan usul keng tarqalgandir:



5, 25, 50 va 100°C haroratdagi KCl + NaNO₃ = NaCl + KNO₃ suvli sistemasida eruvchanlik diagrammasi 8.1-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 NaNO₃ larning ekvimolyar aralashmasining eritmasi tayyorlansa, kvadrat diagonallari kesishishiga to‘g‘ri keladigan *a* nuqta NaCl ning kristallanish sohasida yotadi. Bunday

eritmada 100°C haroratda suv bug'latilganda, eritma to'yinishi natijasida NaCl kristallana boshlaydi va eritma tuzli massasining tarkibi *ab* chiziq bo'yicha o'zgaradi.

b nuqtada eritma KCl ga ham to'yinadi. Agar xuddi shu paytda ajraladigan NaCl kristallari ajratilsa va so'ngra eritma, masalan, 5°C ga sovutilsa, bunda *b* nuqta KNO₃ ning kristallanish sohasida bo'lib qoladi. Eritma sovutilganda bu tuz ham cho'kmaga tushadi va qolgan eritma tarkibi *bc* chiziq bo'yicha o'zgaradi.



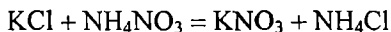
8.1-rasm. 5, 25, 50 va 100°C haroratdagi $KCl + NaNO_3 = NaCl + KNO_3$ suvli sistemasida eruvchanlik izotermasi.

Bunda *a* va *b* nuqtalar orasidagi masofa unchalik katta emas, u holda, ekvimolekular miqdordagi KCl va NaNO₃ bo'lgan eritmada suvni bug'latishda juda oz miqdordagi NaCl cho'kmaga tushadi va eritma tezda KCl bilan to'yingan holga keladi. Bu esa eritmani sovutish KNO₃ unumini kamaytiradi. Ajratib olinadigan NaCl miqdorini oshirish va KNO₃ unumini oshirish uchun, diagrammadan ko'rinadiki, boshlang'ich eritmaga ortiqcha NaNO₃ qo'shish lozimdir. Agar NaCl ajratib olinishi tugallanishiga eritma uchta tuz – NaCl, KCl va KNO₃ bilan to'yinsa (ya'ni uning tuzli massasi *E*₂ nuqta bilan tasvirlangan) eng yuqori unumga erishiladi. Bunda hosil bo'lgan NaCl kristallarini ajratib olingandan so'ng, eritmani sovutilishi natijasida KNO₃ ning kristallanishi eng uzun yo'l *E*₂*d* bo'yicha sodir bo'ladi va eng yuqori unumda mahsulot olinishi ta'minlanadi.

KCl va NaNO₃ orasidagi almashinishni ta'minlashning eng samarador va tejamkor usuli bu – o'zgarmas bosim va o'zgaruvchan haroratda sistemadan suvni bug'latish paytida NaCl ning kristallanishi sodir bo'ladigan siklik jarayonda amalga oshirish hisoblanadi. Bunday

optimal siklning tartibi va hisobi izotermik va izobarik diagrammalar kesishuvi yordamida amalga oshirilishi mumkin. KNO_3 kristallanishi 50°C da tugallanadigan optimal sikl uchun misol 6.2-rasmda ko'rsatilgan. Izotermik kesishuvda *a* nuqta – sovutish 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 *c* eritmadan suvning bug'lanishi va NaCl ning kristallanishi natijasida olinadi. Bug'latish uchun boshlang'ich eritma *c* – eritma *a* ning KCl va NaNO_3 lar ekvimolyar aralashmasi bilan aralashtirilishidan olinadi.

Kaliy nitrat ishlab chiqarishning samarador usullari. Kaliyli selitra turli xil usullarda, shu jumladan, almashinish reaksiyasi orqali olinadi:



Bu jarayonning sodir bo'lish sharoitlariga bog'liq ravishda almashinish darajasi turlicha bo'lishi mumkin. Buni hisoblash uchun odatda grafik usul qo'llaniladi.

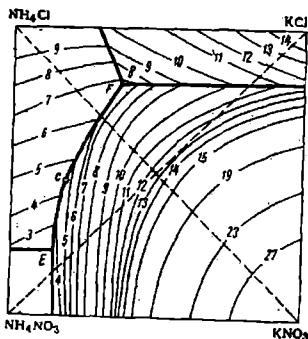
8.2, 8.3, 8.4, 8.5 va 8.6-rasmlarda $\text{KCl} - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ sistemasining 0; 20; 40; 60 va 100°C haroratlardagi izotermasi ifoda etilgan.

Izotermalarning har bir maydoni ionlar o'rtasidagi mumkin bo'lgan nisbatlarni o'z ichiga oladi va ular to'q rangdagi chiziqlar bilan ajratilgan bo'lib, to'rtta kristallanish maydoniga bo'lingan.

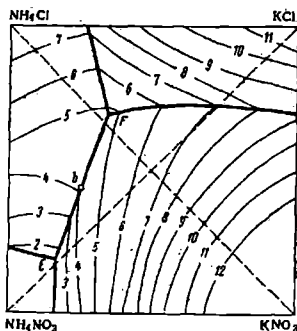
Bunda har bir maydonda eritma faqatgina bitta tuz cho'kmasi bilan muvozanatda bo'ladi. To'qroq chiziqlar bo'ylab eritma bir paytning o'zida ikkita tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ikkita nuqta F va E da esa uchta shunday chiziqlar uchrashadi va bunda eritma uchta tuz bilan muvozanatda bo'ladi. Ingichka chiziqlar esa bir xil miqdordagi suvga ega bo'lgan eritmalarga oid nuqtalarni birlashtiradi. Bu chiziqlar raqamlari to'yingan eritmada 1 mol tuzlar summasi (jami) ga qancha mol suv to'g'ri kelishini ko'rsatadi.

Har bir tuzlar aralashmasi tarkibiga izotermada ma'lum nuqta to'g'ri keladi va izoterma kvadrati tomonlarigacha bo'lgan masofa bilan xarakterlanadi. Bu masofa kvadrat tomonlari uzunligi hissalari (o'lchamlari) bilan o'lchanadi va eritmadagi tuzlar aralashmasi bir moliga to'g'ri keladigan ayni (muvofiq) ionning gramm-ionlari sonlarini ifoda

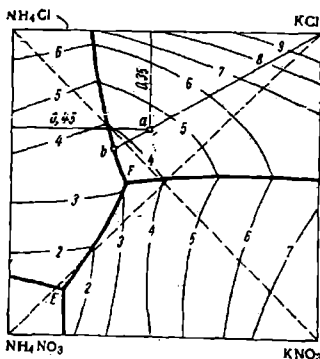
etadi. Masalan, 40°C haroratdagi izotermada (8.4-rasm) «a» nuqtasi belgilangan. Bu nuqta kvadrat chap tomonidan 0,45 masofada KCl ning kristallanish maydonida joylashgan va shuning uchun unga 0,45 g-ion K^+ va $1 - 0,45 = 0,55$ g-ion NH_4^+ muvofiq keladi. Shu bilan birga «a» nuqtasi kvadratning yuqori tomonidan 0,35 masofada joylashgan va shuning uchun unga eritmada 0,35 g-ion NO_3^- va 0,65 g-ion Cl^- to'g'ri keladi.



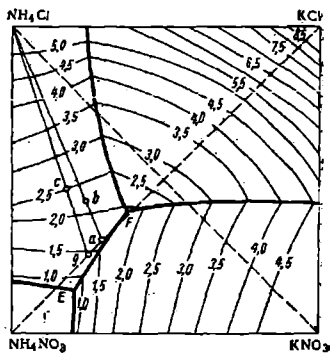
8.2-rasm. KCl - NH_4NO_3 - KNO_3 - NH_4Cl sistema izotermasi (0°C).



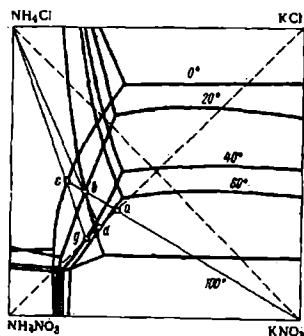
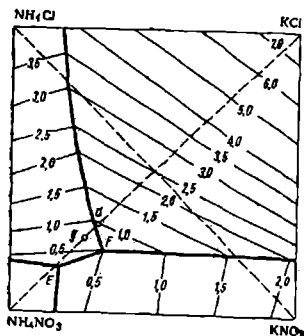
8.3-rasm. KCl - NH_4NO_3 - KNO_3 - NH_4Cl sistema izotermasi (20°C).



8.4-rasm. KCl - NH_4NO_3 - KNO_3 - NH_4Cl sistema izotermasi (40°C).



8.5-rasm. KCl - NH_4NO_3 - KNO_3 - NH_4Cl sistema izotermasi (60°C).



8.6-rasm. KCl – NH_4NO_3 – KNO_3 – NH_4Cl sistema izotermasi (100°C).
8.7-rasm. KCl – NH_4NO_3 – KNO_3 – NH_4Cl sistema politermasi.

Eritmada «a» nuqtaga muvofiq bir mol tuzlar miqdoriga olti mol suv to‘g‘ri keladi deb faraz qilsak, bu holda eritma to‘yinmagan bo‘ladi. Chunki 40°C bo‘yicha izotermada to‘yingan eritmada 4,5 mol suv bo‘lishi kerak edi. Bunday to‘yinmagan eritmani izotermik bug‘latishdan so‘ng 1 mol tuzlar miqdoriga 4,5 mol suv to‘g‘ri kelgandagina qattiq faza paydo bo‘ladi. Suvni yana bug‘latish natijasida kaliy xlorid cho‘kmaga tushadi va to‘yingan eritma tarkibi «a» nuqtani izoterma kvadrati cho‘qqisi bilan birlashtiruvchi chiziq bo‘ylab o‘zgaradi. Bu esa faqatgina toza holdagi kaliy xloridga muvofiq keladi (so‘ngra bu cho‘qqilar: KCl cho‘qqisi, NH_4NO_3 cho‘qqisi va hokazo bilan belgilanadi).

Kaliy xlorid cho‘kishi bilan kechadigan bug‘lanish eritma tarkibi «b» nuqtaga muvofiq kelguncha davom etadi. Bungacha esa cho‘kmada faqat KCl bo‘ladi.

Agar shu haroratda bug‘lanish davom etsa, cho‘kmaga birdaniga ikkita tuz: KCl va NH_4Cl tushadi. Eritma tarkibi bu tuzlarning birgalikdagi kristallanish chizig‘i bo‘ylab «F» nuqtagacha o‘zgarib boradi.

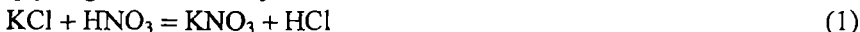
Suvni bug‘lanishi davom ettirilsa, cho‘kmaga NH_4Cl va KNO_3 lar tushadi va eritma tarkibi «FE» chizig‘i bo‘ylab o‘zgaradi. «E» nuqtaga muvofiq keladigan tarkibdagi eritma ionlar nisbatlari o‘zgarmagan holda quriguncha bug‘latilishi mumkin.

8.7-rasmda yuqorida keltirilgan sistemalar izotermasi mashtabida 0; 20; 40; 60 va 100°C haroratlardagi sistema politermasi ifodalangan.

Kaliy xlorid va nitrat kislotasi yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish. Jihozlarning yuqori darajada korroziyalanishi va qo‘shimcha mahsulotlar – HCl, Cl_2 , NOCl ni tutib qolish va ishlatilishidagi

qiyinchiliklar sababli sanoatda kam qo'llaniladigan bu usulda kamyob ishqor va ko'p miqdordagi bug' talab etiladi.

Kaliy xloridning nitrat kislota yoki azot oksidlari bilan reaksiyasi quyidagi sxemalar bo'yicha boradi:

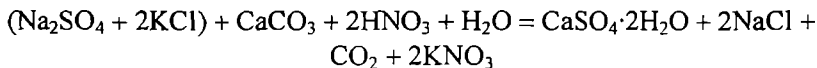


Nisbatan past haroratda (25–60°C) reaksiya (1) chapdan o'ngga boradi. Reaksiya (2) ning qaytarligi oson, past haroratda boshlanadi; 100°C haroratda muvozanat deyarli to'la NOCl va Cl₂ tomonga siljiydi.

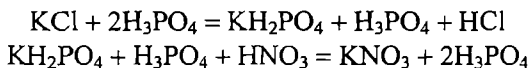
Nitrozil xlorid NOCl va xlorning hosil bo'lishi eritma konsentratsiyasi va haroratning ko'tarilishiga bog'liqdir. 30–40% li nitrat kislota ishlatilganda va 60°C dan past haroratda azotning nitrozil xlorid tarzida yo'qotilishi unchalik ko'p bo'lmaydi va xlor eritmada HCl shaklida to'planadi. Eritma sovutilganda undagi KNO₃ ning anchagina qismi ajralib chiqadi, qolgan eritma siklga qaytarilishi mumkin. Bunda undan vodorod xloridni haydalishi kerak. Haydalgan bug'ni xlorid kislota tarzida kondensatlanadi.

Reaksiya (1) bo'yicha KNO₃ olishni organik erituvchilar – butil, izoamil spirtlari va boshqalar muhitida amalga oshirilishi ham mumkin, bunda organik erituvchilar regeneratsiyalab turiladi.

KCl va nitrat kislotalardan NOCl hosil qilinmagan holda ham KNO₃ olish usullari yaratilgan. Masalan, nisbatan (100°C dan) past haroratda suvli muhitda boradigan quyidagi reaksiya tenglama bilan ifodalanuvchi jarayondan foydalanish taklif etilgan:



yoki 300–700°C haroratda kaliy xloridni dastlab ortiqcha miqdordagi fosfat kislota (HCl ni haydalishi) bilan parchalash, so'ngra fosfat kislotani jarayonga qaytarish orqali kaliy fosfatni nitratga konversiyalashni amalga oshirish mumkin:



Kaliyli selitra ishlab chiqarish texnologik hisoblari

Kaliyli selitra olishning ikki sxemasida energetik sarflarni grafik usulda hisoblash

Hisoblash uchun ma'lumotlar:

Qayta ishlashga 100°C haroratdagi 64% li NH_4NO_3 eritmasi tushadi.

Sistemaga 20°C haroratda KCl eritmasi kiritiladi va uning konsentratsiyasi hisoblash orqali aniqlanadi.

Reaksiya natijasida amalda qo'shimchalardan holi KNO_3 hosil bo'ladi deb faraz qilamiz (qoldiq eritma – matochnikda KNO_3 miqdori ko'proq bo'lgan tuzlar miqdorini hisobga olmaymiz).

KNO_3 ni ajratib olingunga qadar eritma 100°C haroratga ega va $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3$ mol nisbati = 0,365:0,635 bo'ladi. Undagi suv miqdori hisoblashlar orqali aniqlanadi.

Solishtirish ikki sxemadagi jarayonlarda energetik sarflarga tegishli:

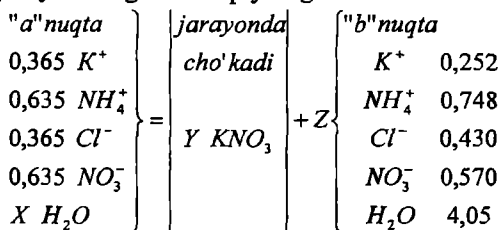
– birinchi sxema: boshlang'ich eritma 20°C haroratgacha sovutiladi. Bunda KNO_3 cho'kadi va qoldiq eritmada ajratiladi. Bu eritma 60°C haroratda (izotermik) bug'latiladi va cho'kmaga tushgan NH_4Cl filtrlanadi. Filtrat 100°C haroratgacha qizdiriladi va boshlang'ich eritmalar (NH_4NO_3 va KCl) qo'shilgach, yana sovutiladi.

– ikkinchi sxema: bunda eritma 20°C gacha emas, balki 0°C haroratgacha sovutiladi. Jarayonning boshqa bosqichlari birinchi sxemaga o'xshash bo'ladi.

Birinchi sxema moddiy hisobi

8.7-rasmdagi politerma boshlang'ich eritma tarkibiga, ya'ni 0,635 g-ion K^+ , 0,635 g-ion NH_4^+ , 0,365 g-ion Cl^- va 0,635 g-ion NO_3^- larga muvofiq keluvchi «a» nuqtasini qo'yamiz. Bunda «a» nuqta 20°C (va 0°C) da KNO_3 ning kristallanish maydonida joylashadi, shuning uchun uni KNO_3 cho'qqisi bilan to'g'ri chiziq bo'yicha bug'latiladi va 20°C dagi izoterma bilan «b» nuqtada va 0°C izoterma bilan «c» nuqtada kesishguncha davom ettiriladi. «b» nuqtada eritma tarkibi anaqlanadi va 20°C dagi izotermaga (8.3-rasmga qarang) bu nuqtani ko'chirib, eritmada suv miqdori topiladi. «a» nuqtaga muvofiq keladigan boshlang'ich eritma sovutilishi natijasida «ab» chiziq bo'ylab KNO_3 cho'kmaga tushadi va «b» nuqtaga to'g'ri keladigan tarkibda qoldiq eritma qoladi.

Sovutish jarayonining hisobi quyidagi sxemada tasvirlangan:



Bunda «Z» – eritmadagi tuzlarning jami miqdori, u boshlang'ich eritmadagi jami tuzlar bir molidan hosil bo'ladi, mol/mol hisobida.

Noma'lum kattaliklar X, Y, Z larni aniqlashda tenglamalar sistemasidan foydalanish mumkin. Bunday tenglamalar har bir komponent uchun, alohida-alohida tuziladi. NH_4^+ va Cl^- uchun tenglamada bitta noma'lum bo'ladi, boshqa tenglamalarda ikkita noma'lum kattalik bo'ladi. Shuning uchun hisoblashni NH_4^+ bo'yicha (shuningdek, Cl^- ioni bo'yicha) «Z» ni aniqlashni boshlaymiz:

$$0,635 = Z \cdot 0,748, \text{ bundan } Z = \frac{0,635}{0,748} = 0,849$$

Bu holda «Y» ni K^+ yoki NO_3^- ionlari bo'yicha aniqlanishi mumkin. NO_3^- ioni bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,635 = Y + Z \cdot 0,570 = Y + 0,849 \cdot 0,570, \text{ bundan} \\ Y = 0,635 - 0,484 = 0,151.$$

«X» uchun esa:

$$X = Z \cdot 4,05 = 0,849 \cdot 4,05 = 3,44.$$

Shunday qilib, boshlang'ich eritmada 1 mol tuzlar aralashmasida 3,44 mol H_2O bo'ladi.

Shart bo'yicha KNO_3 cho'kmasidan ajratilgan qoldiq eritma $60^\circ C$ haroratgacha qizdiriladi. Bunda «b» nuqta $60^\circ C$ li izotermada NH_4Cl kristallanish maydonida joylashadi. Politermada «b» nuqtani NH_4Cl cho'qqisi bilan bog'laymiz va $NH_4NO_3 - KCl$ kvadratidagi diagonal bilan «d» nuqtada kesishguncha uni davom ettiramiz. Suvning bug'lanishi natijasida («bd» chiziq bo'yicha) cho'kmaga NH_4Cl tushadi, eritma esa $60^\circ C$ dagi izotermada «d» nuqta bilan aniqlanadigan tarkibga ega bo'ladi.

Qoldiq eritmaning izotermik bug'lanish jarayoni quyidagi sxema bilan ifodalanadi:

"b" nuqtada	}	0,849 =	bug'lanadi va	} + "u"	"a" nuqtada
K^+ 0,252			cho'kadi		K^+ 0,307
NH_4^+ 0,748					NH_4^+ 0,693
Cl^- 0,430			$\omega_{H_2O} + \nu_{NH_4Cl}$		Cl^- 0,307
NO_3^- 0,570					NO_3^- 0,693
H_2O 4,05					H_2O 1,70

Bunda «u» boshlang'ich eritmadagi jami tuzlarning bir molidan («a» nuqta) bug'latilgan qoldiq eritmada hosil bo'lgan tuzlarning umumiy miqdori, mol/mol hisobida. «u» ni K^+ yoki NO_3^- bo'yicha hisoblash mumkin.

Hisoblashni K^+ bo'yicha bajaramiz:

$$0,252 \cdot 0,849 = 0,307 \text{ u, bundan } u = \frac{0,252 \cdot 0,849}{0,307} = 0,698.$$

Cho'kmaga tushgan NH_4Cl miqdorini NH_4^+ yoki Cl^- bo'yicha hisoblash mumkin. B ni NH_4^+ bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,748 \cdot 0,849 = B + u \cdot 0,698 = B + 0,698 \cdot 0,693, B = 0,151.$$

Bug'langan suv miqdorini quyidagi tenglamadan topamiz:

$$\begin{aligned} 4,05 \cdot 0,849 &= \omega + u \cdot 1,70 = \omega + 0,698 \cdot 1,70 \\ \omega &= 4,05 \cdot 0,849 - 0,698 \cdot 1,70 = 2,25. \end{aligned}$$

«d» nuqtadagi filtrat $100^\circ C$ haroratgacha qizdirilganda KCl kristallanish maydoniga o'tadi. Ammo undagi suv miqdori to'yingan eritmada $100^\circ C$ dagi izotermasi bo'yicha aniqlanadigan miqdoridan (8.5-rasm) ko'proq bo'ladi (1 mol tuz miqdoriga nisbatan 0,95 mol) va shu sabab cho'kma hosil bo'lmaydi. Sistemani «a» nuqtaga qaytarish uchun «d» nuqtadagi qizdirilgan eritmaga NH_4NO_3 va KCl eritmalari qo'shiladi:

"d" nuqtada	}	0,698 +	qo'shiladi	} =	"a" nuqtada
K^+ 0,307			$n_{H_2O} + s_{NH_4NO_3} + q_{KCl}$		K^+ 0,365
NH_4^+ 0,693					NH_4^+ 0,635
Cl^- 0,307					Cl^- 0,365
NO_3^- 0,693					NO_3^- 0,635
H_2O 1,70					H_2O 3,44

Qo'shilgan NH_4NO_3 miqdorini aniqlash uchun NH_4^+ yoki NO_3^- uchun tenglamalardan foydalanish mumkin. «C» ni NH_4^+ bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,693 \cdot 0,698 + C = 0,635, \quad C = 0,635 - 0,693 \cdot 0,698 = 0,151.$$

Xuddi shunday KCl uchun «g» ni Cl^- bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,307 \cdot 0,698 + g = 0,365, \quad g = 0,365 - 0,307 \cdot 0,698 = 0,151.$$

$$\text{Suv uchun: } 1,70 \cdot 0,698 + n = 3,44, \quad n = 3,44 - 1,70 \cdot 0,698 = 2,25.$$

NH_4NO_3 va KCl eritmaları o'rtasida suvning taqsimlanishining hisobi quyida keltirilgan.

Energetik sarflarni hisoblash uchun mol va g-ionlarda ifodalangan moddalar massalarini kilogrammga o'tkazamiz. Hisobni 1000 kg kaliyli selitra olish uchun bajaramiz.

«a» nuqtaga muvofiq keladigan eritmadan 0,151 mol KNO_3 hosil bo'ladi, ya'ni 1000 kg olish uchun «a» nuqtadagi eritma massasiga teng

$$\frac{1000 \cdot 1000}{0,151 \cdot 101,108} = 65500 \text{ kg yuklamani qayta ishlashga to'g'ri keladi:}$$

$$65500 \cdot 39,100 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 934,8 \text{ kg K}^+$$

$$65500 \cdot 18,040 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 750,3 \text{ kg NH}_4^+$$

$$65500 \cdot 35,457 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 847,7 \text{ kg Cl}^-$$

$$65500 \cdot 62,008 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 580,1 \text{ kg NO}_3^-$$

$$65500 \cdot 18,016 \cdot 3,44 \cdot 10^{-3} = 4059,4 \text{ kg H}_2\text{O}$$

Cho'kmaga tushadigan tuz miqdori:

$$65500 \cdot 101,108 \cdot 0,151 \cdot 10^{-3} = 1000 \text{ kg KNO}_3,$$

bunda 386,7 kg K^+ va 613,3 kg NO_3^- bor. Qoldiq eritmada:

$$939,8 - 386,7 = 548,1 \text{ kg K}^+ \text{ va } 2580,1 - 613,3 = 1966,8 \text{ kg NO}_3^- \text{ qoladi.}$$

Boshqa komponentlar miqdori o'zgarmaydi.

Olingan eritma 60°C haroratda izotermik bug'latiladi. Bunda bug'langan suv miqdori:

$$65500 \cdot 18,016 \cdot 2,25 \cdot 10^{-3} = 2655,1 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Cho'kadigan NH_4Cl miqdori: $65500 \cdot 53,497 \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 529,1 \text{ kg}$ bo'lib, bunda 178,4 kg NH_4^+ va 350,7 kg Cl^- bo'ladi.

Eritmadagi «d» nuqtada:

$$548,1 \text{ kg K}^+ \text{ va } 750,3 - 178,4 = 571,9 \text{ kg NH}_4^+,$$

$$847,7 - 350,7 = 497,0 \text{ kg Cl}^-,$$

$$1966,8 \text{ kg NO}_3^- \text{ va } 4059,4 - 2655,1 = 1404,3 \text{ kg suv qoladi.}$$

Bunda eritmaga boshlang'ich eritmani hosil qilish uchun quyidagi moddalarni qo'shish kerak bo'ladi:

a) NH_4NO_3 eritmasida: $750,3 - 571,9 = 178,4$ kg NH_4^+ , $2580,1 - 1966,8 = 613,3$ kg NO_3^- bo'lishini nazarda tutgan holda, jami $178,4 + 613,3 = 791,7$ kg NH_4NO_3 beriladi.

Sistemaga NH_4NO_3 ning 64% li eritmasi berilishini hisobga olinsa, $791,7$ kg NH_4NO_3 bilan:

$$\frac{791,7 \cdot 36}{64} = 445,3 \text{ kg suv beriladi.}$$

b) KCl eritmasida: $934,8 - 548,1 = 386,7$ kg K^+ va $847,7 - 497,0 = 350,7$ kg Cl^- bo'lishini nazarda tutgan holda, jami $386,7 + 350,7 = 737,4$ kg KCl beriladi.

Sistemaga NH_4NO_3 va KCl bilan tushadigan suv miqdori: $4059,4 - 1404,3 = 2655,1$ kg, bundan $445,3$ kg NH_4NO_3 eritmasida bo'lsa, qolgan $2655,1 - 445,3 = 2209,8$ kg suv KCl eritmasida bo'ladi.

Demak, beriladigan KCl eritmasining konsentratsiyasi:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{2209,8 + 737,4} = 25,02\% \text{ li bo'ladi.}$$

KNO_3 olish bosqichlari bo'yicha moddiy balans

8.1-jadval

Kirish		Sarf	
komponentlar	massasi, kg	komponentlar	massasi, kg
1	2	3	4
Harorat 100°C dan 20°C gacha pachayganda va filtrlashda			
Eritma:		Qoldiq eritma:	
K^+	934,8	K^+	548,1
NH_4^+	750,3	NH_4^+	750,3
Cl^-	847,7	Cl^-	847,7
NO_3^-	2580,1	NO_3^-	1966,8
H_2O	4059,4	H_2O	4059,4
Jami:	9172,3	Jami:	8172,3
		Kaliyli selitra tarkibi:	
		K^+	386,7
		NO_3^-	613,3
		Jami:	1000,0
		Hammasi:	9172,3

1	2	3	4
Qoldiq eritmani 20°C dan 60°C haroratgacha qizdirish, bug'latish va filtrlash			
Qoldiq eritma:		Filtrat:	
K ⁺	548,1	K ⁺	548,1
NH ₄ ⁺	750,3	NH ₄ ⁺	571,9
Cl ⁻	847,7	Cl ⁻	497,0
NO ₃ ⁻	1966,8	NO ₃ ⁻	1966,8
H ₂ O	4059,4	H ₂ O	1404,3
Jami:	8172,3	Jami filtrat:	4988,1
		Ammoniy xlorid tarkibi:	
		NH ₄ ⁺	178,4
		Cl ⁻	350,7
		Jami:	529,1
		Bug':	2655,1
		Hammasi:	8172,3
Filtratni 100°C haroratgacha qizdirish, ammiakli selitra va kaliy xlorid bilan aralashtirish			
Filtrat:		Sovutishga beriladigan eritma:	
K ⁺	548,1	K ⁺	934,8
NH ₄ ⁺	571,9	NH ₄ ⁺	750,3
Cl ⁻	497,0	Cl ⁻	847,7
NO ₃ ⁻	1966,8	NO ₃ ⁻	2580,1
H ₂ O	1404,3	H ₂ O	4059,4
Jami filtrat:	4988,1	Jami:	9172,3
Ammiakli selitra eritmasi:			
NH ₄ ⁺	178,4		
NO ₃ ⁻	613,3		
Jami NH₄NO₃	791,7		
H ₂ O	445,3		
Jami NH₄NO₃ eritmasi:	1237,0		
Kaliy xlorid eritmasi:			
K ⁺	386,7		
Cl ⁻	350,7		
Jami KCl:	737,4		
H ₂ O	2209,8		
Jami KCl eritmasi:	2947,2		
Hammasi:	9172,3		

Birinchi sxema energetik hisobi

Energetik hisoblarda quyidagi shartlarga amal qilinadi:

1. Kristallanish issiqliklari hisobga olinmaydi.
2. Eritma issiqlik sig'imi suvning eritmadagi miqdori issiqlik sig'imiga teng deb olinadi.
3. Eritmani 100°C dan 20°C haroratgacha sovutishda deyarli energiya talab etilmaydi. Chunki issiqlikni tashqi muhitga berish yoki suv bilan sovutish orqali amalga oshirish mumkin. Bunga juda oz energiya sarf bo'ladi.

Bunday cheklanishlarni nazarda tutgan holda birinchi sxemada energiya sarfini quyidagicha aniqlaymiz:

Qizdirishga beriladigan qoldiq eritmada 4059,4 kg suv bo'ladi (moddiy balansga qarang). Uning issiqligi:

$$4059,4 \cdot 4,19 \cdot 20 = 340000 \text{ kJ}$$

Filtratda 60°C haroratda 1404,3 kg suv bor va issiqligi:

$$1404,3 \cdot 4,19 \cdot 60 = 353000 \text{ kJ}$$

60°C haroratda 2655,1 kg bug' bilan:

$$2655,1 \cdot 2609 = 6930000 \text{ kJ issiqlik chiqib ketadi.}$$

Filtrat 100°C haroratgacha qizdiriladi. Unda issiqlik miqdori:

$$1404,3 \cdot 4,19 \cdot 100 = 588000 \text{ kJ}$$

Filtratni 60°C dan 100°C gacha qizdirilganda issiqlik sarfi:

$$588000 - 353000 = 235000 \text{ kJ bo'ladi.}$$

Kaliy xlorid eritmasi bilan 20°C da kirgan issiqlik:

$$2209,8 \cdot 4,19 \cdot 20 = 185000 \text{ kJ}$$

Kaliy xlorid eritmasining 100°C dagi issiqligi:

$$2209,8 \cdot 4,19 \cdot 100 = 926000 \text{ kJ}$$

Eritmani qizdirish uchun issiqlik sarfi:

$$926000 - 185000 = 741000 \text{ kJ}$$

Birinchi sxema bo'yicha 1000 kg KNO₃ olish uchun zarur bo'lgan foydali issiqlik:

$$6943000 + 235000 + 741000 = 7919000 \text{ kJ}$$

Isitish uchun foydali ish koeffitsiyenti (FIK) ni 0,3 deb qabul qilsak, sarflangan issiqlik 26400000 kJ ga yaqin bo'ladi.

Ikkinchi sxema moddiy hisobi

Birinchi sxema moddiy hisobida «a» nuqtadan KNO_3 cho'qqisini bog'lovchi chiziq $0^\circ C$ izotermani «c» nuqtada kesib o'tgan edi. «c» nuqtada eritma tarkibini aniqlaymiz. «c» nuqtani izoterma $0^\circ C$ ga o'tkazamiz (8.2-rasm) va bu eritmadagi suv miqdorini topamiz:

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{"a"} \quad \text{nuqta} \\
 K^+ \quad 0,365 \\
 NH_4^+ \quad 0,635 \\
 Cl^- \quad 0,365 \\
 NO_3^- \quad 0,635 \\
 H_2O \quad X
 \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l}
 \text{jarayonda} \\
 \text{cho'kadi} \\
 Y \quad KNO_3
 \end{array} \right\} + Z \left\{ \begin{array}{l}
 \text{"c"} \quad \text{nuqta} \\
 K^+ \quad 0,190 \\
 NH_4^+ \quad 0,810 \\
 Cl^- \quad 0,466 \\
 NO_3^- \quad 0,534 \\
 H_2O \quad 4,40
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

«Z» ni Cl^- bo'yicha aniqlaymiz:

$$0,365 = Z \cdot 0,466, \quad Z = \frac{0,365}{0,466} = 0,783$$

«Y» ni K^+ bo'yicha aniqlaymiz:

$$0,365 = Y + Z \cdot 0,190 = Y + 0,783 \cdot 0,190, \quad Y = 0,365 - 0,149 = 0,216$$

Suv uchun:

$$X = Z \cdot 4,40 - 0,783 \cdot 4,40 = 3,44 \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

«c» nuqta $60^\circ C$ da NH_4Cl kristallanish maydonida yotadi. «c» nuqtani NH_4Cl cho'qqisiga tomon chiziq bilan bog'laymiz va $NH_4NO_3 - KCl$ diagonali bilan kesishguncha, ya'ni «g» nuqtagacha davom ettiramiz.

«cg» chizig'i bo'yicha suv bug'langanda cho'kmaga NH_4Cl tushadi va $60^\circ C$ izotermada «g» nuqtada aniqlanuvchi tarkibdagi eritma qoladi:

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l}
 \text{"c"} \quad \text{nuqta} \\
 K^+ \quad 0,190 \\
 NH_4^+ \quad 0,810 \\
 Cl^- \quad 0,466 \\
 NO_3^- \quad 0,534 \\
 H_2O \quad 4,40
 \end{array} \right\} \cdot 0,783 = \left. \begin{array}{l}
 \text{bug'lanadi} \\
 \text{va cho'kadi} \\
 \omega \quad H_2O + \nu \quad NH_4Cl
 \end{array} \right\} + \left. \begin{array}{l}
 \text{"g"} \quad \text{nuqta} \\
 K^+ \quad 0,262 \\
 NH_4^+ \quad 0,738 \\
 Cl^- \quad 0,262 \\
 NO_3^- \quad 0,738 \\
 H_2O \quad 1,45
 \end{array} \right\} \cdot \text{"u"}
 \end{array}$$

«u» ni NO_3^- bo'yicha aniqlaymiz:

$$0,534 \cdot 0,783 = u \cdot 0,738, \quad u = \frac{0,534 \cdot 0,783}{0,738} = 0,567$$

v ni Cl^- bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,466 \cdot 0,783 = \nu + u \cdot 0,262 = \nu + 0,567 \cdot 0,262, \quad \nu = 0,365 - 0,149 = 0,216$$

Bug'langan suv miqdori:

$$4,40 \cdot 0,783 = w + u \cdot 1,45 = w + 0,567 \cdot 1,45, \quad w = 3,44 - 0,82 = 2,62$$

«g» nuqtadagi filtrat 100°C gacha qizdiriladi. Bunda tuzlar cho'kmaydi, chunki unda suv miqdori (1,45 mol) to'yingan eritmada (0,75 mol) dan ko'proq bo'ladi (8.6-rasm, 100°C dagi izoterma).

Sistema «a» nuqtaga qaytguncha qizdirilgan eritmaga NH_4Cl va KCl eritmasi qo'shamiz:

$$\left. \begin{array}{l} \text{"g"} \quad \text{nuqta} \\ K^+ \quad 0,262 \\ NH_4^+ \quad 0,738 \\ Cl^- \quad 0,262 \\ NO_3^- \quad 0,738 \\ H_2O \quad 1,45 \end{array} \right\} 0,567 + \left. \begin{array}{l} \text{qo'shiladi} \\ n H_2O + s NH_4NO_3 + g KCl \end{array} \right\} = \left. \begin{array}{l} \text{"a"} \quad \text{nuqta} \\ K^+ \quad 0,365 \\ NH_4^+ \quad 0,635 \\ Cl^- \quad 0,365 \\ NO_3^- \quad 0,635 \\ H_2O \quad 3,44 \end{array} \right\}$$

Qo'shilgan ammoniy nitrat miqdorini aniqlash uchun S ni NO_3^- bo'yicha hisoblaymiz:

$$0,738 \cdot 0,567 + S = 0,635; \quad S = 0,635 - 0,738 \cdot 0,567 = 0,635 - 0,419 = 0,216$$

Shunga o'xshash KCl uchun g ni K^+ bo'yicha aniqlaymiz:

$$0,262 \cdot 0,567 + g = 0,365; \quad g = 0,365 - 0,262 \cdot 0,567 = 0,365 - 0,146 = 0,216$$

Suv uchun:

$$1,45 \cdot 0,567 + n = 3,44; \quad n = 3,445 - 1,45 \cdot 0,567 = 3,44 - 0,82 = 2,62$$

NH_4NO_3 va KCl o'rtasida suvning taqsimlanishi quyida hisoblangan.

Olingan natijalarni 1000 kg KNO_3 olish hisobida kilogrammlarda qayta hisoblaymiz.

«a» nuqtadagi eritmada 0,216 mol KNO_3 hosil bo'ladi, ya'ni 1000 kg KNO_3 olish uchun:

$$\frac{1000 \cdot 1000}{0,216 \cdot 101,108} = 45790 \text{ kg/s yuklama berish kerak, bu massa}$$

bo'yicha «a» nuqtadagi eritmaga tengdir.

Bunday massadagi eritmada bo'ladigan ionlar massasi:

$$45790 \cdot 39,100 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 653,5 \text{ kg } K^+$$

$$45790 \cdot 18,040 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 524,5 \text{ kg } NH_4^+$$

$$45790 \cdot 35,457 \cdot 0,365 \cdot 10^{-3} = 592,6 \text{ kg } Cl^-$$

$$45790 \cdot 62,008 \cdot 0,635 \cdot 10^{-3} = 1803,0 \text{ kg } NO_3^-$$

$$45790 \cdot 18,016 \cdot 3,44 \cdot 10^{-3} = 2837,8 \text{ kg H}_2\text{O}$$

Jami: 6411,4 kg

Cho'kmaga tushadi:

$$45790 \cdot 101,108 \cdot 0,216 \cdot 10^{-3} = 1000 \text{ kg KNO}_3,$$

bunda, $386,7 \text{ kg K}^+$ va $613,3 \text{ kg NO}_3^-$ bor. Qoldiq eritmada $653,5 - 386,7 = 268,8 \text{ kg K}^+$ va $1803,0 - 613,3 = 1189,7 \text{ kg NO}_3^-$ qoladi. Boshqa komponentlar miqdori o'zgarmaydi.

Qoldiq eritma 60°C da bug'latiladi. Bunda bug'langan suv miqdori:

$$45790 \cdot 18,016 \cdot 2,62 \cdot 10^{-3} = 2161,4 \text{ kg.}$$

Cho'kmaga tushadi:

$$45790 \cdot 53,497 \cdot 0,216 \cdot 10^{-3} = 529,1 \text{ kg NH}_4\text{Cl,}$$

uning tarkibida: $178,4 \text{ kg NH}_4^+$ va $350,7 \text{ kg Cl}^-$ bor.

«g» nuqtada qoladi:

$$268,8 \text{ kg K}^+,$$

$$524,5 - 178,4 = 346,1 \text{ kg NH}_4^+,$$

$$592,6 - 350,7 = 241,9 \text{ kg Cl}^-,$$

$$1189,7 \text{ kg NO}_3^-,$$

$$2837,8 - 2161,4 = 676,4 \text{ kg suv.}$$

NH_4NO_3 eritmasi bilan berilishi kerak:

$$524,5 - 346,1 = 178,4 \text{ kg NH}_4^+,$$

$$1803 - 1189,7 = 613,3 \text{ kg NO}_3^-,$$

$$\text{Jami: } 791,7 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3.$$

Ammiakli selitra bilan $445,3 \text{ kg}$ suv kiradi.

KCl eritmasida esa:

$$653,5 - 266,8 = 386,7 \text{ kg K}^+, 592,6 - 241,9 = 350,7 \text{ kg Cl}^- \text{ bor,}$$

$$\text{Jami: } 737,4 \text{ kg KCl.}$$

NH_4NO_3 va KCl bilan kiradigan jami suv miqdori:

$$2837,8 - 676,4 = 2161,4 \text{ kg ni tashkil etadi.}$$

Bundan $445,3 \text{ kg}$ suv NH_4NO_3 bilan, qolgan: $2161,4 - 445,3 = 1716,1 \text{ kg}$ suv esa KCl bilan beriladi. Eritmadagi KCl konsentratsiyasi:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{737,4 + 1716,1} = 30,06\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Demak, KCl to'yingan eritmasining 20°C haroratdagi konsentratsiyasi $25,5\%$ bo'lganligi sababli eritmani 100°C gacha qizdirish va shu haroratda bug'latish kerak.

Tarkibida 737,4 kg KCl bo'lgan 25,5% eritma miqdori:

$$\frac{737,4 \cdot 100}{25,5} = 2891,8 \text{ kg}$$

Eritmada: 2891,8 – 737,4 = 2154,4 kg suv bo'ladi. Bunda 2154,4 – 1716,1 = 438,3 kg suvni bug'latish kerak.

Ikkinchi sxemada KNO₃ olishning bosqichlar bo'yicha moddiy balansi

8.2-jadval

Kirish		Chiqish	
komponentlar	kg	komponentlar	kg
1	2	3	4
100°C dan 20°C gacha sovutish va filtrlash			
Eritma:		Qoldiq eritma:	
K ⁺	653,5	K ⁺	266,8
NH ₄ ⁺	524,5	NH ₄ ⁺	524,5
Cl ⁻	592,6	Cl ⁻	592,6
NO ₃ ⁻	1803,0	NO ₃ ⁻	1189,7
H ₂ O	2837,8	H ₂ O	2837,8
Jami eritma:	6411,4	Jami qoldiq eritma:	5411,4
		Kaliyli selitra tarkibi:	
		K ⁺	386,7
		NO ₃ ⁻	613,3
		Jami KNO₃:	1000,0
		Hammasi:	6411,4
Qoldiq eritmani 0°C dan 60°C gacha qizdirish, 60°C da bug'latish va filtrlash			
Qoldiq eritma:		Filtrat:	
K ⁺	266,8	K ⁺	266,8
NH ₄ ⁺	524,5	NH ₄ ⁺	346,1
Cl ⁻	592,6	Cl ⁻	241,9
NO ₃ ⁻	1189,7	NO ₃ ⁻	1189,7
H ₂ O	2837,8	H ₂ O	676,4
Jami qoldiq eritma:	5411,4	Jami filtrat:	2720,9
1	2	3	4
		Ammoniy xlorid tarkibi:	
		NH ₄ ⁺	178,4
		Cl ⁻	350,7

		Jami NH₄Cl	529,1
		Bug'	2161,4
		Hammasi	5411,4
Filtratni 100°C gacha qizdirish va KCl eritmasini bug'latish; filtratni NH₄NO₃ va KCl eritmalari bilan aralashtirish			
Filtrat:		Sovutishga berilayotgan eritma	
K ⁺	266,8	K ⁺	653,5
NH ₄ ⁺	346,1	NH ₄ ⁺	524,5
Cl ⁻	241,9	Cl ⁻	592,6
NO ₃ ⁻	1189,7	NO ₃ ⁻	1803,0
H ₂ O	676,4	H ₂ O	2837,8
Jami filtrat:	2720,9	Jami	6411,4
Ammiakli selitra eritmasi:		Bug'	438,7
NH ₄ ⁺	178,4	Hammasi	6849,7
NO ₃ ⁻	613,3		
Jami NH₄NO₃	791,7		
H ₂ O	445,3		
Jami NH₄NO₃ eritmasi	1237,0		
Kaliy xlorid eritmasi:			
K ⁺	386,7		
Cl ⁻	350,7		
Jami KCl	737,4		
H ₂ O	2154,4		
Jami KCl eritmasi	2891,8		
Hammasi	6849,7		

Ikkinchi sxemaning energetik hisobi

Yuqorida ta'kidlanganidek, eritmani 100°C dan 20°C gacha sovutish energiya sarfini talab qilmaydi. Eritmani 20°C dan 0°C gacha pasaytirishda undan $2837,8 \cdot 4,19 \cdot 20 = 238000$ kJ issiqlikni ajratib olish kerak.

Sovutish mashinasi foydali ish koeffitsiyenti (FIK) ni 0,15 deb qabul qilamiz, ya'ni sovutish uchun:

$$\frac{238000}{0,15} = 1587000 \text{ kj sarflanadi.}$$

Qoldiq eritmani 0°C dan 20°C gacha isitish issiqlik sarflanmasdan sodir bo'ladi deb qabul qilamiz. Qoldiq eritma bilan 238000 kj issiqlik kiradi. 60°C haroratdagi filtratda 676,4 kg suv bo'ladi, uning issiqligi:

$$676,4 \cdot 4,19 \cdot 60 = 170000 \text{ kj ga teng.}$$

2161,4 kg bug' bilan chiqib ketadigan issiqlik:

$$2161,4 \cdot 2609 = 5640000 \text{ kj ni tashkil etadi.}$$

20°C dan 60°C gacha qizdirish va bug'latish uchun:

$$5640000 + 170000 - 238000 = 5572000 \text{ kj issiqlik zarur bo'ladi.}$$

Filtrat 100°C gacha qiziydi. Undagi issiqlik:

$$676,4 \cdot 4,19 \cdot 100 = 283000 \text{ kj ni tashkil qiladi.}$$

Sistemaga kiritish zarur bo'lgan issiqlik:

$$283000 - 170000 = 113000 \text{ kj ga teng.}$$

Kaliy xlorid eritmasi bilan 20°C da kiradigan issiqlik esa:

$$2154 \cdot 4,19 \cdot 20 = 181000 \text{ kj ga teng.}$$

100°C haroratda bug'latilgan kaliy xlorid bilan:

$$1716,1 \cdot 4,19 \cdot 100 = 719000 \text{ kj issiqlik chiqib ketadi.}$$

100°C haroratdagi 438,3 kg suv bug'i bilan:

$$438,3 \cdot 2676 = 1173000 \text{ kj issiqlik chiqib ketadi.}$$

KCl eritmasini qizdirish va bug'latish uchun:

$$1173000 + 719000 - 181000 = 1711000 \text{ kj issiqlik kiritiladi.}$$

Ikkinchi sxema bo'yicha zarur bo'lgan jami foydali issiqlik:

$$5572000 + 113000 + 1711000 = 7396000 \text{ kj ni tashkil qiladi.}$$

Qizdiruvchi qurilmaning FIK 0,3 bo'lsa, qizdirish uchun 24653000 kj energiya sarf bo'ladi.

Sovutish va qizdirish uchun sarflanadigan umumiy issiqlik miqdori:

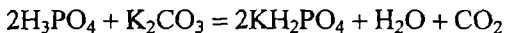
$$24653000 = 1587000 = 26240000 \text{ kj ga teng bo'ladi.}$$

Birinchi va ikkinchi sxemalarni solishtirsak, ikkinchi sxemadagi energiya sarfi: $26400000 - 26240000 = 160000$ kj, ya'ni 0,6% ga kam sarf bo'lishini ko'rish mumkin.

Boshqacha so'z bilan aytganda, energiya sarfi foydalanilayotgan sxemaga deyarli bog'liq emas. Shu sababli birinchi sxemaning afzalligi shundaki, unda KCl ni oldindan bug'latish va sovutish sistemasini tashkil qilish zarur emas.

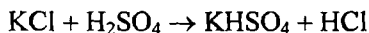
Kaliy orto- va metafosfatlar. Kaliy orto- va metafosfatlar yuqori konsentratsiyali fosfor-kaliyli o'g'itlar hisoblanadi. Mono-, di- va

trikaliyfosfatlar – fosfat kislotaning kaliy gidroksid yoki karbonat bilan neytrallanishi natijasida olinadi, masalan:



Kaliy ishqorining qimmatligi va kamyobligi sababli bu usul mineral o'g'itlar sanoatida qo'llanilmaydi.

Kaliy xlorid, sulfat kislotasi va fosforit asosida ham monokaliyfosfat olinishi mumkin. Shunday usullardan birida kaliy xlorid 200°C haroratda ortiqcha miqdordagi konsentrlangan sulfat kislotasi bilan aralashiriladi – bunda HCl yo'qotiladi va kaliy gidrosulfatning sulfat kislotadagi suspensiyasi olinadi; unda 70°C haroratda fosforitga ishlov beriladi:



Gips ajratiladi va suv bilan yuviladi, eritma esa 50–60% KH₂PO₄ gacha bug'latiladi va unga metanol qo'shib, KH₂PO₄ kristallantiriladi. Qolgan eritmada metanolni uchirish va tarkibida ~54% P₂O₅ bo'lgan fosfat kislotasi 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% K₂O; 46% P₂O₅; 0,6% Al; 0,6% Fe; 1,5% F; 3% SO₄²⁻ bo'ladi.

KH₂PO₄ ni 320°C da degidratatsiyalash natijasida, tarkibida 57–58% P₂O₅ va ~38% K₂O bo'lgan kaliy metafosfat (KHPO₃)_n olinadi [nazariy jihatdan (KHPO₃)_n tarkibida 50,13% P₂O₅ va 39,87% K₂O bo'ladi]. Qizdirilgan massani sekin sovutish natijasida suvda erimaydigan shishasimon suyuqlanma olinadi; tez sovutish natijasida esa hosil qilingan mahsulot tarkibidagi bir qism P₂O₅ suvda eruvchan, qolgan qismi esa sitratli eritmada eruvchan bo'ladi. Kaliy metafosfatning suvda eruvchanligi uning fizik holati (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-yer metallari xloridlari yoki sulfatlari, Fe₂O₃) ishtirokida amalga oshirilsa, tarkibida barcha fosfor suvda eruvchan shaklda bo'lgan mahsulot olinishi mumkin. Kaliy metafosfat yuqori samarador, amalda gigroskopik bo'lmagan va bir-biriga yopishib qolmaydigan o'qit hisoblanadi; u urug'lar uchun zaharli emas, uning eritmalarini ammoniyashtirilishi natijasida kaliy va ammoniy fosfatlarining aralashmasi olinishi mumkin.

Kaliy metafosfat kaliy xloridni fosfat kislota ($\sim 900^{\circ}\text{C}$) yoki fosfor(V)-oksid ($1000\text{--}1050^{\circ}\text{C}$) bilan yuqori haroratli parchalash orqali olinishi mumkin; bu jarayonlar yuqori energiya sig'imli va korroziyabardosh jihozlar qo'llanilishi bilan bog'liqdir. $60\text{--}70^{\circ}\text{C}$ haroratda kaliy xloridni tarkibida 23% P_2O_5 bo'lgan termik yoki ekstraksiyon fosfat kislotada parchalash orqali nisbatan arzon usulda kaliy metafosfat ishlab chiqarilishi ham mumkin. Hosil qilingan suspenziya ($\sim 56\% \text{H}_2\text{O}$) quritiladi, so'ngra esa $350\text{--}370^{\circ}\text{C}$ da qizdiriladi. Sovutilishi natijasida tarkibida 54% P_2O_5 (sitratli eritmada eruvchan shakldagi), 35–39% K_2O va 0,3% xlor bo'lgan mahsulot olinadi. Gazli fazaga chiqadigan vodorod xloridni tutib qolinishi natijasida 16–18% li xlorid kislota hosil qilinadi, uning ishlatilish sohaslarini topish muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Yanada yuqoriroq konsentratsiyali xlorid kislota kaliy xloridni bug'latilgan ($\sim 50\% \text{P}_2\text{O}_5$) ekstraksiyon fosfat kislotada ikki bosqichli parchalash orqali olinadi. Birinchi bosqichda $\sim 300^{\circ}\text{C}$ va ikkinchi bosqichda 700°C haroratda suyuqlanma olinadi, uni sovutish natijasida tarkibida 57% P_2O_5 , 35% K_2O bo'lgan mahsulot olinadi.

2- §. Ammoniy fosfatlar ishlab chiqarish

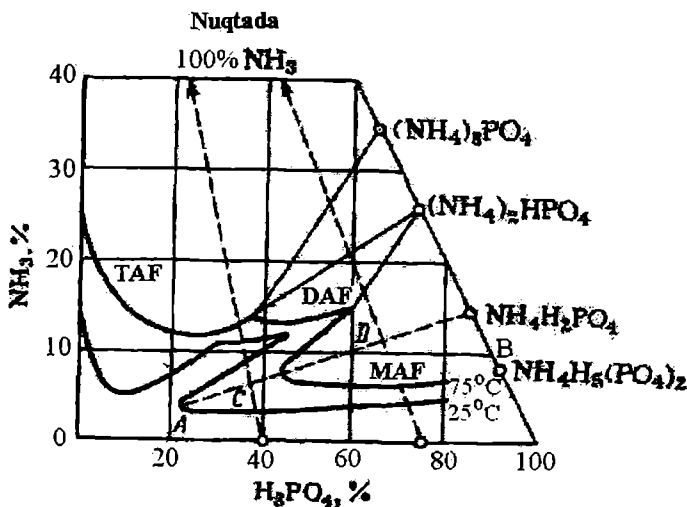
Ammoniy fosfatlarning xossalari. Ammoniy fosfatlari, odatda, fosfat kislota tuzlari – ammoniy digidrofosfat yoki monoammoniyfosfat [MAF] $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, ammoniy gidrofosfat yoki diammoniyfosfat [DAF] $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, va ammoniy fosfat yoki triammoniyfosfat $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ nomlari bilan yuritiladi. Eng barqaror birikma monoammoniyfosfat hisoblanadi, uni $100\text{--}110^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilganda amalda ammiakning ajralishi kuzatilmaydi. Diammoniyfosfat 70°C haroratdayoq ammiak yo'qota boshlaydi va monoammoniyfosfatga aylanadi:



triammoniyfosfat esa havoda $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ da parchalanadi, shuning uchun uni sanoatda ishlab chiqarilmaydi.

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 ga, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ustidagi esa – 85,7 kPa ga tengdir. 125°C da bu tuzlar ustidagi NH_3 ning bosimi muvofiq holda 0,008, 4,5 va 157 kPa gacha ortadi. $190,5^{\circ}\text{C}$ da monoammoniyfosfat ozgina miqdordagi NH_3 yo'qotib suyuqlanadi. Bu haroratda uning degidratlanishi sekinlik bilan sodir bo'lib, ammoniy polifosfatlariga aylanadi va bu jarayon haroratning ortishi bilan tezlashadi.

20°C dagi to'yingan suvli eritmada: 27,2% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ yoki 40,8% $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ bo'ladi; qaynash harorati (109,4°C) da esa 71,8% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ bo'ladi. $\text{NH}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemadagi eruvchanlik 8.8-rasmda tasvirlangan.

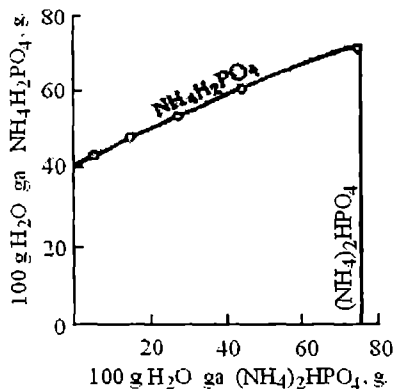


8.8-rasm. 25 va 75°C haroratdagi $\text{NH}_3 - \text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemadagi eruvchanlik izotermasi.

25°C dagi $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasida eruvchanlik diagrammasi (8.9-rasm) dan ko'rinadiki, monoammoniyfosfat konsentratsiyasining ortishi bilan diammoniyfosfatning eruvchanligi amalda o'zgarmaydi; diammoniyfosfat konsentratsiyasining ko'tarilishi bilan esa monoammoniyfosfatning eruvchanligi ortadi; u $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbati ~1,5 ga teng bo'lganda maksimumga erishadi.

0,1 M eritmaning pH qiymati: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ uchun - 4,4, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ uchun - 8,0 va $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ uchun esa - 9,4 ga tengdir.

Mono- va diammoniyfosfatlarning gigroskopikligi kamdir. 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).



8.9-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.

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 monoammoniyfosfat ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

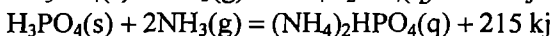
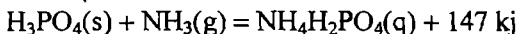
Davlat standartlari (DAST 18918–85) talablariga muvofiq, donadorlangan ammofos ikki xil markada: A – apatit konsentratidan va B – fosforitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani ammiak bilan neytrallashtirish natijasida ishlab chiqariladi. A markali oliy va 1-sifat kategoriyali va B markali oliy va 1-sifat kategoriyali mahsulotlar tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va $50 \pm 1\%$ dan kam bo'lmagan, 44 va $42 \pm 1\%$ dan kam bo'lmagan $\text{P}_2\text{O}_{50\text{-}21}$; 48, 46, 34 va 32% $\text{P}_2\text{O}_{55\text{-}e}$; 12 ± 1 , 12 ± 1 , 11 ± 1 va $10 \pm 1\%$ N va 1% dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. O'lchamlari 1–4 mm bo'lgan donachalarning ulushi oliy navda 95% dan va birinchi navda 90% dan kam bo'lmashligi kerak. Ammofosdagi N: P_2O_5 nisbati ~1:4 ga tengdir.

Tarkibida diammoniyfosfat va fosfat kislotadan o'tadigan qo'shimchalari bo'lgan azot bo'yicha nisbatan konsentrlangan o'g'it –

diammofos ham ishlab chiqariladi. Agar diammofos ishlab chiqarish uchun apatit konsentratidan olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatilsa, bunda mahsulot tarkibida: $48 \pm 1\%$ P_2O_5 o'z. l., 18% dan kam bo'lmagan N va $1,5\%$ dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. N: P_2O_5 nisbati katta bo'lgan o'g'it ishlab chiqarish uchun ammofos va diammofosga azotli o'g'itlar – ammoniy nitrat yoki karbamid qo'shiladi.

Termik yoki tozalangan ekstraksiyon fosfat kislotadan olinadigan diammoniyfosfat hayvonlar ozuqasi uchun ishlatiladi. Ammoniy fosfatlari, shuningdek, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida ham ishlatiladi; ular antipirenlari sifatida va qurilish materiallarining yong'inga bardoshlilikini oshirish uchun ishlatiladi.

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:

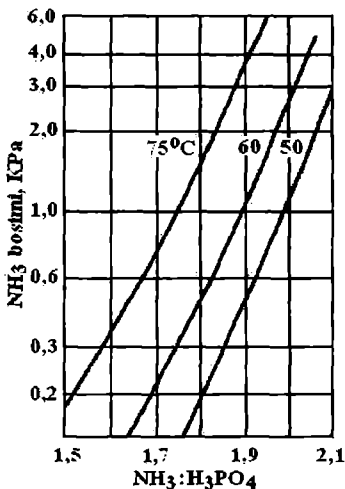


8.8-rasmdan ko'rinadiki, jarayonni *AB* chiziq bo'yicha amalga oshirish natijasida eng ko'p miqdordagi monoammoniyfosfat olishga erishiladi. Tarkibida 40% H_3PO_4 ($\sim 29\%$ P_2O_5) bo'lgan ekstraksiyon fosfat kislotani neytrallashda hattoki $25^\circ C$ haroratda ham kristallarning unumi unchalik ko'p bo'lmaydi (*C* 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 $75^\circ C$ dan yuqori haroratda ham eng ko'p bo'ladi. Bunga reaksiyaning issiqligi hisobiga bir qism suvning bug'lanishi ham yordam beradi.

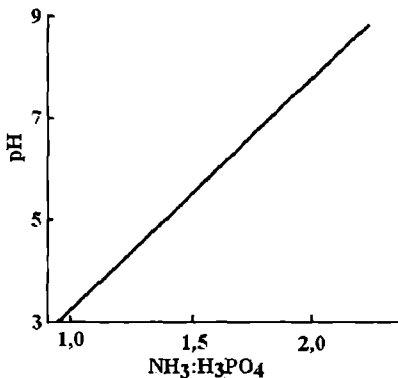
Ammofos ishlab chiqarishda qo'shimchalar bilan ifloslangan ekstraksiyon fosfat kislotasi ishlatilganligi uchun, uning ammiak bilan $pH \geq 3$ gacha neytrallanish jarayonida $RPO_4 \cdot 2H_2O$ turidagi temir va aluminining o'rta fosfatlari va temiraluminiyammofosfatlari – $NH_4(Fe, Al)(HPO_4)_2 \cdot 0,5H_2O$, dikalsiyfosfat $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, gips, floridli va ftorsilikatli tuzlar, magniyammofosfat $NH_4MgPO_4 \cdot H_2O$ ajralib chiqadi, suyuq fazada esa ammoniy sulfat paydo bo'ladi.

Fosfat kislotani ammoniyashtirishda, 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, qovushqoqligi (oquvchanligi) va boshqalar kabi muntazam o‘zgarib turadi.



8.10-rasm. Ammoniy fosfatlar to‘yingan suvli eritmaları ustidagi ammiak bosimining $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bog‘liqligi.



8.11-rasm. 65–75°C haroratdagi ammoniy fosfatlar to‘yingan eritmaları pH qiymatining $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bog‘liqligi.

To‘yingan suvli eritma ustidagi ammiakning muvozanatli bosimi $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbatiga bog‘liqdir (8.10-rasm). Unga esa vodorod

ko'rsatkich – pH qiymati bog'liq (8.11-rasm), pH qiymati orqali jarayonni boshqarib turiladi. 25°C da $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbati 1,45 ga yaqin bo'lgan to'yingan eritma maksimal zichlik va qovushqoqlikka ega bo'ladi. Suspenziya tarkibining o'zgarishi ularning suyuq fazalarining qaynash haroratiga katta ta'sir ko'rsatadi, buni konsentrlash va suvsizlantirishning optimal tartib (rejim) larini tanlashda e'tiborga olish lozimdir.

Monoammoniyfosfat va diammoniyfosfat ishlab chiqarish.

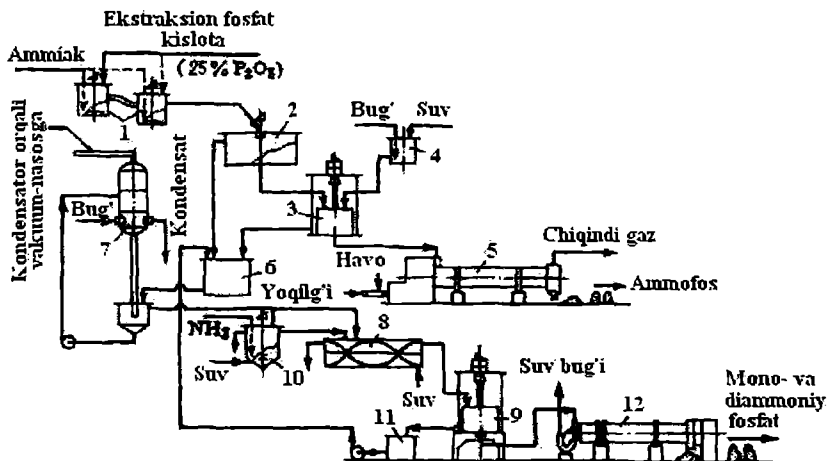
Termik fosfat kislotadan olinadigan ammoniy fosfatlari yuqori tozalikka ega va asosan, oziq-ovqat, farmatsevtika sanoatlarida va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Termik kislotada 77% dan ortiq H_3PO_4 bo'lmaydi. Boshlang'ich kislotaga kristallantirish bosqichida qoladigan eritma aralastiriladi va uni $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ molyar nisbati ~1 ga teng bo'lguncha neytrallanadi, hosil bo'lgan monoammoniyfosfat suspenziyasi qo'shimcha kristallanishi uchun sovutiladi; so'ngra kristallar filtrlanadi, quritiladi, eritma esa reaktorga qaytariladi.

Kristalli diammoniyfosfat olish ikki bosqichda o'tkaziladi, chunki barcha ammiakni birdaniga berilishi hisobiga massa kuchli darajada qiziydi va juda quyuk suspenziya hosil bo'ladi, bu esa ammiakning yo'qotilishiga olib keladi. Termik kislotada (47–48% P_2O_5) $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 \approx 0,7$ nisbatgacha neytrallanadi, suspenziya kristallanish siklidan qaytgan eritma bilan aralastiriladi va vakuum kristallizatorga yuboriladi, u yerda yetarli darajagacha ammoniylanadi. Sovutilgan suspenziya quyultiriladi, sentrifugada diammoniyfosfat kristallari ajratiladi va to'g'ri oqimli barabanli quritgichda quritiladi.

Jarayonni bitta bosqichda ham amalga oshirilishi mumkin. Bunda 75–85% li termik fosfat kislotada va ammiak gazi ichida kristallanish siklidan qaytarilgan eritma bo'lgan saturatorga muntazam berib turiladi. Reaktsion massa orqali havo purkalishi natijasida suvning bug'lanishi hisobiga haroratni 60–70°C da ushlab turiladi. Saturatorda hosil bo'ladigan diammoniy kristallari sentrifugaga suspenziya tarzida chiqariladi, unda ajratiladigan eritma saturatorga qaytariladi. Bu jarayonning va saturatorning sxemasi xuddi ammoniy sulfat olishdagi kabi bo'ladi.

Ekstraksiyon fosfat kislotani neytrallashda cho'kmaga ajraladigan qo'shimchalar tayyor mahsulot tarkibida qoladi, uni ifloslantiradi va asosiy komponentlar miqdorini kamaytiradi. Ekstraksiyon fosfat kislotadan nisbatan toza mahsulot olish uchun neytrallanish jarayonini ikki bosqichda o'tkazish mumkin. Birinchi bosqichda bug'latilmagan kislotada pH = 4÷4,5 gacha neytrallanadi, bunda qo'shimchalarning ko'p qismi cho'kmaga

ajraladi, so'ngra ularni asosiy eritmadan ajratiladi. Filtrlangan cho'kma 5–6% namlikkacha quritiladi va u antipiren sifatida ishlatilishi mumkin. Cho'kma tarkibida 5% NH_3 va 30–35% o'zlashadigan shakldagi P_2O_5 bo'ladi. Agar ekstraksiyon fosfat kislotada magniy ionlari (masalan, uni Qoratog' yoki Qizilqum fosforitidan olingan) bo'lsa, unda birinchi bosqich neytrallanishdan 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.



8.12-rasm. Ammoniy ortofosfatlari ishlab chiqarish uchun qurilma sxemasi:

- 1 – birinchi bosqich saturatori; 2 – quyultirgich; 3,9 – sentrifuga; 4 – issiq suv uchun bak; 5 – birinchi bosqich cho'kmasi uchun barabanli quritgich; 6 – ammoniy fosfat eritmasining yig'ichi; 7 – ikkinchi bosqich bug'latish tizimi; 8 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun kristallizator; 10 – ikkinchi bosqich saturatori; 11 – kristallanish siklidan qolgan eritma yig'ichi; 12 – mono- yoki diammoniyfosfat uchun quritgich.

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 kislotasi bug'latilganda bug'latish jihozlarining qizdirish elementlariga quyqa o'tirib qoladi, kuchli kislotali muhitda va yuqori haroratda

korroziyalanish tezlashadi. Bug'latilgan tozalangan eritma 18–20°C gacha sovutilib, monoammoniyfosfat olinadi. Cho'kmaga tushgan kristallar sentrifugada ajratiladi va quritiladi. Eritma esa bug'latish sikliga qaytariladi.

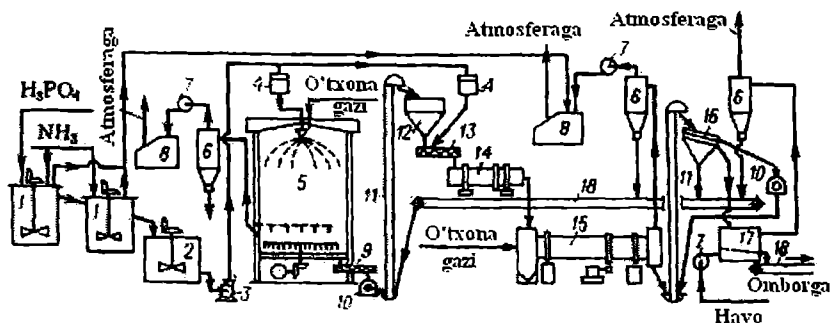
Diammoniyfosfat olish uchun bug'latilgan monoammoniyfosfat eritmasi ikkinchi bosqichda $\text{pH} \approx 8$ gacha qo'shimcha ammiak bilan to'yintiriladi. Ammiak yo'qotilishining oldini olish uchun to'yintirish 80°C dan past haroratda o'tkaziladi. So'ngra diammoniyfosfat eritmasi kristallantirishga yuboriladi, sentrifugalanadi va ajratilgan diammoniyfosfat quritiladi. Diammoniyfosfatdan ammiakni yo'qotilishini va monoammoniyfosfatga aylanishini oldini olish uchun uni 60°C da quritiladi. Monoammoniyfosfatning quritilishi esa 100–110°C gacha o'tkazilishi mumkin. Sxemasi 8.12-rasmda tasvirlangan qurilmada termik fosfat kislotadan ham, ekstraksion fosfat kislotadan ham mono- yoki diammoniyfosfat ishlab chiqarilishi mumkin.

Ammofos ishlab chiqarish. O'g'it sifatida ishlatiladigan ammfos ishlab chiqarishda quyidagi turli ko'rinishdagi texnologik sxemalar:

1. Bug'latilmagan (20–30% P_2O_5) ekstraksion fosfat kislotani neytrallash va (changlatgichli, barabanli yoki qaynovchi qatlamli) quritgichda suvsizlantirishga asoslangan sxemalar.
2. Bug'latilmagan (20–30% P_2O_5) fosfat kislotani neytrallash, so'ngra ammfos suspenziyasini bug'latish hamda donadorlash va quritishni barabanli donadorlash quritgichlari (BDQ) 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 ammoniyashtirgich-donadorlagich (AD) da yoki yuqori bosimli bir bosqichda suspenziyani quritishni minorada changlatish yoki BDQ jihozlarida amalga oshirish orqali o'tkaziladi.

Changlatgichli quritgichlar ishlatilishi orqali ammfos ishlab chiqarish sxemasining bir varianti 8.13-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 $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ nisbatini 1,1 dan oshirmagan holda ($\text{pH} \leq 5$) 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 yoqilg'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.



8.13-rasm. Changlatgichli quritgichda ammosfos ishlab chiqarish sxemasi:

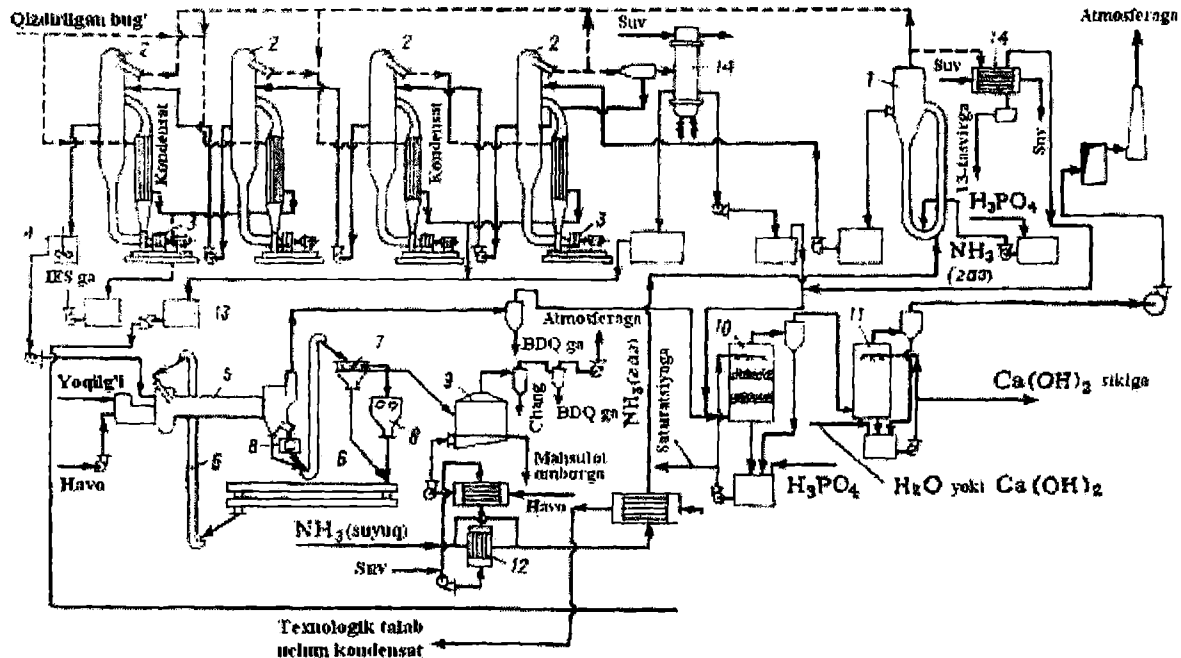
- 1 – reaktor-saturator; 2 – suspenziyani yig'gich; 3 – markazdan qochma nasos;
- 4 – suspenziya me'yoralashtirgichi; 5 – changlatgichli quritgich; 6 – siklon;
- 7 – ventilator; 8 – absorber; 9 – shnek; 10 – maydalagich; 11 – elevator;
- 12 – bunker; 13 – ikki valli aralashtirgich; 14 – dumaloqlovchi baraban;
- 15 – barabanli quritgich; 16 – ikki xil teshikli elak; 17 – sovutgich;
- 18 – transportyor.

Quritilgan (1% namlikkacha) kukunsimon ammosfos uzluksiz ravishda ikki valli shnekli aralashtirgich (13) ga kelib tushadi, u yerga shu bilan bir vaqtda tayyor mahsulotning mayda fraksiyasi va suspenziyaning qolgan (20–30%) qismi beriladi. Nam (10–12% H₂O) ammosfos donachalari aralashtirgichdan donachalarni dumaloqlovchi baraban (14) ga va so'ngra quritish barabani (15) ga yuboriladi. Quritilish mo'rili gazlar bilan (350°C da) amalga oshiriladi.

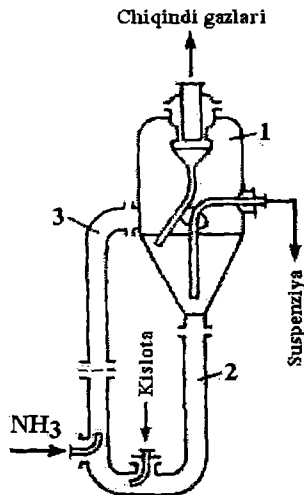
Quritilgan donachalar ajratiladi. 3,2 mm dan yirik donachalar fraksiyasi maydalanadi va yana ajratishga beriladi yoki fosfat kislotada eritiladi va jarayonga (ammoniyashtirishga) qaytariladi. 1 mm dan mayda fraksiyalar donadorlashga yuboriladi; 1–3,2 mm li donachali fraksiya esa tayyor mahsulot sifatida chiqariladi. Apatit va fosforitlar asosidagi mahsulot tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va 47% P₂O₅sumum., 51 va 46% P₂O₅ozl., 50 va 41% P₂O₅s.e., 12 va 11% N, 1% H₂O, 0 va 4% MgO, 3,5 va 3% F bo'ladi.

Ammofos suspenziyasini quritishning ancha takomillashgan usuli – uni quritishlashini barabanli donadorlagichli quritgich (BDQ) yoki barabanli donadorlash quritgichli sovutgich (BDQS) jihozlarida amalga oshirish hisoblanadi. Ammofos suspenziyasini oraliq bug‘latish sxemasi keng tarqalgandir (8.14-rasm). Boshlang‘ich fosfat kislotani oldindan natriy yoki kaliy sulfat, yoki soda bilan qayta ishlash undan anchagina miqdordagi ftorning ftorsilikatlar tarzida yo‘qotilishini ta‘minlaydi va shu bilan bir vaqtda undagi kalsiydan tozalanadi va boshqa qo‘shimchalar (Fe, Al) miqdori kamaytiriladi. Bu ammofosdagi o‘zlashuvchan va suvda eruvchan P_2O_5 ning konsentratsiyasini oshiradi, chiqindi gazlaridan ftorning ajratib olinishini osonlashtiradi, buning uchun ftorsizlangan fosfat kislotaga ishlatilishi mumkin.

Fosfat kislotaga (22–29% P_2O_5) gaz holatdagi ammiak bilan $pH = 5 \div 5,5$ gacha TAB – tezkor ammoniyashtiruvchi bug‘latgich jihozida neytrallanadi (8.15-rasm). Bu vertikal reaksiyon quvur ($\varnothing 0,6$ m, $H = 6$ m) ostidagi Venturi soplosi (ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan o‘zgaruvchan kesimli kanal yoki qisqa quvur) dan ammiak va kislotaga kiritiladi. Reaksiya issiqligi hisobiga massa qaynaydi va yuqoriga harakatlanadi, 1–2 minut ichida separatorga yetib boradi, suspenziya u yerdan aylantiruvchi quvur orqali reaksiyon quvurga qaytariladi. Uning bir qismi separatoridan konsentrlashga yuboriladi. Separatoridan chiqadigan bug‘ issiqlik almashtirgichda boshlang‘ich kislotani isitish orqali kondensatlanadi. Ammofos suspenziyasi ($NH_3:H_3PO_4 = 1,1$) ko‘p qobiqli bug‘latish qurilmasida konsentrlanadi, u yerda undagi suv miqdori 55–56% dan 18–25% gacha kamaytiriladi; 1-qobiq vakuum ostida, 2-qobiq – atmosfera bosimida, 3-qobiq – yuqori bosimda ishlaydi; yangi hosil qilingan bug‘ (0,3 MPa) 3- va 4- qobiqqa beriladi, 1- va 2-qobiqlarda esa jarayonda hosil bo‘ladigan bug‘ ishlatiladi. So‘ngra 112–115°C haroratli suspenziya BDQ jihozida quritiladi va shu bilan bir vaqtda donadorlanadi. Sovutilgan va elakda ajratilgan mahsulotning zarracha o‘lchami 1 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyasi BDQ jihoziga tashqi retur sifatida qaytariladi. Yirik fraksiya maydalashga yuboriladi, mahsulot fraksiyasi esa 45°C gacha (konteynerlarga yuklashda yoki qog‘oz qoplariga joylashtirishda) yoki 55°C gacha (polietilen qoplariga joylashtirishda) sovuyladi.



8.14 - rasn. Ammofos suspenziyasini bug'latish va BDQ jihozi da domadorlash orqali ammofos ishlab chiqarish sxemasi:
 1 - TAB jihozi; 2 - bug'latuvchi jihozlar; 3 - aylantiruvchi nasoslar; 4 - bug'latilgan suspenziya yig'ichi; 5 - BDQ jihozi;
 6 - elevator; 7 - elak; 8 - valkali maydalagich; 9 sovutgich; 10 - suzuvchi nas alkali absorber; 11 - yuvish mincrasi;
 12 - suyuq ammofosni bug'latgich; 13 - oraliq idish; 14 - issiqlik almashtirgich.

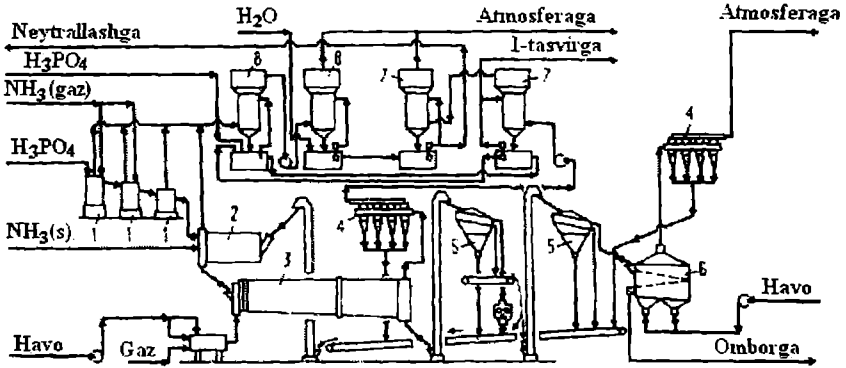


8.15-rasm. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug'latgich (TAB).

Apatitdan (51% $P_2O_{50\text{z}}$, 12% N) va fosforitlardan (47% $P_2O_{50\text{z}}$, 11% N) 1 t ammos fosfat mahsuloti ishlab chiqarish uchun sarf koeffitsiyentlari muvofiq ravishda, taxminan quyidagicha bo'ladi: ekstraksiyon fosfat kislotasi (100% P_2O_5) – 0,54 va 0,5 t; NH_3 – 0,15 va 0,14 t; tabiiy gaz ($34,8 \text{ Mj/m}^3$) – 28 m^3 ; elektroenergiya 111 kVt·s; suv – 22 m^3 ; qisilgan havo – 60 m^3 . P_2O_5 dan foydalanish darajasi 96% ni, NH_3 dan esa – 97% ni tashkil etadi.

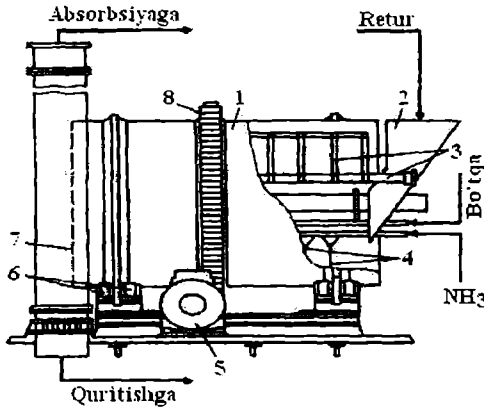
Ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD) ishlatilgan holdagi sxema bo'yicha ammos olishda (8.16-rasm) 50–54% P_2O_5 gacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotaga chiqindi gazlarini absorbsiyalashdan olinadigan oqavalar qo'shilib (undagi P_2O_5 miqdori 47–48% gacha kamayadi), aralastirgichli reaktorlarda ammiak gazi bilan $NH_3:H_3PO_4 = 0,6\div 0,7$ molyar nisbatigacha neytrallanadi. 120–125°C harorat va 17–18% namlikdagi (ammoniyashtirish issiqligi hisobiga reaktorlarda 20–25% bug'langan) kislotali ($\text{pH} \approx 3$) suspenziya AD jihoziga beriladi (8.17-rasm). AD jihozida 85–95°C haroratda massa $NH_3:H_3PO_4 = 1\div 1,05$ molyar nisbatigacha qo'shimcha neytrallanadi va mahsulot donadorlanadi; unda jarayonga berilgan 50% suv bug'lanadi. AD jihozidan chiqadigan nam (2,5–3,5% H_2O) donachalar to'g'ri oqimli barabanli quritgichda (250–350°C haroratdagi) o'txona gazlari bilan donachalar harorati 75–90°C

bo'lgan holda quritiladi. So'ngra u elanadi va mahsulot fraksiyasi sovutgichda 75–90°C dan 45–55°C haroratgacha sovutiladi.



8.16-rasm. AD jihozi bilan donadorlangan ammofos olish sxemasi:

1 – neytrallagich; 2 – ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD); 3 – quritish barabani; 4 – siklonlar; 5 – elaklar; 6 – sovutgich; 7, 8 – absorberlar.



8.17-rasm. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD):
 1 – qobiq; 2 – sochiluvchi komponentlarni uzatish tuynuqi; 3 – ichki devorini tozalash uchun pichoq; 4 – ammiak taqsimlagich; 5 – o'ram; 6 – tayanch va qisgich g'ildiraklar; 7 – tayanch halqa; 8 – bandaj.

Quritish barabanidan (105–115°C da) chiqadigan hamda neytrallagich va ammoniyashtiruvchi donadorlagichdan soʻrib olinadigan gazlar chang, ammiak va ftordan tozalanadi; hosil boʻladigan oqavalor reaktor-neytrallagichlarga yuboriladi.

Mahsulot tarkibida ftor miqdorining kam (1% dan oshmasligi) keltirib oʻtilgan jarayonning afzalliklaridan biri hisoblanadi; kuchsiz kislotani ishlatilganda esa u 3,5–4% ni tashkil qiladi.

Bu sxema boʻyicha 1 t ammosfos (53% P_2O_5 , 12% N) ga: bugʻlatilgan kislotani 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_{5sum} , 54–55% $P_2O_{5o.zl.}$, 53–54% $P_2O_{5s.e.}$, 12–12,5% N; 0,5–1% H_2O boʻladi.

Keltirilgan sxemalarni mukammallashtirish boʻyicha turli takliflar berilgan. Masalan, kislotani neytrallashni bosim ostida amalga oshirishni koʻrsatib oʻtiladi. Buda reaksiya issiqligidan amalda deyarli toʻla foydalanilishiga erishilishi mumkin. Konsentrlangan (50–54% P_2O_5) ekstraksiyon fosfat kislotani pH = 4–4,5 gacha neytrallanishi 0,3–0,35 mPa bosimda quvurli reaktordan juda qisqa vaqtda oʻtishi (~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 oʻz-oʻzidan bugʻlanish hisobiga qizigan eritmadan suv tezda yoʻqotiladi; kukunsimon ammosfos hosil boʻladi. Uni donadorlanishi mumkin yoki nitroammosfos va boshqa murakkab oʻgʻitlar olish uchun ishlatilishi mumkin.

Qoratogʻ fosforitidan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani 50–55% P_2O_5 (va undan yuqori) konsentratsiyagacha bugʻlatish usullari yaratilgandan keyin, bu kislotadan eng mukammal usulda (quvurli neytrallash jarayoni orqali) ammosfos-Q murakkab oʻgʻiti ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan va sanoat sharoitida sinovdan muvaffaqiyatli oʻtkazilgan. Natijada tarkibida 49–51% $P_2O_{5o.zl.}$ va 11% N boʻlgan, ftorsizlangan (0,3–0,4% F li) ekologik toza ammosfos-Q oʻgʻiti olingan.

Donadorlangan diammosfos. Oʻgʻit sifatida ishlatiladigan donadorlangan diammosfos apatit konsentratini, Qoratogʻ va Pribaltika fosforitlari asosida hosil qilingan ekstraksiyon fosfat kislotadan olinadi. Mahsulot tarkibida muvofiq ravishda: 48; 41; 48% $P_2O_{5o.zl.}$, 43–45,5; 32; 41% $P_2O_{5s.e.}$ va 18; 13,5; 13% N boʻladi.

Uni ishlab chiqarish sxemasi kristall mahsulot olish uchun yuqorida bayon etilganidek (8.17-rasm), ammo ammoniyashning ikkinchi bosqichi saturatorda emas, balki ammoniyashtiruvchi donadorlagich (AD) da amalga oshiriladi. Boshlang'ich kislotasi ($32-38\% \text{P}_2\text{O}_5$) saturatorlarda ammiak bilan $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,3:1,4$ molyar nisbatigacha neytrallangan bo'lsa, AD jihozida esa $1,7-1,8$ gacha amalga oshiriladi. Suspenziya AD jihoziga $70-75^\circ\text{C}$ haroratda, retur esa 50°C haroratda beriladi va returning takroriyliigi 3-4 martani tashkil qiladi. Materialning AD dan o'tish davri 6-8 minutni tashkil etadi. Donachalarni quritishda uning haroratini $72-75^\circ\text{C}$ dan (to'g'ri yo'nalishda beriladigan o'txona gazlarining haroratini 200°C dan) oshirmaslik kerak. Tayyor mahsulot $25-27^\circ\text{C}$ gacha sovutiladi.

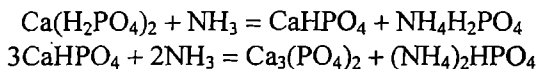
Ammofosfat. Ammofosfat – fosforitlarini undan olinadigan ortiqcha miqdordagi ekstraksiyon fosfat kislotasi bilan parchalash, hosil qilingan kislotali fosfat suspenziyasini ammoniyash, uni bug'latish, donadorlash va quritish natijasida ishlab chiqariladigan o'g'itdir. Bunda fosforitni parchalash uchun qo'shaloq superfosfatda beriladigan me'yordagi ekstraksiyon fosfat kislotasi berilsa, fosforitning parchalanish darajasi unchalik katta bo'lmaydi. Ammo $150-200\%$ ortiqcha olingan kislotada fosforitning karbonatli qismi to'la, fosfatli qismi esa qisman parchalanadi va fosfat donachalarining asosiy massasi ochiladi, parchalanmagan qismining strukturasi o'zgaradi va parchalanish jarayonida, ammoniyashtirilgan suspenziyani bug'latishda, donadorlashda va quritishda o'simliklarga o'zlashadigan shaklga o'tadi.

Belgilangan texnik shartlarga muvofiq, mahsulot tarkibida: $38-39\% \text{P}_2\text{O}_{5\text{sumam}}$, $20-21\% \text{P}_2\text{O}_{5\text{serkin}}$, $4-5\% \text{N}$ va 2% dan kam suv bo'ladi. $1 \text{ t } \text{P}_2\text{O}_5$ hisobida ammofosfat ishlab chiqarishdagi fosfat kislotasi sarfi ammofosfadagiga qaraganda kam bo'ladi, chunki ammofosfatdagi bir qism P_2O_5 to'g'ridan-to'g'ri fosforit unidan o'tadi.

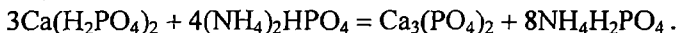
Superammofos. Fosforitlardan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarish yaratilgandan so'ng, shu usulda hosil qilinadigan nisbatan kislotali ($\text{P}_2\text{O}_{5\text{serkin}} \geq 5$) suspenziyani neytrallash, donadorlash va quritish orqali yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan mahsulot – superammofos murakkab azot-fosforli o'g'it ishlab chiqarish usuli yaratildi.

Fosforitlardan olingan ekstraksiyon fosfat kislotani ammoniy nitrat ishtirokida $35-37\% \text{P}_2\text{O}_5$ gacha bug'latilib, yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan va fosforitni parchalash uchun eng aktiv bo'lgan kislotasi hosil qilinishini yuqorida ta'kidlab o'tgan edik. Unda fosforitlarni $\text{EFK}(100\% \text{P}_2\text{O}_5) : \text{fosforit} = 150:100$ me'yoriy nisbatida va 60°C haroratda

1,5 soat parchalanishidan tarkibida: $P_2O_{5\text{sumum.}} = 37\text{--}38\%$; $P_2O_{50'\text{zl.}} = 36\text{--}37\%$; $P_2O_{5\text{s.s.e.}} = 34\text{--}34,5\%$; $N = \sim 0,9\%$; $F = 1,1\text{--}1,5\%$ bo'lgan yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ($S:Q = 4,0\text{--}4,3$, $pH = \sim 2,2$) ega bo'lgan superfosfat suspenziyasi hosil qilinishi mumkin (optimal sharoit). Bunda fosforitning parchalanish darajasi $\sim 84\%$ ga yetadi. Olingan suspenziyani $80\text{--}85^\circ\text{C}$ haroratda ammiak gazi bilan $pH = 2,5$ gacha neytrallash natijasida, tarkibida: $P_2O_{5\text{sumum.}} = 37,4\text{--}39,2\%$; $P_2O_{50'\text{zl.}} = 36,5\text{--}38,2\%$; $P_2O_{5\text{s.s.e.}} = 33,6\text{--}36,1\%$; $N = 1,5\text{--}2,5\%$; $F = 1,2\text{--}1,5\%$; $H_2O = 26,3\text{--}24,5$ bo'lgan superammofos suspenziyasi hosil bo'ladi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi bir oz pasayishi, ya'ni $\sim 83\%$ ni tashkil etishi mumkin. Chunki chuqur neytrallanish natijasida monokalsiyfosfatning dikalsiyfosfatga, uning esa trikalsiyfosfatga aylanish reaksiyalari (retrogradatsiya) sodir bo'lishi mumkin:



shuningdek,



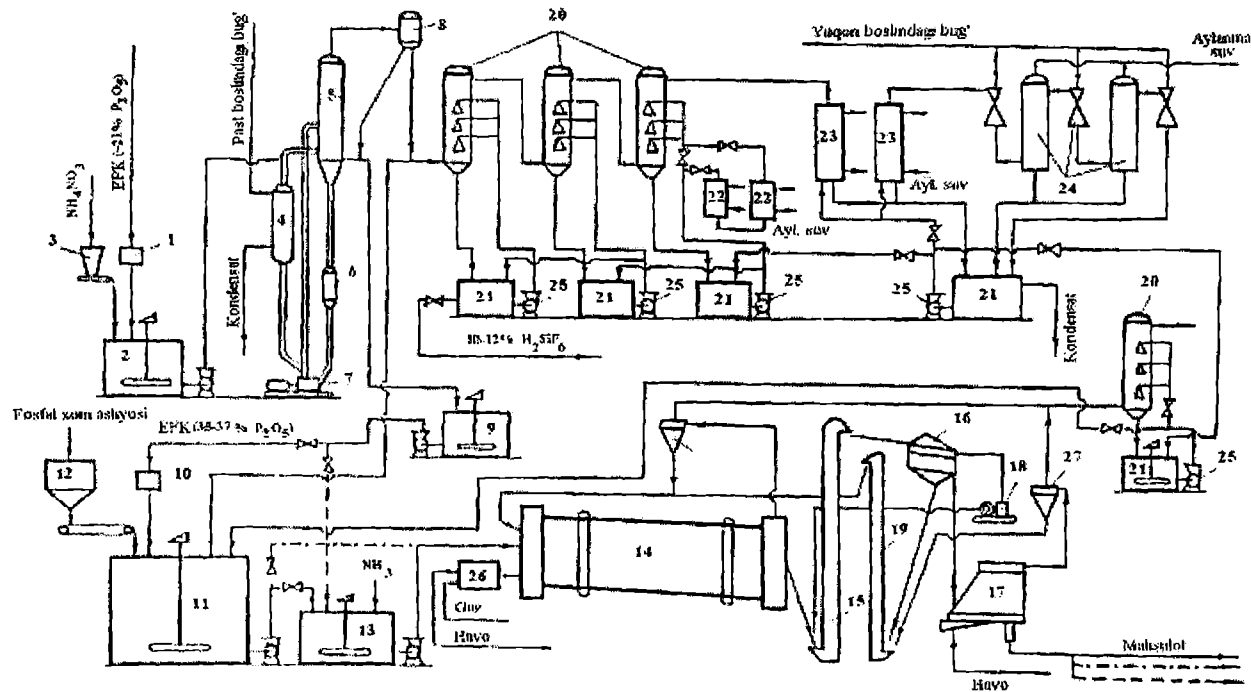
Superammofos suspenziyasini $100\text{--}105^\circ\text{C}$ haroratda quritilishi natijasida, tarkibida: $P_2O_{5\text{sumum.}} = 44\text{--}46\%$; $P_2O_{50'\text{zl.}} = 43\text{--}45\%$; $P_2O_{5\text{s.s.e.}} = 34,5\text{--}38,5\%$; $P_2O_{5\text{erkin.}} = 0\text{--}4\%$; $N = 2\text{--}3,5\%$; $F = 1,7\text{--}2,2\%$; $\text{CaO} = 9\text{--}10\%$; $\text{MgO} = 4\text{--}4,5\%$; $H_2O = 1,1\text{--}2\%$ va boshqalar bo'lgan murakkab azot-fosforli o'g'it – superammofos olishga erishiladi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi $85\text{--}98\%$ ga yetadi.

Fosforitlardan superammofos, qo'shaloq superfosfat va intensivlangan usulda ammfos (ammofos- Q_1) ishlab chiqarishning kombinatsiyalangan texnologiyasi 8.18-rasmda tasvirlangan.

Superammofos olish. Buning uchun EFK ombordan me'yorlashtirgich (1) orqali aralashtirgich (2) ga tushadi, u yerga o'lchov me'yorlashtirgich (3) orqali EFK dagi MgO miqdoriga muvofiq:

$$m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,5 + 0,25 \div 0,5 \cdot n_{\text{MgO}}$$

formulaga asosan ammoniy nitrat beriladi. Aralashma yaxshi aralashtiriladi va bug'latish jihoziga beriladi, u yerda kislota $35\text{--}37\%$ P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latiladi. Bug'latilgan va qisman ftozsizlantirilgan ekstraksiyon fosfat kislota yig'gich (9) ga tushadi. Yig'gichdagi konsentrlangan kislota reaktor (11) ga uzatiladi, u yerda o'lchov me'yorlashtirgich (12) orqali tushadigan fosforit bilan ta'sirlashadi.



8.18 - rasm Fosforitlardan murakkab donadorlangan azot-fosforli o'g'itlar (superammofos, qo'shaloq superfosfat, ammonofos-Q₁) ishlab chiqarishning kombinatsiyalashtirilgan texnologiyasi prinsipial sxemasi:

1,3,10,12 - mayyorlashgichlar; 2 - aralashgich; 4 - issiqlik almashgich; 5 - separator; 6 - tingich; 7 - sikulyatsiyali nasos; 8 - tomchi ajratgich; 9 - bug'latilgan EPK niyig'ich; 11 - reaktor; 13 - ammoniyashgich; 14 - HDQ jilhozi; 15,19 - elevatorlar; 16 - elak; 17 - donachalar sovutgichi; 18 - tegimon; 20 - yuvish mineralari; 21 - sikulyatsiya bakkari; 22 - issiqlik almashgich; 23 - kondensatorlar; 24 - vakuum ejeksiyali qurilma; 25 - nasoslar; 26 - yoqilg'i yordamgichi; 27 - siklonlar.

Jarayon 40–80°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 BDQ jihozi (14) ga uzatiladi. Donadorlangan mahsulot BDQ jihozidan elevator (15) ga, undan elak (16) ga kelib tushadi. Standart o‘lchovdagi (1–4 mm li) mahsulot aerosovutgich (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 BDQ ga tashqi retur sifatida uzatiladi.

Vakuumbug‘latgichli jihozdan chiqadigan chiqindi gazlari absorberlar (20) da kremneftorid kislotasining kuchsiz eritmasi va suv bilan absorbsiyalanadi, kondensatorlar (23) da sovutiladi va bug‘ejeksiyali nasoslar (24) yordamida atmosferaga chiqariladi. O‘g‘it olish bo‘linmalari (BDQ, elak, tegirmon, aerosovutgich va b.) dan chiqadigan changli gaz – siklonlar (27) da tozalanadi, absorber (20) da suv bilan yuviladi va atmosferaga chiqariladi. Siklonda tutib qolingang chang mayda fraksiyali mahsulot bilan birgalikda BDQ ga uzatiladi.

Qo‘shaloq superfosfat olish. Fosforit va undan olingan ekstraksion fosfat kislotasi asosida qo‘shaloq superfosfat olishni ham yuqorida bayon etilgan usulda olinishi mumkin, faqatgina kislota me‘yori kam beriladi, fosfatli suspenziyani ammiak gazi bilan neytrallanishi amalga oshirilmaydi (8.18-rasmning fosfat kislotali parchalash bosqichidan keyingi uzuq chiziq va nuqtali yo‘nalish) va u to‘g‘ridan-to‘g‘ri quritish uchun BDQ ga uzatiladi.

Intensivlangan usulda ammosos- Q_1 olish. Fosforitlardan intensivlangan usulda ammosos olishda ham 8.18-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 BDQ ga uzatiladi. Amaldagi ammosos ishlab chiqarish usulida esa kuchsiz (~21% P_2O_5 li) ekstraksion fosfat kislota neytrallangach, hosil qilingan suspenziya bug‘latiladi. Bunda suspenziyani bug‘latish uchun ammosos- Q_1 usulidagiga nisbatan ko‘p miqdordagi energiya talab etiladi.

Bayon etilgan superammofos olish usulini hozir kunda amalda bo‘lgan fosforitlar asosida ammosos o‘g‘iti ishlab chiqarish usuli bilan taqqoslanganda, ham iqtisodiy, ham ekologik samara olish mumkin ekanligini ko‘rish mumkin. Bu usulda ammosos 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 ftor birikmalarining qo'shimcha mahsulot sifatida olinishiga erishiladi.

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- $[(NH_4)_nH_{3-n}PO_4]$, diorto- $[(NH_4)_nH_{4-n}P_2O_7]$, tripoli- $[(NH_4)_nH_{5-n}P_3O_{10}]$, meta- $[(NH_4PO_3)_n]$ 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 ammoniyashtirish; 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 ($200^\circ C$) ammoniyashtirilishidan suyuqlanma hosil qilinadi, u orto-, diorto-, tripoli- va boshqa ammoniy polifosfatlaridan iborat; donadorlangan mahsulot tarkibida: 80% gacha o'zlashadigan N + P_2O_5 (~ 60% P_2O_5 va 17–20% N) bo'ladi. Mahsulot tarkibi ammoniyashtirish bosimiga bog'liqdir. Atmosfera bosimida, tarkibida: 61–64% P_2O_5 va 13–15% NH_3 tutgan, 1 MPa bosimda esa – 55–57% P_2O_5 va 27–28% NH_3 tutgan, ya'ni yaxshi N: P_2O_5 nisbatiga ega bo'lgan mahsulotlar olinadi. Oldindan 110 – $120^\circ C$ gacha qizdirilgan termik yoki bug'latilgan (51–58% P_2O_5 li) ekstraksiyon fosfat kislotaning 180 – $210^\circ C$ da qizdiriladigan reaktorlarda ammoniyashtirilishidan ham tarkibida: ~ 13% N va 60–63% P_2O_5 , undan absolyut 35–36% (nisbiy 57–58%) kondensirlangan shakldagi P_2O_5 bo'lgan ammoniy polifosfat suyuqlanmalari olinishi mumkin. Bu suyuqlanmalar anchagina mustahkam (6,7–9,3 MPa) 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 ammiakni yo'qotilishini oldini olish maqsadida jarayon ammiak atmosferasida va yuqori bosimda amalga oshiriladi; shuningdek, qo'shimchalar, masalan, ammoniy nitrat qo'shish ham foydadan holi emas.

3- §. Fosfatli minerallarni nitrat-sulfat kislotali parchalash yo'li bilan olinadigan murakkab o'g'itlar

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 – reaksiyon aralashmaga boshqa azot bo'lgan komponentlar – nitrat kislota, ammoniy nitrat va karbamid eritmali 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 uchlik 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'illar hisoblanadi. Ulardagi ta'sir etuvchi moddalar 55% dan ortishi mumkin. Har qanday nisbatdagi ozuqa elementlari bo'lgan o'g'itlar olinishi mumkin.

Reaksiyon massada kalsiy birikmalarining bo'lmasligi (ekstraksiyon fosfat kislota ishlatilganda CaO ning konsentratsiyasi 1% dan oshmaydi), uni tez va chuqur ammoniyashtirish imkoniyatini beradi, chunki undagi fosfor bu sharoitda retrogradatsiyalanmaydi (trikalsiyfosfatga aylanib qolmaydi). Shuning uchun ammoniyashtirishni *diammonitrofoska* olish bilan barcha fosforni diammoniyfosfatgacha aylantirilishi orqali o'tkazilishi mumkin. Bunda 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 kislotasi 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 $P_2O_{5s.e.}$ 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, $P_2O_{5umum.}$ va K_2O ($P_2O_{5s.e.}$ 15%); *B* markadagi mahsulotda: 13–14% N va 19–20% dan $P_2O_{5umum.}$ va K_2O ($P_2O_{5s.e.}$ 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 kichik 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 $P_2O_{5s.e.}$), karboammofoskada esa ta‘sir etuvchi moddalar 48–54% ($17 \pm 1\%$ dan N, $P_2O_{5umum.}$ va K_2O) bo‘ladi; ikkala mahsulotda ham 1% dan ko‘p 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 MPa dan kam emas bo‘ladi.

Ko‘rsatib o‘tilgan o‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayonlarini uchta guruhga ajratilishi mumkin:

1. Ikki bosqichli ammoniyashtirish jarayonlari, bunda konsentrlangan (47–54% P_2O_5) fosfat kislotasi ammiak bilan $NH_3:H_3PO_4 = 0,6–0,7$ molyar nisbatigacha neytrallanadi; so‘ngra N: P_2O_5 nisbatini oshirish uchun hosil qilingan eritma ammoniy nitrat yoki karbamid bilan aralashtiriladi va ammoniyashtiruvchi donadorlagichda mono- va diammoniyfosfatgacha ammoniyashtiriladi, shu bilan bir paytda unga retur va kaliy xlorid beriladi. Qo‘shimcha ammoniyashtirish donachalar sirtida yupqa qatlamda amalga oshiriladi, shuning uchun jarayon ko‘p

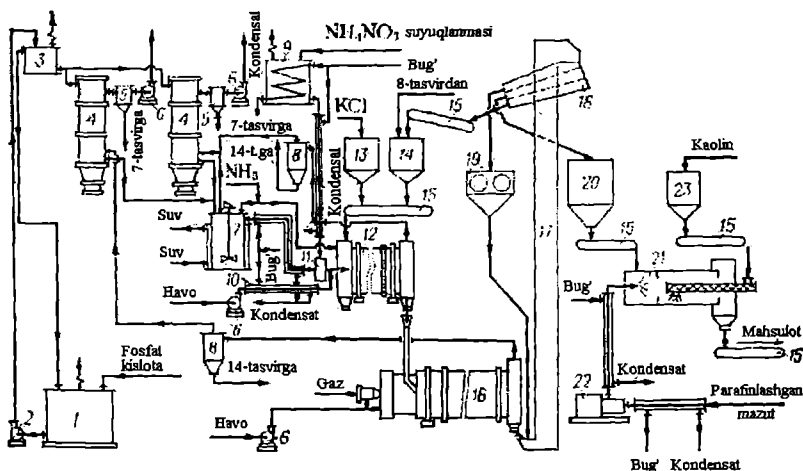
miqdordagi retur (3,5–10 marta) o‘tkaziladi. Bu quritish barabanidan chiqadigan material namligini hammasi bo‘lib ~1,5% da ushlab turilishiga imkon beradi. Hosil qilingan donachalar sferik shaklga ega bo‘ladi va yuqori mustahkamlikka egadir.

2. Kam returli jarayonlar, bunda reaktorda kerakli tarkibdagi suspenziya olinadi, donadorlash va quritilish esa bitta jihozda amalga oshiriladi. Suspenziyani 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 aralashiriladi (agar NPK markali o‘g‘it olinsa) va minorada (yoki barabanli donadorlagichda; bu holda donadorlagichga retur va kaliy xlorid beriladi) donadorlanadi. Suyuqlantirishli jarayonlarda juda mustahkam shishasimon donachalar olinadi.

Ammoniyashtiruvchi donadorlagich 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 ekstraksiyon fosfat kislotasi (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 m³ tabiiy gaz (35,6 Mj/m³), 30 m³ suv sarflanadi.

8.19-rasmda diammonitofoska ishlab chiqarish sxemasi ko‘rsatilgan. Yig‘gich (1) dan fosfat kislotasi (40–42,5% P_2O_5) nasos (2) yordamida quyuvchi bak (3) ga uzatiladi, undagi kislotasi esa muntazam ravishda oldindan yuvish skrubberlari (4) orqali reaktor (7) ga tushadi. Skrubberlarda ammoniyashtiruvchi donadorlagich (12) va quritish barabani (16) dan chiqadigan gazlar tozalanadi. Reaktor (7) da fosfat kislotasi bilan birga 0,15–0,2 MPa bosim ostidagi ammiak gazi ham beriladi, muntazam aralashirilishi natijasida fosfat kislotasi neytrallanadi. Reaktorga beriladigan ammiak miqdori $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,4:1$ molyar nisbatdagi (pH = 5,6÷5,7) suspenziya olinishini ta‘minlaydi. Shunday nisbatda ~60% monoammoniyfosfat va ~40% diammoniyfosfat hosil bo‘ladi:



8.19-rasm. Diammonitrofoska ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – fosfat kislotasi yig'igichi; 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 tegimon; 20 – bunker; 21 – konditsioner baraban; 22 – me'yoralashtiruvchi nasos;
 23 – changlashtiradigan qo'shimcha uchun bunker.

Reaksiya issiqligi hisobiga reaktordagi harorat 115–120°C chegarasida ushlab turiladi. Bunda kislotasi bilan kiradigan 20–30% suv bug'lanadi. Reaktordan chiqishda suspenziya tarkibida ~25% suv bo'ladi. Ammoniy fosfatlarning suv bilan bunday nisbatida suspenziya harakatchan bo'ladi; uni aralashtirgich (11) orqali ammoniyashtiruvchi donadorlagichga (12) ga yuboriladi. Aralashtirgichga 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. Ammoniyashtiruvchi donadorlagichda monoammoniyfosfatning diammoniyfosfatga qo'shimcha ($\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,8\div 1,95$ molyar nisbatigacha)

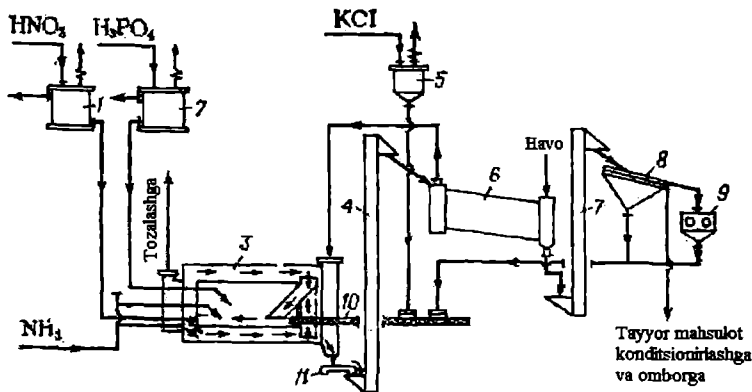
ammoniyashtirishi va mahsulotning donadorlanishi bilan bir paytda oxirgi barcha komponentlarning aralashtirishi sodir bo'ladi. Bunda 25% gacha suv bug'lanadi hamda KCl va NH_4NO_3 ning bir qismi KNO_3 va NH_4Cl ga aylanadi.

Retur ammoniyashtiruvchi donadorlagichdan chiqadigan mahsulot namligini 2,5–4% atrofida ushlab turilishini ta'minlashga yetarli miqdorda (1 t mahsulotga 2,5–3 t) beriladi. Diammoniyfosfatning parchalanishi hisobiga ammiakning yo'qotilishini oldini olish maqsadida jihozdan 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 quritgichdan 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 birinchi 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 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 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 ammoniyashtirish, komponentlarni aralashtirish, donadorlash va quritish bitta jihozda – ichki retur bilan baraban shaklidagi donadorlagichda amalga oshiriladi (8.20-rasm).



8.20-rasm. Murakkab o'g'it ishlab chiqarishning kam returli sxemasi:

- 1 – HNO_3 uchun quyuvchi bak; 2 – H_3PO_4 uchun quyuvchi bak;
 3 – ammoniyashtiruvchi donadorlagich; 4 – elevator; 5 – KCl uchun bunker; 6 – sovutish 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 konsentrik kichikroq diametrdagi ikkinchi 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 ichki 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 ichki 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 ichki barabanning fosfat kislota uzatilishini qarama-qarshi tomonidan beriladi. Barabanlarning aylanish chastotasi $1,4 \text{ s}^{-1}$ ga teng. Ulardagi harorat 65–95°C ni tashkil etadi. Mahsulotni quritish faqat reaksiya issiqligidan foydalanilgan holda amalga oshiriladi. Ortiqcha issiqlik sovutish

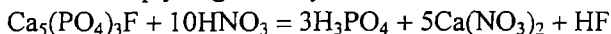
barabanidan keladigan havo yordamida chiqarib yuboriladi. Havo barabanlar oralig'i orqali o'tadi va so'ngra tozalashga yuboriladi.

Ishlab chiqariladigan tayyor mahsulotning namligiga (0,3–0,5%) bog'liq holda ichki retur va mahsulotning 30–60:1 chegarasida bo'ladi. Elash natijasida olinadigan tashqi returning miqdori unchalik 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.

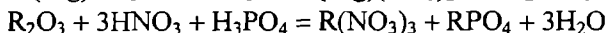
Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalash asosida o'g'itlar ishlab chiqarish. Tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali parchalanishidan *nitrat kislotali ajratma* deb ataladigan – tarkibida kalsiy nitrat va erkin fosfat kislota bo'lgan eritma hosil bo'ladi. Ajratmani keyingi bosqichlarda qayta ishlash 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 kislotaning kimyoviy energiyasidan foydalaniladi, balki azot ham o'g'it tarkibiga to'la o'tadi. Kislotani bunday kombinatsiyali ishlatish iqtisodiy jihatdan ancha qulaydir. Bu usulning kamchiligi nitrat kislotali ajratmadan bir qism kalsiyi 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 G'arbiy Yevropada) keng qo'llaniladi.

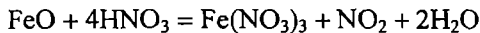
Fosfatlarni nitrat kislota bilan parchalash. Fosfatlarni nitrat kislotali parchalashda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Fosfat tarkibidagi qo'shimchalar – kalsiy va magniy karbonatlari, temir, aluminij 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 kislotada 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 kislotada 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 kislotada bilan aralashtirilishi natijasida – eritmada tuzlarning to'planishi va eritma kislotaliligini kamayishi hisobiga parchalanish muntazam ravishda sekinlashib boradi – 1,5–2 soat ichidagina parchalanish darajasi 98–99% ga yetadi. Jarayon davomiyligini kamaytirish uchun uni 2–5% ortiqcha olingan nitrat kislotada o'tkaziladi. Ko'pgina hollarda ortiqcha nitrat kislotada 20% gacha oshiriladi va ko'pincha olingan bunday eritmalar azot miqdori oshirilgan o'g'itlarga aylantiriladi.

Odatda, tabiiy fosfatlarni nitrat kislotada parchalash 45–50°C haroratda 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 kislotaning issiqlik almashtirgichi orqali qizdirilishi yoki sovutilishi mumkin.

P_2O_5 ning eritmaga ajralish darajasi kislotada 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 aralashtirgich 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 chiqarib yuboriladi.

Parchalanish tugaganidan so'ng eritma va quyqum (erimaydigan qoldiqdan iborat shlam) dan iborat suspenziya hosil bo'ladi; apatitni qayta ishlashda undagi 60–80% stronsiy quyqumga o'tadi, uni ajratib olinishi mumkin. Lekin quyqumning ajratilishi uning kolloid 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'shish orqali ajratib olinishi mumkin. Stexiometrik me'yorning 300% miqdorida natriy ionlari kiritilishi natijasida eritmadagi 80–85% ftorni natriy kremneftorid tarzida cho'ktiriladi. Natriy xlorid ishlatish o'rinsizdir, chunki xlorid ionlari xromnikelli po'latdan tayyorlangan jihozlar korroziyasini kuchaytiradi. Na_2SiF_6 kristall cho'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 moddadagi Na_2SiF_6 miqdori 87% ni tashkil etadi.

Apatit konsentrati tarkibida 0,9–1% seriy guruhining nodir elementlari (seriy, lantan va b.) bo'ladi. Apatit konsentratini nitrat kislotali parchalash natijasida hosil qilingan eritmadan ularni ajratib olish – kuchsiz kislotali eritmalarda ($pH = 2\div 2,5$) nodir elementlar fosfatlari eruvchanligining kamligiga asoslangan. Nodir elementlarni cho'ktirish uchun eritmadagi barcha nitrat kislotani va fosfat kislotani birinchi vodorod 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 nechta 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.

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 kislotani ohak yoki ohak suti bilan neytrallash yo'li orqali olinishi mumkin. Bunda dikalsiyfosfat (presipitat) cho'kmasi hosil bo'ladi, uni filtrlash orqali eritmadan ajratiladi va quritiladi. Qolgan kalsiy nitrat eritmasi bug'latiladi va kristallantiriladi. Monokalsiyfosfat va kalsiy nitrat 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 komponentlarga ajratilmagan holda suvsizlantiriladi. Filtrlanish jarayonining bo'lmasligi texnologik jarayonni soddalashtiradi.

Hozirgi paytda qo'llanilayotgan usullarda ajratmani ammiak bilan neytrallanadi. Bunday yo'l bilan olingan murakkab 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 shaklida bo'ladi. Bir qism fosforni suvda eruvchan shaklda olish va erkin fosfat kislotasini ammiak bilan neytrallanishidan ammoniy fosfatga aylanishi uchun reaksiyon massadagi $CaO:P_2O_5$ nisbatini yanada kamaytirish kerak.

Qayta ishlanadigan sistemalarda $CaO:P_2O_5$ nisbatini kamaytirishning quyidagi: 1) kalsiy nitratni kristallantirish; 2) qo'shimcha miqdorda (ekstraksiyon yoki termik) fosfat kislota kiritish; 3) ortiqcha kalsiy sulfat kislota yoki ammoniy yoxud kaliy sulfat bilan cho'ktirish; 4) ortiqcha kalsiy karbonat angidrid va ammiak bilan $CaCO_3$ shaklida cho'ktirish usullari qo'llaniladi.

Nitrat kislotali ajratmadan kalsiyni bog'lash yoki yo'qotish usuliga va $CaO:P_2O_5$ 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 $-10^\circ C$ haroratgacha sovutish yo'li bilan amalga oshiriladi, bunda kalsiy nitratning tetragidрати $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ kristallanadi, uni ajratib olingandan va quritilgandan so'ng o'g'it sifatida ishlatilishi mumkin yoki ammiakli selitruga 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 $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ 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 anhidrid bilan (ammoniyashtirish va karbonatlashtirish) va oxirida faqat karbonat anhidrid bilan qayta ishlanadi. Bu usulning kamchiligi tayyor mahsulotdagi fosfatli komponentlar ulushining boshqalariga nisbatan kamligi [$\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1:(0,7-0,8)$] 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 $24\pm 1\%$ N; 22 ± 1 ; 17 ± 1 va $14\pm 1\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5,0\text{z}}$. (shu jumladan 18,7 va 6% dan kam bo'lmagan $\text{P}_2\text{O}_{5,5\text{e}}$); 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% $\text{P}_2\text{O}_{5,0\text{z}}$. (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.

Tarkibida bir vaqtning o'zida azot, fosfor va kaliy ozuqa elementlarini bo'lgan murakkab mineral o'g'itlar nitrofoska deyiladi.

Nitrofoskadagi ozuqa moddalari (elementlari) ning o'zaro massa nisbatlari qishloq xo'jaligi talablariga muvofiq turlicha bo'lishi mumkin.

Ko'proq ommalashgan nitrofoskadagi ozuqa moddalari nisbati: $N:P_2O_5:K_2O = 1:1:1, 1:1,5:1, 1:1,5:1,5$ hisoblanadi.

Nitrofoskadagi fosfor suvda eriydigan, birlamchi ammoniy fosfat $NH_4H_2PO_4$ shaklida ham, sitratda eriydigan ikkilamchi kalsiy fosfat $CaHPO_4$ shaklida ham bo'ladi. Odatda, ular o'zaro teng, 50% dan bo'ladi. Qishloq xo'jaligidagi o'simliklarga bog'liq ravishda ozuqa moddalari nisbatlari ham, P_2O_5 ning shakllari ham turlicha bo'lgan nitrofoskalar tayyorlanadi.

Hozirgi paytda nitrofoska ishlab chiqarishda fosfatli mineral – apatit konsentrati ishlatilmoqda. U Rossiya Federatsiyasidagi Xibin tog'lari (Kola yarim oroli) da joylashgan konlardan qazib olinadi va boyitiladi. Tarkibida kaliy bo'lgan minerallar ham Rossiya Federatsiyasi va Belorussiya Respublikasi hududlarida mavjud bo'lib, nitrofoska mineral o'g'iti Rossiya va Ukraina sanoat korxonalari (Voskresensk, Novocherkassk) da ishlab chiqarilmoqda. Shu sababli, biz apatit asosidagi nitrofoska ishlab chiqarish usuli haqida so'z yuritamiz. Kelajakda O'zbekiston Respublikasida ham mahalliy xomashyolar asosida nitrofos va nitrofoska ishlab chiqarish amalga oshirilishi mumkin.

Nitrofoska donadorlangan shaklda ishlab chiqariladi. Undagi ozuqa moddalarining umumiy miqdori o'g'it massasining 30 dan 50% gacha tashkil etishi mumkin. Bu esa xomashyo sifati va ishlab chiqarish usullariga bog'liqdir.

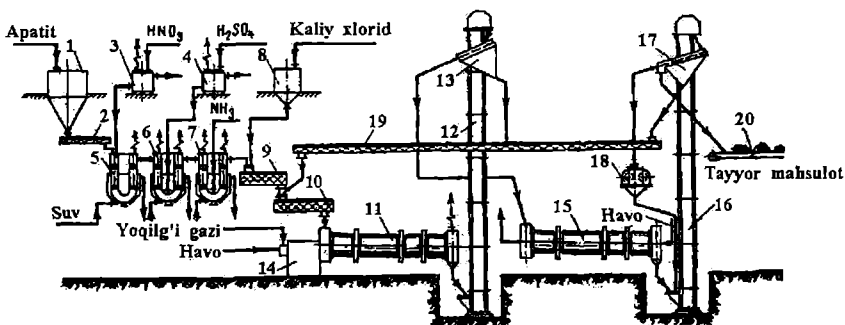
Nitrofoska tabiiy fosfatlarni nitrat kislotali qayta ishlanishidan hosil qilingan bo'tqani ammiak bilan neytrallash va unga kaliy xlorid qo'shish usuli bilan ishlab chiqariladi. Agar bu jarayonda tarkibida kaliy bo'lgan komponentlar qo'shilmasa, hosil bo'ladigan mahsulot nitrofos deb ataladi.

Tabiiy fosfatlarda $CaO:P_2O_5$ massa nisbati 1,32 dan 1,62 gacha bo'ladi.

Agar nitrofoskadagi barcha kalsiy $CaHPO_4$ tarzida bog'langan bo'lsa, nitrofoskadagi $CaO:P_2O_5$ nisbati 0,78 bo'ladi.

Bir qism P_2O_5 ni suvda eruvchan holatda bo'lishini ta'minlash uchun bu nisbat ($CaO:P_2O_5$) yanada kamroq bo'lishi kerak. Shuning uchun nitrofoska ishlab chiqarishda kalsiyni (ma'lum qismini) birlashtirish uchun fosfat va sulfat kislotalari, karbonat angidrid qo'shish yoki jarayondan kalsiyni $Ca(NO_3)_2$ tarzida chiqarish zarur bo'ladi. Shu sababli nitrofoska ishlab chiqarish usullari kalsiyni bog'lovchi reagentlar turlariga bog'liq holda o'zaro farqlanadi.

Sulfat kislotali usul – sanoat ishlab chiqarishida eng ko'p tarqalgan usullardan biri bo'lib, sistemaga sulfat kislotaga qo'shiladi. Jarayon 8.21-rasmida tasvirlangan sxema tartibida amalga oshiriladi.



8.21-rasm. Sulfat kislotali usulda nitrofoska ishlab chiqarish sxemasi:

- 1 – apatit bunkerı; 2 – shneklı ta'minlagich; 3 – nitrat kislotasi uchun bak;
- 4 – sulfat kislotasi uchun bak; 5 va 6 – parchalash reaktorlari; 7 – reaktor-ammoniyashtirgich; 8 – kaliy xlorid bunkerı; 9 – shneklı aralashtirgich;
- 10 – shneklı donadorlagich; 11 – barabanli quritgich; 12 – elevator;
- 13 – qaynoq mahsulot elagi; 14 – yondirgich; 15 – barabanli sovutgich;
- 16 – elevator; 17 – sovutilgan mahsulot ikki to'rtli elagi; 18 – valkali maydalagich; 19 – retur uchun shnek; 20 – tayyor mahsulot lentali konveyeri.

Avvalo, fosforit birin-ketin nitrat va sulfat kislotalarda parchalanadi. Kislotali parchalanish jarayonlari ketma-ket ulangan bir necha U – simon reaktorlar (5) va (6) da sodir bo'ladi. Odatda, reaktorlar soni 2÷4 ta bo'ladi. Birinchi reaktor (5) ga bunker 1 va dozator (2) yordamida tabiiy fosfat va nitrat kislotaga (3) beriladi. Ikkinchi reaktor (6) ga esa sulfat kislotaga (4) beriladi. Reaktorlar hajmi qurilma mahsuludorligiga bog'liq ravishda tabiiy fosfatlarni 1–1,5 soat parchalash imkoniyatiga bog'liq holda tanlanadi. Parchalanish harorati 45–50°C dan oshmaydi, chunki bundan yuqori haroratda nitrat kislotaning ma'lum miqdori gaz fazasiga o'tishi kuzatiladi. Parchalanish jarayonining harorati past bo'lganligi sababli tabiiy fosfat tarkibidagi fluor birikmalarining gaz fazasiga chiqishi sodir bo'lmaydi.

Parchalanish jarayoni reaksiya bo'tqani to'xtovsiz qorishtirish (qorishtirgich minutiga 200–250 marta aylanadi) orqali amalga oshiriladi.

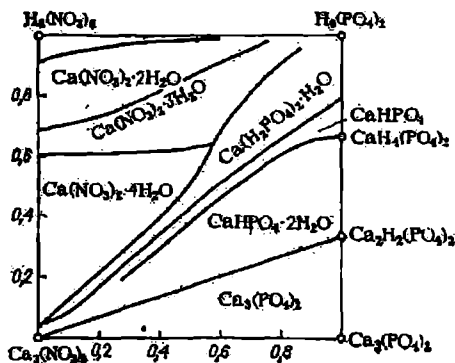
Bo'tqa parchalanish reaktorlaridan reaktor-ammoniyashtirgich (7) ga kelib tushadi va unda ikkinchi bosqich – bo'tqani gaz holatidagi ammiak

bilan neytrallash amalga oshiriladi. Neytrallash jarayoni ham bir necha ketma-ket ulangan reaktorlarda sodir bo'ladi. Ularning soni esa jarayon 2–3 soat davom etishi uchun mo'ljallanadi. Odatda, bo'tqani ammoniydash uchun 7–10 ta reaktordan foydalaniladi. Gaz holatidagi ammiak barcha reaktorlarga taqsimlanadi. Bu jarayon uzluksiz qorishtirish orqali 100–110°C haroratda olib boriladi. Natijada bo'tqadan 25% atrofida suv bug'lanadi. Oxirgi reaktor-ammoniydashgichdan bo'tqa to'xtovsiz oqib chiqadi va qorishtirgich shnek (9) ga tushadi. Bu yerda bo'tqaga uchinchi komponent kaliy – kaliy xlorid tarzida qo'shiladi (jarayonda kaliyli komponent ishlatilmasa, mahsulot sifatida nitrofos hosil bo'ladi).

Bo'tqa qorishtirgich shnekdan donadorlagichli shnek (10) ga yuboriladi va u yerga mahsulotning mayda fraksiyasi (retur) ham kelib tushadi. Natijada bo'tqadagi namlik 20–24% dan 5–6% ga qadar pasayadi. Bu bosqichda bir vaqtning o'zida donadorlanish jarayoni ham sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan nam holatdagi mahsulot barabanli quritgich (11) da quritiladi. Quritish jarayoni yondirgich (14) da yondirilgan gazga havo aralashtirilishidan hosil qilingan 250°C haroratdagi issiq gazlar aralashmasi ishtirokida amalga oshiriladi.

Quritilgan mahsulot elak (13) da fraksiyalarga saralanadi. Eng kichik o'lchamli (2 mm dan mayda) fraksiya siklga (donadorlagichli shnekka) retur sifatida qaytariladi. Yirik o'lchamli fraksiya barabanli sovutgich (15) ga yuboriladi. Unda mahsulot havo oqimi yordamida 40–50°C haroratgacha sovutiladi va navbatdagi elak (17) ga yuboriladi. Elangan tayyor mahsulot (2–4 mm li fraksiya) omborga yuboriladi. Mayda fraksiya – donadorlagichga, 4 mm yirik fraksiya esa maydalagich (18) ga yuboriladi va yana elakka qaytariladi.

Fosfatlarning nitrat kislota bilan parchalanishidan hosil qilinadigan 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, 8.22-rasmda 25°C haroratdagi bu sistema kristallanish maydonining sxemasi keltirilgan. Kalsiy nitratning cho'kish darajasiga boshlang'ich nitrat kislotaning konsentratsiyasi eng katta ta'sir ko'rsatadi; nitrat kislota konsentratsiyasining ortishi bilan kalsiy nitratning cho'kishi ortadi.



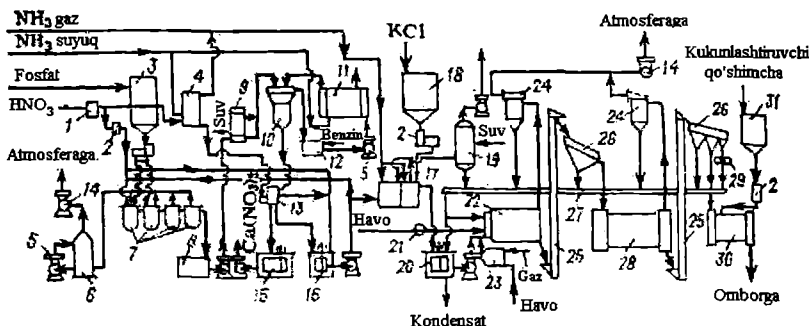
8.22-rasm. 25°C haroratdagi CaO–P₂O₅–N₂O₅–H₂O sistemasi kristallanish maydonining sxemasi.

Demak, fosfatni parchalanishi uchun eng yuqori konsentratsiyadagi nitrat kislotasi ishlatilsa, sovutish uchun oz xarajat etgan holda eritmadan shunday miqdordagi kalsiy nitrat ajratib olinishi mumkin. Nitrat kislotaning 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 (8.23-rasm). Fosfatlarni 40–60°C haroratda nitrat kislotali parchalanishidan hosil qilingan eritma, yig'gich (8) ga, u yerga esa suv bilan 25–35°C gacha sovutiladigan sovutgich (9) orqali keladi. Eritma yig'gichdan kristallantirgichlar tizimi (10) ga yuboriladi.

Zamonaviy korxonalarda nitrat kislotali ajratmaning eritmaga aralashmaydigan suyuq sovutuvchi agent (masalan, benzin) bilan bevosita qo'shilishidagi kalsiy nitratning cho'ktirilish usuli qo'llaniladi. Benzin, bug'lanadigan suyuq ammiak bilan ishlaydigan issiqlik almashtirgich (11) da sovutiladi va kristallantirgichlar (10) ga tushadi. Kristallantirgichning barcha kesimlari bo'yicha taqsimlangan benzin tomchilari eritmani sovutish 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 MVt/(m²·K) chegarasida bo'ladi. Benzinning yo'qotilishi unchalik ko'p emas – olinadigan o'g'itning 1 tonnasiga 2,5 t atrofida yo'qotiladi. Eritmaning sovutilishidan hosil bo'ladigan Ca(NO₃)₂·4H₂O kristallari muallaq holatda bo'ladi va o'sishi davom etadi. Qachonki ularning o'lchami 0,4–0,6 mm

ga yetsa, ular kristallantirgich tubiga cho'kadi. Kristallantirgichda eritmaning turish vaqti 30–40 minutni tashkil etadi.



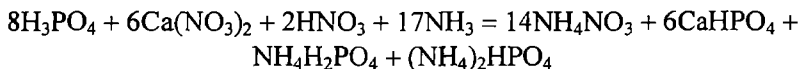
8.23-rasm. Azofoska ishlab chiqarish sxemasi:

1 – nitrat kislotasi uchun rezervuar; 2 – me'yorlashtirgichlar; 3 – fosfatli xomashyo uchun bunker; 4 va 11 – ammiakli sovutgichlar; 5 – sirkulatsiyali nasos; 6 – kislotali gazlar absorberi; 7 – reaktorlar; 8 – nitrat kislotali ajratma yig'gichi; 9 – suvli sovutgich; 10 – kristallantirgich; 12 – benzin uchun oraliq rezervuar; 13 – sentrifuga; 14 – ventilator; 15 – kalsiy nitrat eritmasining yig'gichi; 16 – qoldiq eritma yig'gichi; 17 – neytrallagich; 18 – kaliy xlorid uchun bunker; 19 – absorber; 20 – suspensiyani retur bilan aralashtrigich; 21 – havo kompressori; 22 – BDQ jihozi; 23 – yondirgich; 24 – siklonlar; 25 – elevatorlar; 26 – elaklar; 27 – transportyor; 28 – sovutgich baraban; 29 – valli tegirmon; 30 – kondensionirlash uchun baraban; 31 – changlashtiruvchi qo'shimcha uchun bunker.

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 almashtirgich (4) da oldindan -10°C gacha sovutilgan nitrat kislotasi bilan yuviladi. Yuvinadi kislotasi fosfatni parchalash uchun reaktorga beriladi. Xuddi shu yerga qoldiq eritmaning bir qismi ham qaytariladi. Uning tarkibidagi fosfat kislotasi ajratmadagi kalsiy nitratning to'yinishini tezlashtiradi, bu esa sovutishga ketadigan xarajatlarni kamaytiradi. Qoldiq eritmaning boshqa qismi neytrallagichlar (17) ga ammoniyashtirish uchun yuboriladi, u yerga sovutgichlar (4) va (17) dan gaz holatdagi ammiak ham beriladi.

Neytrallagich (17) ga $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatini to'g'rilash uchun ma'lum miqdordagi nitrat kislotasi 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 $pH = 3,5 \div 3,8$ gacha neytrallanishidan oz miqdordagi trikalsiyfosfat qo'shimchasi bo'lgan dikalsiyfosfatdan iborat cho'kma ajraladi. Bundan tashqari, cho'kmada oz miqdordagi kalsiy florid, silikat kislota, aluminiy, temir va nodir metallar fosfatlari bo'ladi. Eritmada ammiakli selitra va monoammoniyfosfat bo'ladi. Neytrallanish jarayoni issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi. Haroratni $110^\circ C$ darajasida ushlab turiladi. Chiqindi gazlaridagi yutilmagan ammiakni suv yoki nitrat kislota bilan tutib qolinadi. Neytrallanishni $pH = 6 \div 6,8$ gacha davom ettirish natijasida monoammoniyfosfatning bir qismi diammoniyfosfatga aylanadi. Neytrallanishning umumiy tenglamasini taxminan quyidagicha ifodalash mumkin:



Neytrallanishning oxirgi bosqichida KCl qo'shiladi. Almashinish reaksiyasi natijasida hosil bo'ladigan kaliy nitrat va ammoniy xloridlar ham azofoskaning komponentlari hisoblanadi. So'ngra suspenziya BDQ 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 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 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.

Tabiiy fosfatlarni fosfat-nitrat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish. Tabiiy fosfatning fosfat kislotali parchalash jarayonida parchalanish darajasi ($K_{parch.}$) 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 ekstraksiyon fosfat kislotasida Mg^{2+} ishtirok etishi hisobiga apatitdan olingan ekstraksiyon fosfat kislotasiga nisbatan neytrallangan bo'ladi. Shuning uchun Qoratog' (yoki Qizilqum) fosforitlaridan olingan ekstraksiyon fosfat kislotada stexiometrik me'yordagi fosforitning parchalanish darajasi 45–50% dan oshmaydi. Buning uchun ekstraksiyon fosfat kislotani aktivlash lozim bo'ladi. Ekstraksiyon fosfat kislotani

ammoniy nitrat ishtirokida bug'latish yo'li bilan aktivlash va undan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar (qo'shaloq superfosfat) olish yoki kislota me'yorini oshirish va undan o'g'itlar (superammofos, ammosfosfat) olish usullari oldinroq ko'rsatib o'tilgan edi. Bunga kislotadagi vodorod ionlari miqdorini oshirish orqali (qo'shaloq superfosfat va superammofosda birinchi vodorod ionlari konsentratsiyasining oshirilishi hisobiga; superammofos va ammosfosfatda 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 birmuncha pasayadi.

Boshlang'ich ekstraksiyon 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 birmuncha pasayadi va eritmadagi vodorod ionlarining fosfat kislota birinchi 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.

Ekstraksiyon fosfat kislota (~21% P₂O₅) da fosforit (~26% P₂O₅) ning EFK(100%P₂O₅):fosforit = 100:100 og'irlik 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 P₂O₅ hisobidan ma'lum miqdorining nitrat kislotaga almashtirilishi hisobiga CaO ning suspenziya suyuq fazasiga o'tishini keskin oshirilishi mumkin. Masalan, EFK(100%P₂O₅):HNO₃(100%):fosforit=85:15:100 og'irlik 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 yetadi. 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 davridayoq) CaO eritmaga o'tadi.

Hosil qilingan suspenziyani 100–105°C haroratda quritish natijasida, tarkibida: 45,9% P₂O_{5sumum.}, 45,2% P₂O_{5o'zl.}, 42,4% P₂O_{5s.e.}, 1,5% N, 2,1%

H₂O va b. bo'lgan *nitrosuperammofos* 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 kislotasi miqdorini kamaytirish orqali yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan o'g'it olinadi. Buning uchun nitrosuperfosfat bo'tqasi pH = ~2,7 gacha ammoniyashtiriladi. Natijada suspenziyada hosil bo'ladigan ammoniy nitrat o'g'itning fizik xossalarini yaxshilashida muhim rol o'ynaydi. Hosil qilingan suspenziya quritilishi natijasida, tarkibida: 44,5% P₂O₅sumum., 42,7% P₂O_{5o'z}, 34,8% P₂O_{5s.e.}, 3,1% N, 1,1% H₂O va b. bo'lgan nitrosuperammofos o'g'iti olinadi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi ~85% ni tashkil etadi. O'g'itlar tarkibida tuproq strukturasi agrokimyoviy jihatdan yaxshilaydigan 16–17% CaO va 3–3,5% MgO bo'ladi.

Parchalanish jarayonida nitrat kislotasi me'yorini yanada oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki buning natijasida hosil bo'ladigan mahsulotdagi kalsiy nitrat va uning kristallogidratlari (ularning xossalari oldinroq ko'rsatib o'tilgan) o'g'itning fizik xossalarini birmuncha yomonlashtiradi. Bundan tashqari, quritish jarayonida azot oksidlari tarzida azotning yo'qotilishi 10–15% va undan ortiq miqdorni tashkil etadi.

Ekstraksiya fosfat kislotasi konsentratsiyasining 35–37% P₂O₅ 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 kislotasi me'yorini oshirilishi fosforitning parchalanish darajasi oshishiga olib keladi. Masalan, EFK(100%P₂O₅):HNO₃(100%):fosforit = 135:15:100 og'irlik nisbatida kislotalar aralashmasida fosforitning parchalanishi natijasida parchalanish darajasi 85% gacha yetkazilishi mumkin. Bunda aralashmadagi nitrat kislotaning 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 P₂O_{5erkin} miqdori me'yoridan ortiq (P₂O_{5erkin}>5) bo'lganligi uchun

o'ta gigroskopik va yopishuvchan bo'ladi. Bu esa sanoatdagi donadorlash jarayonida bir qator qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

Kislotadagi erkin fosfat kislotasi miqdorini kamaytirish orqali yaxshi fizik xossaga ega bo'lgan o'g'it olinadi. Buning uchun nitrosuperfosfat bo'tqasi $\text{pH} = \sim 2,7$ gacha ammoniyashtiriladi. Hosil qilingan suspenziya quritilishi natijasida, tarkibida: 49,1% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{sumum}}$, 47,6% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'z}}$, 42,2% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{s.e.}}$, 3,2% N, 0,2% H_2O va boshqalar bo'lgan nitrosuperammofos o'g'iti olinadi. Bunda fosforitning parchalanish darajasi $\sim 80\%$ ni tashkil etadi. O'g'itlar tarkibida tuproq strukturasi agrokimyoviy jihatdan yaxshilaydigan 11–12% CaO va 2,5–3% MgO bo'ladi.

Tabiiy fosfatlarni fosfat-sulfat kislotali parchalash va ular asosida murakkab o'g'it olish. Tabiiy fosfatlarni fosfat kislotali parchalanishida fosfat kislotaning bir qismini sulfat kislotasi bilan almashtirish ham xuddi yuqorida ko'rib o'tilganidek yaxshi samara beradi. Bunda gips hosil bo'lishi hisobiga asosiy ozuqa komponentlari (P_2O_5 va N) ulushlari birmuncha kamaysada, olingan suspenziyani ammoniyashtirish natijasida gips va fosfat kislotasi tuzlarining ammiak ishtirokida monokalsiyfosfat, dikalsiyfosfat va ammoniy sulfatga konversiyalanishi natijasida o'g'itning tarkibi agrokimyoviy jihatdan yanada yaxshilanadi.

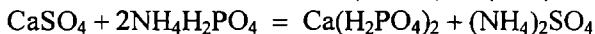
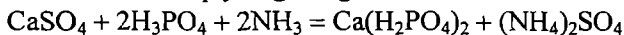
Parchalash jarayonlari ammoniy nitrat bilan aktivlangan kislotalarda amalga oshirilishi maqsadga muvofiqdir. Buning uchun boshlang'ich ekstraksiyon fosfat kislotasi ($\sim 21,5\%$ P_2O_5) ga uning tarkibidagi MgO ulushiga muvofiq ravishda quyidagi formula bo'yicha ammoniy nitrat qo'shiladi:

$$m_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 0,5 + 0,25 \div 0,5 \cdot n_{\text{MgO}}$$

qo'shiladi. Bu yerda, $m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}$ – EFK ga qo'shiladigan NH_4NO_3 miqdori; n_{MgO} – EFK dagi MgO miqdori ifodalangan.

Kislotani bug'latilishidan 25, 30, 35% P_2O_5 li konsentrlangan ekstraksiyon fosfat kislotasi olingan. Bunday kislotalarda fosforitning parchalanish jarayonlari qo'shiloq superfosfat olish usulida yetarlicha o'rganilgan. Bunda EFK(100% P_2O_5):fosforit massa nisbati (100÷200):100 olingan edi va optimal sharoit EFK(100% P_2O_5):fosforit = 150:100 ekanligi ko'rsatib o'tilgan edi. Undagi ekstraksiyon fosfat kislotasi bir qismini (10–20% miqdorini) sulfat kislotasi bilan almashtirilishi orqali, ya'ni EFK(100% P_2O_5): H_2SO_4 (100%):fosforit = (140÷130):(10÷20):100 massa nisbatida yuqorida ko'rsatilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi konsentratsiyasi intervallarida parchalanish jarayonlari o'rganilgan. Parchalanish jarayoni 60°C haroratda 2 soat davom ettiriladi. So'ngra olingan suspenziyadagi

gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi uchun ammoniyashtiriladi. Ammoniyashtirilgan suspenziyani $\sim 105^{\circ}\text{C}$ haroratda quritilishidan mahsulot – *sulfasuperammofos* olinadi. Sulfasuperammofos olishda nafaqat fosforitning parchalanish darajasini cshirishga, balki uning ammoniyashtirilishidagi 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 ammoniyashtirish 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 ($\sim 21,5\%$ P_2O_5) va bug'latilgan ($30\text{--}35\%\text{P}_2\text{O}_5$) ekstraksiyon fosfat kislotalar bilan amalga oshiriladi. Bug'latilgan va bug'latilmagan sistemalardagi optimal sharoitlari alohida-alohida belgilanadi:

– Bug'latilmagan sistema uchun optimal sharoitda: kuchsiz EFK ($\sim 21\%$ P_2O_5) dan foydalanish; boshlang'ich komponentlar EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$): H_2SO_4 (100%):fosforit = $130:20:100$ massa nisbatida, parchalanish harorat 60°C , neytrallanish darajasi $\text{pH} = \sim 2$, quritish harorati 105°C bo'lishi kerak. Bunda donadorlanish va quritilishdan oldin suspenziyani bug'latilishi lozim, chunki suspenziya tarkibida $45\text{--}50\%$ suv bo'ladi. Natijada fosforitning parchalanish darajasi $75\text{--}90\%$ ga, gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi $65\text{--}90\%$ ga yetadi.

Buning natijasida, tarkibida: 48% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$; $47,3\%$ $\text{P}_2\text{O}_{50'z}$; $43,2\%$ $\text{P}_2\text{O}_{5s.e.}$; 3% N; $5,6\%$ $\text{SO}_{3\text{umum}}$; $5,0\%$ $\text{SO}_{3s.e.}$ va b. bo'lgan mahsulot olinadi. pH 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.

– Bug'latilgan sistema uchun optimal sharoitda: aktivlangan EFK konsentratsiyasi $30\text{--}35\%$ P_2O_5 ; boshlang'ich komponentlar EFK($100\%\text{P}_2\text{O}_5$): H_2SO_4 (100%):fosforit = $130:20:100$ massa nisbatida, parchalanish harorati 60°C , neytrallanish darajasi $\text{pH} = \sim 2$, quritish harorati 105°C bo'lishi kerak. Bunda fosforitning parchalanish darajasi $88\text{--}90\%$ ga, gipsning eruvchan tuzlarga konversiyalanishi $68\text{--}72\%$ ga yetadi. Bunda donadorlanish va quritilishdan oldin suspenziyani

bug'latilishi shart emas, chunki suspenziya tarkibida boshlang'ich kislotani konsentratsiyasiga muvofiq holda 35–25% suv bo'ladi.

Buning natijasida, tarkibida: 44–45% $P_2O_{5\text{umum}}$; 44–44,2% $P_2O_{5o'zl}$; 37–37,5% $P_2O_{5s.e.}$; 2,5–3% N; 9–9,3% $SO_{3\text{umum}}$; 6,3–6,7% $SO_{3s.e.}$ va b. bo'lgan mahsulot olinadi. pH 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.

Sulfasuperammofos mineral o'g'iti ishlab chiqarish uchun bir necha xil variantlardan foydalaniladi:

– ekstraksiya sexida hosil qilinadigan fosfat kislotani aralashtirgichda ammoniy nitrat va sulfat kislotaning konsentrlangan eritmasini aralashtirilib (bug'latilmagan sistema bo'yicha), uni fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin;

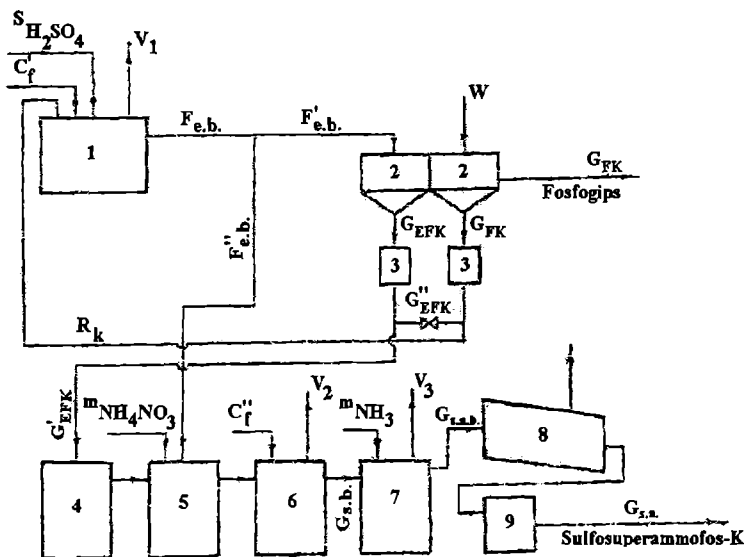
– ekstraksiya sexida hosil qilinadigan fosfat kislotani aralashtirgichda ammoniy nitrat aralashtirilib, vakuum-bug'latgichda 30–35% P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latiladi va hosil qilingan kislotani sulfat kislotaning konsentrlangan eritmasini aralashtirilib (bug'latilgan sistema bo'yicha), uni fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin;

– ekstraksiya sexida hosil qilinadigan ekstraksiyon bo'tqaning bir qismini (6% gacha) filtrlashga berilmagan holda ajratib olinib, uni filtrlashga berilgan (94%) ekstraksiyon bo'tqadan olinadigan EFK va ammoniy nitrat bilan aralashtirgichda aralashtirilib, so'ngra fosforitni parchalash reaktoriga uzatilishi mumkin (tezkor usul).

8.24-rasmda fosforitlardan sulfasuperammofos ishlab chiqarish (tezkor usuli) ning prinsipial texnologik sxemasi tasvirlangan.

Tabiiy fosfatni sulfat kislotali parchalanishi o'tkaziladigan ekstraktor (1) da hosil qilingan ekstraksiyon bo'tqaning bir qismi (6% gacha) vakuum filtrga berilmagan holda aralashtirgich (5) ga uzatiladi. Ekstraksiyon 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 – ekstraksiyalash mahsuloti sifatida yig'gich (4) ga va undan, ammoniy nitrat va ekstraksiyon 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 ammoniyagich (7) ga uzatiladi. Hosil bo'lgan sulfasuperammofos bo'tqasi BDQ jihozi (8) da donadorlanadi va quritiladi. Donadorlangan mahsulot elanadi va mahsulot (1–4 mm) fraksiyasi sovutgich (9) orqali mahsulot sifatida omborga uzatiladi. Mayda fraksiya (1 mm dan kichik) tashqi retur sifatida BDQ ga qaytariladi, yirik (4 mm dan yirik) fraksiya esa tegirmonda maydalanadi va yana elash uchun qaytariladi. Jarayonning elash, maydalanish, changlarni tutib qolish va absorbsiya bo'linmalari sxemada keltirilmagan. Ekstraktor, aralastirgichlar, reaktor va ammoniyashtirgichda hosil bo'ladigan chiqindi gazlari to'g'ridan-to'g'ri absorberga; BDQ, tegirmon va elash bo'linmalarida hosil bo'ladigan changli chiqindi gazlari siklon orqali absorberlarga uzatiladi.



8.24-rasm. Fosforitlardan sulfasuperammofos ishlab chiqarishning prinsipl texnologik sxemasi:

- 1 – ekstraktor; 2 – vakuum-filtrlar; 3,4 – yig'gichlar, 5 – aralastirgich; 6 – reaktor; 7 – ammoniyashtirgich; 8 – BDQ jihozi; 9 – sovutgich.

4- §. Nitrofoska ishlab chiqarish texnologik hisoblari

Hisoblashni amalga oshirish uchun dastlabki ma'lumotlar:

Qurilmaning ishlab chiqarish quvvati, kg/s:	10000
Tayyor mahsulotdagi ozuqa moddalar massa nisbati N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:	1:1:1
Nitrofoskadagi o'zlashuvchan fosforning 50% qismi suvda eriydigan va 50% qismi sitratda eruvchan shaklda bo'ladi.	
Xomashyo:	
Nitrat va sulfat kislotalar aralashmasining tarkibi:	30% HNO ₃ , 20% H ₂ SO ₄ va 50% suv
Gaz holatidagi ammiak:	100%
Kaliy xlorid:	95%
Apatit konsratining tarkibi, % hisobida:	
P ₂ O ₅	39,4
CaO	47,4
CaF ₂	6,2
Al ₂ O ₃	1,0
Fe ₂ O ₃	2,0
erimaydigan qoldiq	3,5
Komponentlarni apatitdan ajratib olinish darajasi:	
P ₂ O ₅	0,98
CaO	0,98
CaF ₂	0,96
Al ₂ O ₃	0,70
Fe ₂ O ₃	0,70
1000 kg apatitga 2700 kg kislotalar aralashmasi beriladi.	
Ammoniy olish jarayonidan so'ng bo'lganda qoladigan suv miqdori, %:	25
Kiritilgan KCl ning KNO ₃ va NH ₄ NO ₃ ga o'tishi, %	90
Eksperimental natijalarga ko'ra (yo'qotishni hisoga olgan holda) nitrofoska hosil bo'lishi, kg hisobida:	3323
Nitrofoskaning yo'qolishi, %:	0,5

Apatitni kislotali parchalash jarayonining moddiy hisobi

10000 kg/soat nitrofoska ishlab chiqarish uchun sarflanadigan apatit

$$\text{konsentrati miqdori: } \frac{10000 \cdot 1000}{3323} = 3009 \text{ kg/soat}$$

Bu apatit tarkibida quyidagi komponentlar bo'ladi:

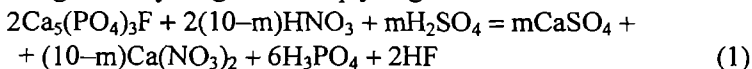
	%	kg/s
P ₂ O ₅	39,4	1186
CaO	47,4	1426
CaF ₂	6,2	187
Al ₂ O ₃	1,0	30
Fe ₂ O ₃	2,0	60
erimaydigan qoldiq	3,5	105
suv	0,5	15
Jami:	100,0	3009

Parchalash jarayoniga beriladigan kislotalar miqdori:

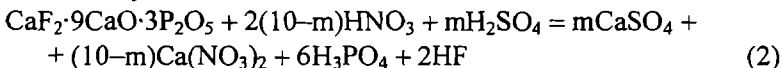
$$2700 \cdot \frac{3009}{1000} = 8124 \text{ kg/soat}$$

bunda, $8124 \cdot 0,2 = 1625 \text{ kg/s H}_2\text{SO}_4$, 2437 kg/s HNO_3 va $4062 \text{ kg/s H}_2\text{O}$ bo'ladi.

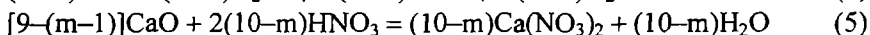
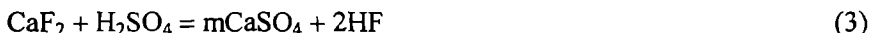
Apatitni kislotalar aralashmasida parchalash jarayonidagi reaksiyalarning umumiy tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:



yoki xuddi shunday:



(2) reaksiyani alohida xususiy reaksiyalarga osonlikcha ajratish mumkin:



Bu tenglamalardagi $m - 2$ mol apatitga sarflanadigan H_2SO_4 ning mollar soni.

(3) ÷ (6) reaksiya tenglamalari asosida apatitni kislotali parchalash hisobi bajariladi.

Ajratib olinayotgan CaF_2 miqdori CaSO_4 va HF ga aylanadi. Shart bo'yicha 95% CaF_2 ajratib olinadi, ya'ni $187 \cdot 0,95 = 178 \text{ kg/s}$ va cho'kmada $187 - 178 = 9 \text{ kg/s CaF}_2$ qoladi.

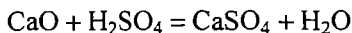
Demak, 178 kg/s CaF_2 bilan ta'sirlashishi uchun:

$$\frac{178 \cdot 98}{78} = 223 \text{ kg/s H}_2\text{SO}_4 \text{ kerak.}$$

Bunda, $\frac{178 \cdot 136}{78} = 310$ kg/s CaSO₄ va $\frac{178 \cdot 2 \cdot 20}{78} = 91$ kg/s HF hosil bo'ladi.

Qolgan 1625–223 = 1402 kg/s H₂SO₄ qolgan kalsiy (CaO) bilan ta'sirlashadi:

$$1426 \cdot 0,98 = 1397 \text{ kg/s CaO.} \quad (7)$$

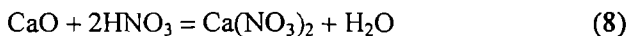


reaksiya bo'yicha 1402 kg H₂SO₄ bilan: $\frac{1402 \cdot 56}{98} = 801$ kg/s CaO

reaksiyaga kirishadi. Bunda, $\frac{1402 \cdot 136}{98} = 1964$ kg/s CaSO₄ va

$\frac{1402 \cdot 18}{98} = 257$ kg/s H₂O hosil bo'ladi.

Hammasi bo'lib: 310 + 1946 = 2256 kg/s CaSO₄ yoki $\frac{2256 \cdot 145}{136} = 2405$ kg/s CaSO₄·0,5H₂O hosil bo'ladi. Bunda, 2405 – 2256 = 149 kg/s suv birikadi. Qolgan 1397 – 801 = 596 kg/s CaO esa HNO₃ bilan ta'sirlashadi:



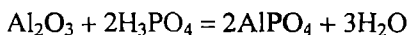
Reaksiya uchun $\frac{596 \cdot 2 \cdot 63}{56} = 1341$ kg/s HNO₃ kerak, bunda

$\frac{596 \cdot 164}{56} = 1745$ kg/s Ca(NO₃)₂ hosil bo'ladi hamda $\frac{596 \cdot 18}{56} = 192$ kg/s

H₂O ajralib chiqadi. Eritmaga 1186·0,98 = 1162 kg/s P₂O₅ o'tadi, cho'kmada esa 1186 – 1162 = 24 kg/s P₂O₅ qoladi.

Erish jarayonida 1162 kg P₂O₅ $\frac{1162 \cdot 3 \cdot 18}{142} = 442$ kg/s H₂O bilan

birikadi va $\frac{1162 \cdot 2 \cdot 98}{142} = 1604$ kg/s H₃PO₄ hosil bo'ladi.



reaksiyasida $30 \cdot 0,7 = 21$ kg/s Al_2O_3 ajralib chiqadi va cho'kmada $30 - 21 = 9$ kg/s Al_2O_3 qoladi. 21 kg/s Al_2O_3 ni bog'lash uchun $\frac{21 \cdot 2 \cdot 98}{328} = 13$

kg/s H_3PO_4 kerak bo'ladi, bunda $\frac{21 \cdot 2 \cdot 235}{328} = 30$ kg/s $AlPO_4$ hosil

bo'ladi va $\frac{21 \cdot 3 \cdot 18}{328} = 4$ kg/s suv ajralib chiqadi.

$60 \cdot 0,7 = 42$ kg/s Fe_2O_3 ajralib chiqadi va cho'kmada esa $60 - 42 =$

18 kg/s Fe_2O_3 qoladi. 42 kg/s Fe_2O_3 ni bog'lash uchun $\frac{42 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 51$

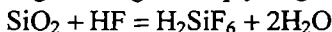
kg/s H_3PO_4 kerak bo'ladi, bunda $\frac{42 \cdot 2 \cdot 151}{160} = 79$ kg/s $FePO_4$ hosil bo'ladi

va $\frac{42 \cdot 3 \cdot 18}{160} = 14$ kg/s suv ajralib chiqadi.

Bu reaksiyalarda 1341 kg/s HNO_3 sarf bo'ladi va eritmada $2437 - 1341 = 1096$ kg/s HNO_3 qoladi.

H_3PO_4 ning umumiy sarfi 13 + 51 64 kg/s ni tashkil etadi, eritmada esa $1604 - 64 = 1540$ kg/s H_3PO_4 qoladi.

Jarayonda hosil bo'lgan 91 kg/s HF quyidagi reaksiyada qatnashadi:



bunda $\frac{91 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 46$ kg/s SiO_2 eriydi, $\frac{91 \cdot 144}{6 \cdot 20} = 109$ kg/s H_2SiF_6 hosil

bo'ladi va $\frac{91 \cdot 2 \cdot 18}{6 \cdot 20} = 28$ kg/s H_2O hosil bo'ladi.

Sistemadagi umumiy suv miqdori:
 $15 = 4062 + 257 + 192 + 4 + 14 + 28 = 4572$ kg/s bo'lib, undan
 $442 + 149 = 591$ kg/s miqdori sarflanadi. Erkin holatda
 $4572 - 591 = 3981$ kg/s miqdordagi suv qoladi.

Erimaydigan qism (cho'kma) dagi, kg/s hisobida: $CaF_2=9$; $CaO=29$;
 $P_2O_5 = 24$; $Al_2O_3 = 9$; $Fe_2O_3 = 18$; erimaydigan qoldiq (SiO_2 ning H_2SiF_6
ga aylanishi hisobga olingan holda): $105 - 46 = 59$ kg/s bo'lganligi uchun
umumiy qoldiq miqdori: $9 + 29 + 24 + 9 + 18 + 59 = 148$ kg/s ga teng
bo'ladi.

Fosforitni nitrat-sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi

8.3-jadval

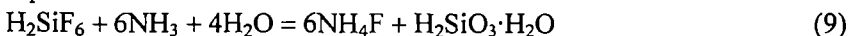
Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Konsentrat:		Ammoniydash bo'tqasi:	
P ₂ O ₅	1186	CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	2405
CaO	1426	Ca(NO ₃) ₂	1745
CaF ₂	187	H ₃ PO ₄	1540
Al ₂ O ₃	30	AlPO ₄	30
Fe ₂ O ₃	60	FePO ₄	79
erimaydigan qoldiq	105	HNO ₃	1096
H ₂ O	15	H ₂ SiF ₆	109
Jami	3009	erimaydigan qoldiq	148
Kislotalar eritmasi:		suv	3981
Nitrat kislota	2437	Jami	11133
Sulfat kislota	1625		
Suv	4062		
Jami eritma	8124		
Hammasi	11133		

Ammoniydash jarayonining moddiy hisobi

Ammoniydash jarayonida kislotali parchalashda hosil bo'lgan bo'tqa va 100% li gaz holatidagi ammiak reaktorga kelib tushadi.

Bo'tqani ammoniydash jarayonida CaSO₄·0,5H₂O, AlPO₄ va FePO₄ larning tarkibi o'zgarishsiz qoladi. Bo'tqani ammoniydashda barcha jarayonlar ketma-ket, parallel va bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi.

Kremneftorid kislotalaning ammiak bilan ta'siri quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:



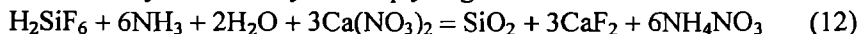
Hosil bo'lgan silikat kislota qizdirilganda parchalanadi:



Ammoniy ftorid kalsiy nitrat bilan ta'sirlashadi:



Reaksiyalar umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:



Qolgan kalsiy nitrat H₃PO₄ bilan ta'sirlashadi:



Ortiqcha fosfat kislotasi ammiak bilan neytrallanganda ammoniy fosfatga aylanadi:



Bo'tqadagi barcha nitrat kislotasi ammiakli selitruga aylanadi:



(12) reaksiya bo'yicha 109 kg/s H_2SiF_6 bilan quyidagi miqdordagi

moddalar ta'sirlashadi: $\frac{109 \cdot 6 \cdot 17}{144} = 77$ kg/s NH_3 ;

$$\frac{109 \cdot 2 \cdot 18}{144} = 28 \text{ kg/s } \text{H}_2\text{O} \text{ va } \frac{109 \cdot 3 \cdot 164}{144} = 373 \text{ kg/s } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2.$$

Bunda: $\frac{109 \cdot 60}{144} = 46$ kg/s SiO_2 ; $\frac{109 \cdot 3 \cdot 78}{144} = 178$ kg/s CaF_2 va

$\frac{109 \cdot 6 \cdot 80}{144} = 363$ kg/s NH_4NO_3 hosil bo'ladi.

Qolgan $1745 - 373 = 1372$ kg/s $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (13) reaksiya bo'yicha fosfat kislotasi bilan ta'sirlashadi. Natijada fosfat kislotasi sarfi:

$\frac{1372 \cdot 98}{164} = 820$ kg/s ni tashkil etadi, bunda: $\frac{1372 \cdot 136}{164} = 1138$ kg/s

CaHPO_4 va $\frac{1372 \cdot 2 \cdot 63}{164} = 1054$ kg/s HNO_3 hosil bo'ladi.

Ortiqcha $1540 - 820 = 720$ kg/s H_3PO_4 (14) reaksiya bo'yicha

$\frac{1372 \cdot 17}{98} = 125$ kg/s NH_3 ni bog'laydi va natijada $720 + 125 = 845$ kg/s

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ hosil bo'ladi.

Eritmadagi $1096 + 1054 = 2150$ kg/s HNO_3 (15) reaksiya bo'yicha:

$\frac{2150 \cdot 17}{63} = 580$ kg/s NH_3 ni bog'lashga sarflanadi va natijada: $2150 + 580$

$= 2730$ kg/s NH_4NO_3 hosil bo'ladi.

Ammoniylik jarayonida jami: $363 + 2730 = 3093$ kg/s NH_4NO_3 hosil bo'ladi. Buning uchun esa: $77 + 125 + 580 = 782$ kg/s NH_3 kerak bo'ladi.

Bo'tqa tarkibida, kg/s hisobida: $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} = 2405$; $\text{CaF}_2 = 178$; $\text{CaHPO}_4 = 1138$; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = 845$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 3093$; $\text{SiO}_2 = 46$; $\text{AlPO}_4 = 30$; $\text{FePO}_4 = 79$; erimaydigan qoldiq = 148, jami 7962 kg/s erigan va muallaq holatidagi moddalar bo'ladi.

Shart bo'yicha ammoniylash jarayonidan so'ng bo'tqa tarkibida 25% suv qolishi kerak edi. Uning miqdori:

$$\frac{7962 \cdot 25}{75} = 2654 \text{ kg/s ni tashkil qiladi.}$$

Shunday qilib, ammoniylash jarayonida: $3981 - (2654 + 28) = 1299$ kg/s suv bug'lanadi.

Bo'tqadagi $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ dan tashqari, jami ballast qo'shimchalar miqdori: $148 + 178 + 46 = 372$ kg/s ni tashkil etadi.

Ammoniylash jarayonining moddiy balansi

8.4-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Kislotali parchalash bo'tqasi:		Ammoniylangan bo'tqa:	
$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2405	$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2405
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1745	CaHPO_4	1138
H_3PO_4	1540	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	845
AlPO_4	30	NH_4NO_3	3093
FePO_4	79	AlPO_4	30
HNO_3	1096	FePO_4	79
H_2SiF_6	109	erimaydigan qoldiq	372
erimaydigan qoldiq	148	suv	2654
suv	3981	Jami bo'tqa	10616
Jami	11133	Suv bug'lari	1299
Ammiak (100% li)	782	Hammasi	11915
Hammasi	11915		

Agar ammoniylangan bo'tqani donadorlash yo'li bilan quritilsa, nitrofos mineral o'g'iti hosil bo'ladi. Nitrofoska olish uchun esa bo'tqaga kaliy xlorid qo'shilgandan so'ng donadorlash yo'li bilan quritiladi.

Ammoniylangan bo'tqaga kaliy xlorid qo'shish moddiy hisobi

Murakkab o'g'it tarkibiga yana bitta ozuqa elementi – kaliyni kiritish ammoniylangan bo'tqaga kaliy xlorid qo'shish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu komponentni qo'shish esa $\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 1:1$ nisbatida bajariladi. Shundan kelib chiqqan holda $1186 \cdot 0,98 = 1162$ kg/s K_2O qo'shish talab etiladi, bundagi 0,98 – eritmaga P_2O_5 ning o'tish darajasini ko'rsatadi.

$$\text{Qo'shiladigan K}_2\text{O miqdori: } \frac{1162 \cdot 2 \cdot 74,6}{94,2} = 1840 \text{ kg/s } 100\% \text{ li KCl}$$

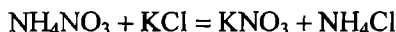
ga yoki

$$\frac{1840}{0,95} = 1937 \text{ kg/s } 95\% \text{ li KCl ga to'g'ri keladi.}$$

KCl bilan kiradigan qo'shimchalar miqdori:

$$1937 - 1840 = 97 \text{ kg/s ni tashkil qiladi.}$$

Jarayonga kiradigan KCl ning 90% qismi ammiakli selitra bilan reaksiyaga kirishadi:



bunda, $1840 \cdot 0,90 = 1656 \text{ kg/s}$ KCl sarflanadi va:

$$\frac{1656 \cdot 101,1}{74,6} = 2244 \text{ kg/s KNO}_3 \text{ hamda } \frac{1656 \cdot 53,5}{74,6} = 1188 \text{ kg/s NH}_4\text{Cl}$$

hosil bo'ladi.

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ sarfi: } \frac{1656 \cdot 80}{74,6} = 1776 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Murakkab o'g'it tarkibida: $3093 - 1776 = 1317 \text{ kg/s NH}_4\text{NO}_3$,
shuningdek, $1840 - 1656 = 184 \text{ kg/s KCl}$ qoladi.

Bo'tqadagi qo'shimchalar miqdori ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ dan tashqari):

$$372 + 97 = 469 \text{ kg/s ni tashkil etadi.}$$

Bo'tqani KCl bilan aralashtirish moddiy balansi

8.5-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Bo'tqa:		Donadorlanadigan bo'tqa:	
CaHPO ₄	1138	CaHPO ₄	1138
CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	2405	CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	2405
NH ₄ NO ₃	3093	NH ₄ H ₂ PO ₄	845
NH ₄ H ₂ PO ₄	845	NH ₄ NO ₃	1317
AlPO ₄	30	KNO ₃	2244
FePO ₄	79	NH ₄ Cl	1188
eritmaydigan qo'shimchalar	372	KCl	184
suv	2654	AlPO ₄	30
Jami bo'tqa	10616	FePO ₄	79
KCl (texnik tuz):		eritmaydigan qo'shimchalar	469

KCl	1840	suv	2654
qo'shimchalar	97	Jami	12553
Jami KCl	1937		
Hammasi	12553		

Retur miqdorini aniqlash

Retur – tayyor mahsulotning standartiga zarracha o'lchami bo'yicha javob bermaydigan mayda (2 mm dan kichik o'lchamdagi) fraksiyasi bo'lib, uni jarayonga qaytariladi. Bunda uni oxirgi – donadorlash va quritish bosqichiga qo'shish maqsadga muvofiq bo'ladi. Returni quritish bosqichidan oldin bo'tqaga qo'shiladi va bunda bo'tqadagi namlik $\frac{2654 \cdot 100}{12553} = 21,14\%$ bo'lib, retur qo'shilgach namlik 5,5% gacha pasayadi. Ma'lumki, returning namligini 1,5% deb olingan edi. Bo'tqaga nisbatan qo'shiladigan retur miqdori: $\frac{21,14 - 5,5}{5,5 - 1,5} = \frac{15,64}{4} = 3,91$ marta ko'proq bo'ladi.

Bo'tqaga qo'shiladigan retur miqdori: $12553 \cdot 3,91 = 49082$ kg/s.

Quritgichda ajraladigan namlik miqdori:

$$2654 - \frac{(12553 - 2654) \cdot 1,5}{98,5} = 2654 - 151 = 2503 \text{ kg/s}$$

bunda, 1,5 – tayyor mahsulotdagi namlik miqdori, % hisobida.

Hosil bo'ladigan tayyor mahsulot miqdori:

$$12553 - 2503 = 10050 \text{ kg/s.}$$

Bu 10050 kg/s mahsulotdan yo'qolish 0,5%, ya'ni 50 kg/s ni tashkil etsa, tayyor mahsulot miqdori 10000 kg/s bo'ladi.

Olingan murakkab o'g'itdagi ozuqa moddalar N:P₂O₅:K₂O nisbatlarini aniqlash.

Quritish jarayonining moddiy balansi

8.6-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Bo'tqa:			
CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	2405	Quruq retur	48346
CaHPO ₄	1138	Returdagi namlik	736
NH ₄ H ₂ PO ₄	845	Jami retur	49082
NH ₄ NO ₃	1317	Quruq mahsulot	9899
NH ₄ Cl	1188	Mahsulotdagi namlik	151
KNO ₃	2244	Jami mahsulot	1050
KCl	184	Suv bug'lari	1503
AlPO ₄	30	Hammasi	61635
FePO ₄	79		
eritmaydigan qo'shimchalar	469		
suv	2654		
Jami bo'tqa	12553		
Quruq retur	48346		
Returdagi namlik	736		
Jami retur	49082		
Hammasi	61635		

Azot miqdori:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{1310 \cdot 2 \cdot 14}{80} = 459 \text{ kg/s}$$

$$\text{KNO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{2233 \cdot 14}{101} = 309 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl tarkibida: } \frac{1182 \cdot 14}{53,5} = 309 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{841 \cdot 14}{115} = 102 \text{ kg/s}$$

$$\text{Jami: } 1179 \text{ kg/s}$$

Mahsulotdagi fosfor miqdori:

$$\text{CaHPO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{1132 \cdot 31}{136} = 258 \text{ kg/s}$$

$$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{841 \cdot 31}{115} = 227 \text{ kg/s}$$

$$\text{AlPO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{30 \cdot 31}{235} = 4 \text{ kg/s}$$

$$\text{FePO}_4 \text{ tarkibida: } \frac{79 \cdot 31}{151} = 16 \text{ kg/s}$$

$$\text{Jami: } \quad \quad \quad \mathbf{505 \text{ kg/s}}$$

505 kg/s fosforgia to'g'ri keladigan P_2O_5 miqdori:

$$\frac{505 \cdot 142}{62} = 1156 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5.$$

Mahsulotdagi kaliy miqdori:

$$\text{KNO}_3 \text{ tarkibida: } \frac{2233 \cdot 39}{101} = 863 \text{ kg/s}$$

$$\text{KCl tarkibida: } \frac{183 \cdot 39}{74,5} = 96 \text{ kg/s}$$

$$\text{Jami: } \quad \quad \quad \mathbf{959 \text{ kg/s}}$$

959 kg/s kaliyga to'g'ri keladigan K_2O miqdori:

$$\frac{959 \cdot 94}{78} = 1156 \text{ kg/s } \text{K}_2\text{O}$$

Nitrofoskadagi ozuqa moddalari miqdori, % hisobida:

$$\frac{1179 \cdot 100}{10000} = 11,79\% \text{ N}$$

$$\frac{1156 \cdot 100}{10000} = 11,56\% \text{ P}_2\text{O}_5$$

$$\frac{1156 \cdot 100}{10000} = 11,56\% \text{ K}_2\text{O}$$

Olingan murakkab o'g'itdagi ozuqa komponentlar nisbatlari:

$$\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 1,02:1:1$$

Nitrofoskadagi suvda eruvchan fosfor miqdori: $\frac{227 \cdot 100}{505} = 45\%$ va sitratda eruvchan (o'zlashuvchi fosfor miqdoriga nisbatan) esa 55% ni tashkil etadi. Bu esa sanoat ishlab chiqarishiga monand keladi.

Qadoqlash jarayonining moddiy balansi

8.7-jadval

Kirish		Chiqish (sarf)	
komponentlar	kg/s	komponentlar	kg/s
Quruq mahsulot	9899	Yo'qolish	50
Mahsulotdagi namlik	151	Mahsulot:	
Jami	10050	CaSO ₄ ·0,5H ₂ O	2393
		CaHPO ₄	1132
		AlPO ₄	30
		FePO ₄	79
		NH ₄ H ₂ PO ₄	841
		NH ₄ NO ₃	1310
		NH ₄ Cl	1182
		KNO ₃	2283
		KCl	183
		eritmaydigan qo'shimchalar	467
		suv	150
		Jami mahsulot	10000
		Hammasi	10050

5- §. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish

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, pestisidlar va o'simliklarni o'stiruvchi modda (stimulyator) 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 xarajatlarining 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 talablardan biri – saqlash va ishlatishda qiyinchiliklar kelib chiqmasligi uchun ulardagi tuzlarning kristallanish harorati past bo'lishi kerak.

Suyuq kompleks o'g'itlar uchun fosforning manbasi sifatida ekstraksiyon ortofosfat yoki aniqrog'i, polifosfat kislotasi xizmat qiladi, uni

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'miga 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 $NH_3:P_2O_5 = 1,6$ molyar nisbatigacha neytrallanishidan olingan 1:1:1 markali suyuq o'g'it $0^\circ C$ da kistallantirilmagani holda tarkibida 17% gacha ozuqa elementlari tutadi. Agar ammoniy nitrat o'miga karbamid ishlatilsa, u holda ozuqa elementlari konsentratsiyasini 28% gacha oshirish mumkin. Ozigina qo'shimcha sovutish (taxminan $5^\circ C$ ga) natijasida bu eritmalar uzoq vaqt to'yingan holatda turishi mumkin. Ammoniy nitrat asosida tayyorlangan eritmalaridan birinchi navbatda kaliy nitrat kristallana boshlaydi, ammoniy nitrat karbamidga almashtirilsa, cho'kmaga dastlab kaliy xlorid ajraladi.

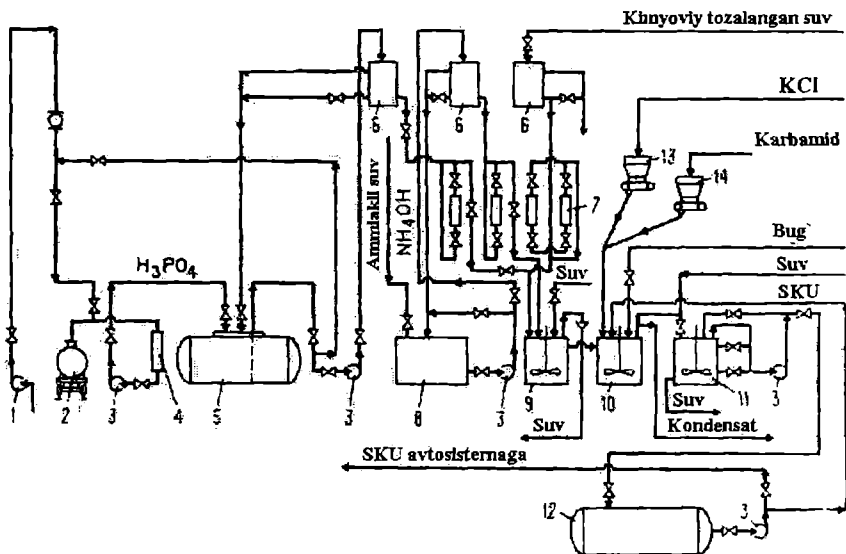
9-9-9 markali SKO' – termik fosfat kislotasi, karbamid, ammiakli suv va kaliy xlorid asosidagi eritmadir. Undagi har bir ozuqa elementning miqdori $9 \pm 0,5\%$ (jami – 27% dan kam emas) ni tashkil etadi. $15-25^\circ C$ haroratdagi o'g'it zichligi $1230-1250 \text{ kg/m}^3$ ni, $pH = 6,5-7,5$ ga tengdir.

10-34-0 markali SKO' – superfosfat kislotasi, 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 $-18^\circ C$ dan yuqori, qovushqoqligi 50 MPa·s, $pH = 6-7$ bo'ladi. Uni 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 kislotani ammiak bilan neytrallashtirish orqali issiq aralashtirishda ammoniy orto- va polifosfatlarining asosiy eritmaları olinadi. Sovuq aralashtirish usuli iste'molchiga yaqin hududda kichik qurilmalarda ishlatiladi. Bunda o'g'it – asosiy eritmaga karbamid, ammoniy nitrat, kaliy tuzlari qo'shish orqali ozuqa moddalarining talab etiladigan nisbatida tayyorlanadi.

8.25-rasmda suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemalaridan biri tasvirlangan. Bu sxema bo'yicha termik fosfat kislotasi $60^\circ C$ haroratda ammiakli suv bilan neytrallanadi. So'ngra eritmaga ($pH = 6,5-7,5$;

$\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4 = 1,8\div 1,9$ molyar nisbati) karbamid va kaliy xlorid qo'shiladi. Olinadigan suyuq o'g'it tarkibida 27% ozuqa elementlari (9–9) bo'ladi.



8.25-rasm. Suyuq kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish sxemasi:

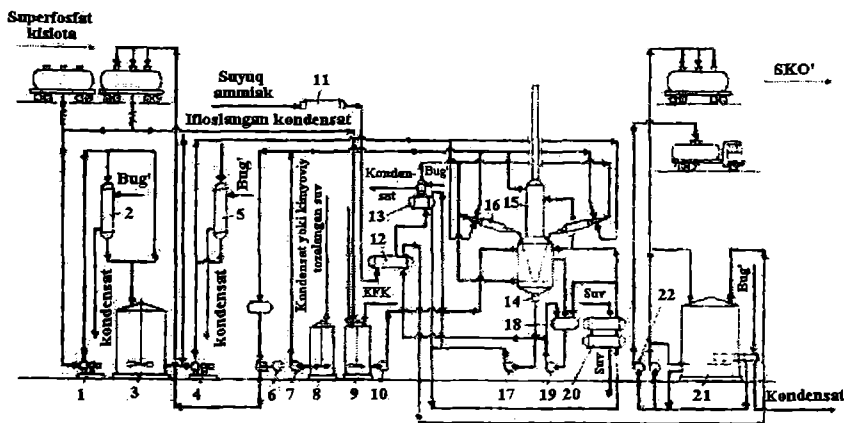
1 – vakuu-nasos; 2 – temir yo'l sistemasi; 3 – markazdan qochma nasoslar; 4 – sifonli qurilma; 5 – fosfat kislota saqlagichi; 6 – quyuvchi bak; 7 – rotametrilar; 8 – ammiakli suv bilan ta'minlash baki; 9 – fosfat kislota neytrallagichi; 10 – tuzlarni eritish uchun jihoz; 11 – oxirgi aralashtirish (aralashtirishni tugallash) uchun jihoz; 12 – SKO ombori; 13, 14 – ta'minlagichli bunker.

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°C) ammoniyashtirish orqali olinadigan ammoniy polifosfatlar eritmalari asosida yuqori konsratsiyali o'g'itlar asosi: 10–34–0, 11–37–0 va boshqalar tayyorlanadi. Bu eritmalarni uchlamchi suyuq o'g'itlar ishlab chiqarish uchun ishlatish naf keltirmaydi, chunki ulardagi ozuqa moddalar konsratsiyasining 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 ekstraksiyon polifosfat kislotasi ishlatiladi. Jarayon – 70–120°C haroratgacha qizdirilgan kislotani kichik hajmdagi (o'tish vaqti 0,1–0,2 s) quvvurli reaktorda 1,38 MPa bosim ostida beriladigan gaz holatdagi ammiak bilan neytrallashtirish orqali amalga oshiriladi (8.26-rasm). Reaktorning bir soatdagi ishlab chiqarish unumdorligi kislotasi 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. Neytrallashtirishni $NH_3:P_2O_5$ molyar nisbati 3 ga yaqin bo'lganda o'tkaziladi. Reaktordan chiqadigan suyuqlanma dastlabki ammoniyashtirgichga tushadi, u yerga ammiakli suv va gaz holatdagi ammiak, shuningdek, issiqlik almashtirgichning sovuq eritmasi ham kiritiladi. Ammoniyashtirgichda 50–90°C haroratda va pH = 5÷6,2 da hosil bo'ladigan eritmaning qisman issiqlik almashtirgichga – birin-ketin reaktor va dastlabki ammoniyashtirishga qaytib kelish orqali uzatiladi, qisman esa – suyuq ammiakni bug'latgichga va so'ngra gaz holatdagi ammiak bilan pH = 6,2÷6,7 gacha qo'shimcha neytrallashtirishga 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, pH = 6, 25°C haroratdagi zichligi – 1420 kg/m³ ga teng. 10–34–0 markali SKO' – 52–54% P_2O_5 konsentratsiyagacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotani aralashtirgichli silindrik reaktorlarda gaz holatdagi ammiak bilan neytrallashtirish asosida ham olinishi mumkin. Boshlang'ich kislotasi 150–200°C haroratgacha qizdiriladi va reaktordan va aralashtirgichdan ajralib chiqadigan ammiakni tutib qolish uchun skrubberga beriladi. So'ngra belgilangan me'yordagi kislotasi reaktorga berib turiladi, u yerda 240°C haroratda ammoniy polifosfatlarining suyuqlanmasi hosil bo'ladi. Suyuqlanmani eritish 80–85°C haroratda aralashtirgichda amalga oshiriladi, u yerga ammiakli suv va (agar lozim bo'lsa) gaz holatdagi ammiak beriladi. Aralashtirgichda hosil qilinadigan SKO' tarkibida muallaq mayda qattiq zarrachalar (aluminium va temir fosfatlari) bo'ladi. Mahsulotdagi kondensirlangan fosfatlar ulushining 20–40 dan 50–60% gacha ortishi natijasida muallaq zarrachalar keskin kamayadi.



8.26-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.

Fosforitlardan olingan, ionitli usul bilan ma'lum darajada tozalangan va ammoniy nitrat ishtirokida 50–60% P_2O_5 gacha bug'latilgan ekstraksiyon fosfat kislotasi tarkibida ham qandaydir darajadagi polifosfatlar bo'ladi, chunki kislotasi tarkibidagi qo'shimchalar polifosfatlar hosil bo'lishini kuchaytiradi. 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 $pH = 6,2 \div 6,7$ gacha qo'shimcha neytrallanish orqali yaxshi fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan SKO' ham olinadi.

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'almas va harakatlanuvchi qurilmalarda azot va kaliy bo'lgan komponentlar bilan aralashtiriladi. Buning uchun aralashtirgichga 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.

Bunday qurilmalar ko'pincha 50 km masofagacha joylashgan iste'molchiga suyuq o'g'it yetkazib berishda foydalaniladi.

Muallaq holatda erimaydigan tuzlar, stabilizatorlar va boshqa moddalardan iborat mayda dispersiyali suyuq kompleks o'g'itlar – *suspenziyali suyuq kompleks o'g'it* (SSKO') lar deyiladi. SSKO' sifati – uning zichligi, qovushqoqligi, qattiq zarrachalar o'lchami, qattiq fazaning cho'kish darajasi va pH 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 (kislota 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.

KCl mayda kristallarini ishlatish SSKO' da uning cho'kishini yo'qotadi. Eritmani 25°C gacha sovutilishi 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 sovutiladi. O'g'itlarni issiq aralashtirishda ammoniy fosfatning qaynoq eritmasiga qattiq tuzlarni qo'shmaslik kerak. Bunda tuzlarning yirik kristallar hosil qilgan holda qayta kristallanishi kuzatiladi. Yaxshisi dastlab ammoniy fosfat eritmasi tayyorlanadi, uni sovutiladi va so'ngra 0,85 mm dan mayda o'lchamdagi kaliy xlorid zarrachalari qo'shiladi.

SSKO' konsentratsiyasining ortishi kristallarning o'sishi va cho'kish tezligiga ta'sir etmaydi, ammo sistemaning qovushqoqligi ortadi. Shuning uchun talab etiladigan konsentratsiya va qovushqoqlikni ta'minlab turilishi kerak. Bu esa qattiq zarrachalarning tez cho'kib qolishini oldini oladi. SSKO' konsentratsiyasining yuqori chegarasi uning jihozlar texnik tavsifiga muvofiq keladigan maksimal qovushqoqligi orqali aniqlanadi.

7–20–0 markali suspenziyalantirilgan suyuq kompleks o'g'it (SSKO') – ekstraksiyon fosfat kislota va ammiakli suv asosidagi sekin yoyiladigan, loyqali suspenziyadir. Uning tarkibida 6,5–8%N, 19–21%

P_2O_5 bo'ladi. O'g'itning $pH = 6\div 7,5$ ga teng bo'lishi kerak; tinish darajasi – 50% dan ko'p emas; uni saqlash va tashish $-15^\circ C$ dan past bo'lmagan haroratda yopiq uglerodli po'latdan yasalgan idishlarda amalga oshirilishi kerak.

6- §. Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish

Kompleks o'g'itlar nafaqat boshlang'ich materiallarni kimyoviy qayta ishlanishi orqali, balki tayyor o'g'itlarni aralash tirilishi orqali ham olinadi. Bunday o'g'itlar aralash o'g'itlar, uning tayyorlanishi esa aralashmali jarayon deyiladi.

Agrokimyoviy sifati jihatidan aralash o'g'itlar amalda murakkab o'g'itlardan farqlanmaydi. Ularning yutug'i shundaki, qishloq xo'jaligi 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 moddalari har xil nisbatidagi aralashmalar tayyorlanadi, bunda har bir ozuqa elementi turli xil komponent tarzida aralashma tarkibiga kirishi mumkin. Masalan, azot – ammoniy nitrat, karbamid, ammoniy fosfatlari va h.o. tarzida; fosfor – superfosfatlar, ammosfos va boshqalar tarzida bo'lishi mumkin. Aralash tiriladigan o'g'itlar turiga bog'liq holda aralashmadagi ozuqa moddalarning umumiy miqdori katta chegarada – oddiy superfosfat, ammoniy sulfat yoki ammiakli selitra ishlatilganda 25–30% dan qo'shaloq superfosfat, 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 uchdan bir qismi aralash o'g'itlar hissasiga to'g'ri keladi. Ayrim mamlakatlar (Angliya, AQSH) da umumiy o'g'it ishlab chiqarishning 60–70% qismini aralash o'g'itlar tashkil qiladi.

Amalda ularni ishlatish ko'rsatadiki, ozuqa moddalar nisbatining variantlari nisbatan ko'p sonda emas. Masalan, paxtaga $N:P_2O_5:K_2O$ nisbati: 1:2:0; 1:0,5:0 yoki 1:1:0; donli ekinlarga – 1:2:2; 1:2:1 yoki 1:1:1; shakar lavlagiga esa – 1:2:1; 1:1,5:1,5 va hokazo bo'lgan aralashmalar taklif etiladi.

Aralash o'g'itlarda asosiy ozuqa elementlari (N + P + K) dan tashqari, mikroelementlar, gerbisidlar, o'stiruvchi moddalar va boshqalar bo'ladi. Aralashmalardagi ortiqcha kislotalilikni neytrallash va fizik

xossalarini yaxshilash uchun ularga qisman qo‘shimchalar – suyak yoki fosforit uni, bo‘r, ohaktosh, dolomit va boshqalar kabi to‘ldiruvchilar kiritiladi.

Aralash o‘g‘itlar kukunsimon holatda ham, donador shaklda ham ishlab chiqariladi. Qattiq o‘g‘itlarni aralashtirishda boshlang‘ich komponentlar quruq va sochiluvchan bo‘lishi kerak; bundan tashqari, iloji boricha, zarrachalarning yirikligi va zichligi bo‘yicha bir-biriga yaqin bo‘lishi lozimdir. Bu talablarga javob bermaydigan materiallarni bir jinsli o‘g‘itlarga aylantirish qiyindir. Turli xil o‘lcham va zichlikdagi donachalardan iborat aralashma *segregatsiyaga* uchraydi, ya‘ni ajralib qoladi va saqlash, tashish, tuproqqa mashinali solishda bir tekisda tushmaydi. Tashqi kuch ta‘sirida (masalan, tashishda) – mayda o‘lchamdagi yoki katta zichlikdagi zarrachalar yirik zarrachalar orasidagi bo‘shliqlar orqali kuch yo‘nalishi ta‘sirida suzilib qoladi. Demak, har xil o‘lcham va zichlikdagi zarrachalarni aralashtirilishidan deyarli bir jinsli bo‘lgan aralashma hosil qilib bo‘lmaydi.

Segregatsiya darajasi turli fraksiyali zarrachalar o‘lchamining nisbatiga, ularning zichliklari nisbatiga va tashqi kuch kattaligiga bog‘liqdir. O‘lchamlari farqlanadigan donachalarda segregatsiyani yo‘qotishining iloji yo‘q. Shuning uchun nafaqat kukunsimon yoki donadorlangan mahsulotlarning aralashmasidan, balki komponentlarni aralashtirilgandan so‘ng donadorlashni amalga oshirilib ham aralash o‘g‘itlar olinadi.

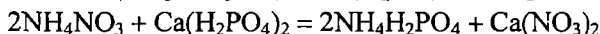
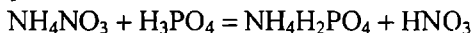
Hozirgi paytda ayrim korxonalarda o‘g‘itlarni aralashtirish qo‘shimcha kimyoviy qayta ishlash – kislotalar (fosfat, nitrat, sulfat) va materiallarni neytrallovchi (gaz holatdagi ammiak, suyuq ammiakatlar va boshqa reagentlar) kiritish bilan birgalikda olib borish, shuningdek, suv o‘rniga eritmalar va suyuqlanmalar ishlatish orqali amalga oshirilmoqda. Buning natijasida komponentlarni aralashtirishda va donadorlashda kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘ladi, mahsulotning donachalari esa mustahkam va bir jinsli bo‘ladi. Kimyoviy reaksiyalar issiqligi hisobiga donachalarning qurishi sodir bo‘ladi. Bunday aralash o‘g‘itlar murakkab o‘g‘itlardan deyarli farqlanmaydi; ba‘zan ularni *murakkab-aralash* o‘g‘itlar deyiladi.

O‘g‘itlar antagonizmi va sinergizmi. Aralash kompleks o‘g‘itlar olishda nomaqbul kimyoviy jarayonlarning sodir bo‘lishi (uchuvchan mahsulotlarning hosil bo‘lishi yoki o‘zlashmaydigan shaklga retrogradatsiyalanishi) natijasida ozuqa moddalarning yo‘qotilishini va

o'g'itlarning fizik xossalarining yomonlashishini e'tiborga olish kerak. Bu o'g'itlar *antagonizmi* deb ataladigan hodisaga sabab bo'ladi.

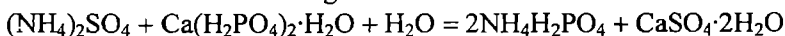
O'g'itlar alohida-alohida bo'lgan holatdagiga nisbatan ular birgalikda solinganda ularning agrokimyoviy ta'siri yuqori samarali bo'lishi *sinergizm* tushunchasi orqali tushuntiriladi. Sinergizm – yunoncha «sinergos» – birgalikda ta'sir etuvchi, ya'ni birgalikda va funksional bir jinsli ta'sir etuvchi ma'nosiga egadir; o'g'itlar sinergizmini shartli ravishda ularning zararli qo'shimcha jarayonlar kuzatilmaydigan yaxshi agrokimyoviy va fizik xossali aralashmalar hosil qilish xususiyati deb ham ataladi.

Masalan, superfosfatni ammiakli selitra bilan aralashtirilganda:



reaksiyalari natijasida azotning bir qismi (HNO_3 yoki azot oksidlari tarzida) yo'qotiladi va nisbatan gigroskopik birikma – kalsiy nitratning paydo bo'lishi natijasida aralashmaning fizik xossalari boshlang'ich komponentlarga nisbatan yomonlashadi. Aralashmaga neytrallovchi qo'shimchalar kiritish (masalan, uni qo'shimcha ammoniyashtirish) natijasida nitrat 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 bir oz 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 tugagach, 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 xossali o'g'itli aralashma olinadi; ularni ammoniy nitrat yoki karbamid bilan aralashtirilishidan – nam havoda saqlanganda sochiluvchanligi yomonlashadigan o'g'it olinadi.

Mineral o'g'itlar															
	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	NaNO ₃ va KNO ₃	NH ₄ NO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄ va NH ₄ Cl	CO(NH ₂) ₂	Fosforit va suyak uni	Superfosfat (oddiy va qo'shaloq)	CaHPO ₄	Tomasshlak, termofosfatlar	KCl, kaliyli tuzlar	K ₂ SO ₄ , kalimagneziya	Kainit	Ammoniy fosfatlari	Ammoniy/lashtirilgan superfosfat	Ohak, ohaktosh
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	x	√	?	?	?	?	?	√	?	?	?	√	?	?	√
NaNO ₃ va KNO ₃	√	x	?	?	?	?	√	?	?	?	?	?	√	?	√
NH ₄ NO ₃	?		x	?	?	?	√	?	?	?	?	√	?	√	?
(NH ₄) ₂ SO ₄ va NH ₄ Cl	?			x	√	√	√	?	?	?	?	√	?	?	?
CO(NH ₂) ₂	?	?	?	√	x	?	?	√	√	?	?	?	√	?	√
Fosforit va suyak uni				√	?	x	?	?	?	√	√	√	√	?	?
Superfosfat (oddiy va qo'shaloq)	?	√	√	√	?	?	x	?	?	?	?	√	√	?	?
CaHPO ₄	√				√			x	?						
Tomasshlak, termofosfatlar	?		?	?	√	?	?	?	x	√	√	√	?	?	?
KCl, kaliyli tuzlar	?				?	√			√	x					√
K ₂ SO ₄ , kalimagneziya	√					√	?		√		x			√	√
Kainit	?	√	√	√	?	√	√		√			x		√	√
Ammoniy fosfatlari	√				√	√	√		?				x		?
Ammoniy/lashtirilgan superfosfat	?	√	√		?	?			?	√	√			x	?
Ohak, ohaktosh	√		?	?	√	?	?			√	√	√	?	?	x

8.27-rasm. O'g'itlarni aralashtirish diagrammasi.

Katakchalar:



– aralashtirish mumkin;



– o'g'itni solishdan oldin aralashtirish mumkin;



– aralashtirib bo'lmaydi.

U yoki bu o'g'itli tuzlarni aralashtirish imkoniyatlari haqidagi masalani yechish uchun nazariy tushunchalar va tajriba ma'lumotlari asosida tuzilgan turli diagrammalarga qo'llaniladi. Lekin o'g'itlar

antagonizmi yetarlicha o'rganilmagan va shuning uchun ba'zida turli aralashtirish diagrammalari bir-biriga zid bo'lgan ma'lumotlar beradi. 8.27-rasmda shunday diagrammalardan biri keltirilgan. Bu diagrammadagi gorizont va vertikal qatorlarda muvofiq ravishdagi har xil turdagi tuzlar belgilangan. O'g'itlarning aralashtirish mumkinligi gorizont va vertikal yo'nalishdagi qatorlarning kesishishidan aniqlanadi: ■ – katakchalar aralashtirish mumkinligini; ▣ – katakchalar o'g'itlarni solishdan oldin aralashtirish lozimligini; ? – katakchalar esa aralashtirish mumkin emasligini ko'rsatadi. O'g'itlarni aralashtirish doirasini ularga mikroelementlar qo'shish orqali yanada kengayishi mumkin, lekin ushbu diargammada buni hisobga olinmagan.

Aralash o'g'itlar ishlab chiqarish. Aralash o'g'itlar kimyoviy korxonalarda va iste'molchiga yaqin hududlardagi maxsus aralashmali stansiyalarda tayyorlanadi. Aralash o'g'itlarni iste'molchilarning o'zлари tomonidan ham sodda usullarda tayyorlanadi.

Aralashmalar aralashtirgich tuzilmasi va jihozlarning joylanishi bilan farqlanadigan turli xil qurilmalarda ishlab chiqariladi. Qurilmalar davriy yoki uzluksiz sxemalar bo'yicha ishlaydi. Davriy ishlaydigan qurilmalarga teng quvvatli bo'lgan uzluksiz aralashtirish prinsipi bo'yicha ishlaydigan qurilmalar ancha ixcham bo'lib, ishlatilishi sodda, tayyorlash uchun kam metall sarflanadi. Bundan tashqari, jarayonning uzluksizligi tufayli yetarli darajadagi bir jinsli aralashma hosil bo'ladi. 8.28-rasmda aralashtirish qurilmasining umumiy ko'rinishi tasvirlangan.

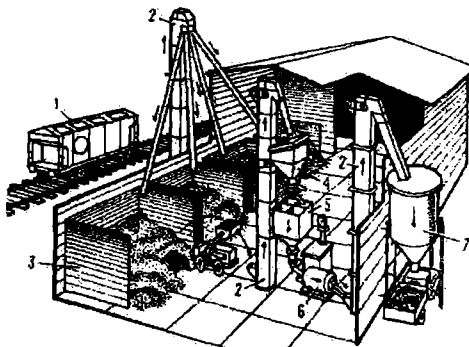
Aralashmalar uchun soddalashgan konstruksiyali (statsionar) qo'zg'aimas (8.29–8.31-rasmlar) va harakatli qurilmalar (RUM-3, 1-RMG-4, NRU-0,5) ishlatiladi.

Aralashmalar tayyorlash jarayonlarida: o'g'itlarni aralashtirishga tayyorlash; komponentlarni aralashtirish qurilmalariga uzatish; komponentlarni me'yorlashtirish va aralashtirish; aralashmalarni tashuvchi vositalarga yuklash yoki omborga uzatish kabi ishlar bajariladi.

Kurakli aralashtirgichlardan foydalanish – aralashma bo'yicha kattagina solishtirma yuklamada ham yuqori sifatli aralashtirilishga erishish imkoniyatini yaratadi. Bunda ikki o'qli aralashtirgichdan chiqadigan ozuqa moddalari 1:1:1 va 0:1:2 nisbatli aralashmaning bir jinsli bo'lmagan qismi 8% dan oshmaydi.

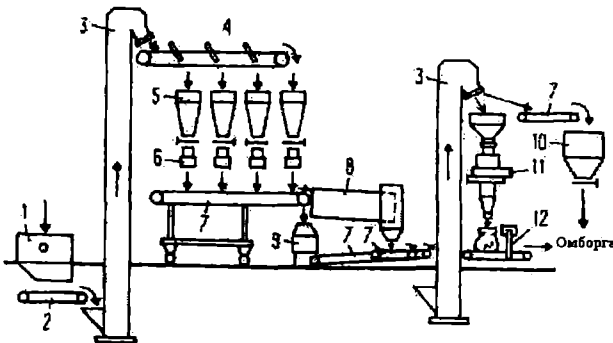
O'g'itlar ostki qismi suv o'tkazmaydigan maxsus omborlarda saqlanadi. Har bir turdagi o'g'it omborlarning yog'och to'siqlar bilan ajratilgan alohida bo'lmalarida turadi. Quruq kunlarda ombor xonalari

shamollatib turiladi, ob-havo namgarchilik sharoitida eshik va derazalar berkitib qo'yiladi.



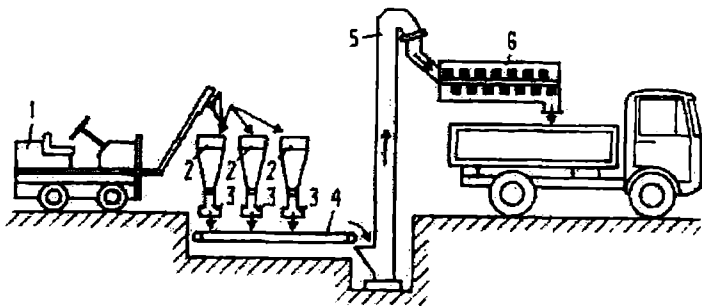
8.28-rasm. Aralashtirish qurilmasining umumiy ko'rinishi (AQSH):

- 1 – temir yo'l vagoni; 2 – elevatorlar; 3 – omborlar bo'limi; 4 – alohida o'g'itlar taqsimlagich bunker; 5 – aralashtiriladigan o'g'itlar me'yorlashtirgich bunker; 6 – barabanli aralashtirgich; 7 – tayyor aralashma uchun bunker.



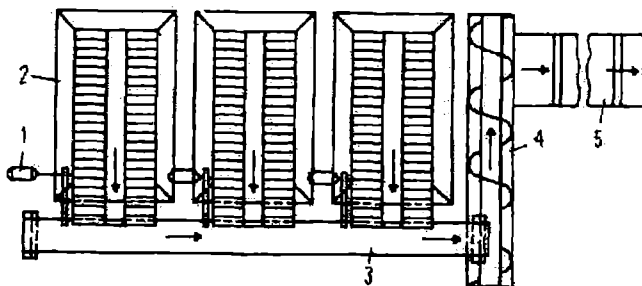
8.29-rasm. NIUIF Ramen agrokimyotajriba stansiyasining uzluksiz ishlaydigan qurilmasi (Rossiya):

- 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.



8.30-rasm. Kuban qishloq xo'jaligi instituti qurilmasi (Rossiya):

- 1 – yuklovchi mashina; 2 – komponentlar uchun bunkerlar;
 3 – me'yorlashtirgichlar; 4 – transportyor; 5 – elevator; 6 – aralashtirgich.



8.31-rasm. Jitomir viloyati agrosanoati Chernyaxov bo'limining qurilmasi:

- 1 – ko'tarib tashlagich bunkerning elektrodvigateli; 2 – bunkerlar; 3 – lentali transportyor; 4 – aralashtirgich; 5 – og'dirilgan transportyor.

Pedagogik texnologiyalar interfaol strategiyalarining qo'llanilishi

Mavzularni o'rganishda pedagogik texnologiyalarning quyidagi interfaol usullaridan foydalanish tavsiya etiladi: kompleks mineral o'g'itlar va ularning turlari bo'yicha **klasterlar tuzish**; kompleks mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda **insert usulidan** foydalanish; o'rganilgan materialni mustahkamlash uchun **sinkveynlar** yoki **Venn diagrammalari tuzish** va hokazo.

Tayanch soʻz va iboralar

1. Murakkab oʻgʻitlar
2. Kaliy nitratning xossalari
3. Kaliy nitratning olinish usullari
4. Kaliy nitrat ishlab chiqarish
5. Nitrat kislota asosida kaliy nitrat olish
6. Kaliy ortofosfat
7. Kaliy metafosfat
8. Ammoniy fosfatlarning xossalari
9. Ammofos olishning fizik-kimyoviy xususiyatlari
10. Monoammoniyfosfat
11. Diammoniyfosfat
12. Ammofos ishlab chiqarish
13. Tezkor ammoniyashtiruvchi bugʻlatgich
14. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich
15. Donadorlangan diammmofos
16. Ammofosfat
17. Superammofos
18. Qoʻshaloq superfosfat
19. Ammoniy poli- va metafosfatlar
20. Nitroammofos
21. Karboammofos
22. Nitroammofoska
23. Karboammofoska
24. Diammonitrofoska
25. Nitrat kislotali ajratma
26. Nitrofos
27. Nitrofoska
28. Reaktor-ammoniyashtirgich
29. Azofos
30. Azofoska
31. Nitrosuperammofos
32. Sulfasuperammofos
33. Suyuq kompleks oʻgʻitlar
34. 9–9–9 markali SKOʻ
35. 10–34–0 markali SKOʻ
36. Polifosfat kislotalar
37. Suspenziyalı suyuq kompleks oʻgʻitlar
38. Aralash oʻgʻitlar
39. Segregatsiya
40. Oʻgʻitlar antagonizmi
41. Oʻgʻitlar sinergizmi
42. Oʻgʻitlarni aralash tirish
43. Aralash oʻgʻitlar ishlab chiqarish

Nazorat uchun savollar

1. Kaliy nitratning xossalari va olinish usullarini ayting.
2. Kaliy nitrat ishlab chiqarishning konversiyali usulini tushuntiring.
3. Kaliy xlorid va nitrat kislota yoki azot oksidlaridan kaliy nitrat olish usulini tushuntiring.
4. Kaliy orto- va metafosfatlar qanday olinadi?
5. Ammoniy fosfatlarining xossalari ayting.
6. Ammoniy fosfatlar va ammofos ishlab chiqarishning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tushuntiring.
7. Diammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
8. Monoammoniyfosfat ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
9. Sanoatda ammofos qanday texnologik sxemalar asosida ishlab chiqariladi?

10. Changlatgichli quritgichda ammfos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
11. Ammfos suspenziyasini bug‘latish va donadorlash orqali ammfos ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
12. Tezkor ammoniyashtiruvchi bug‘latgichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
13. Ammoniyashtiruvchi donadorlagichning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
14. Ammoniyashtiruvchi donadorlagich jihozi bilan donadorlangan ammfos olish sxemasini tushuntiring.
15. Donadorlangan diammfos nima?
16. Ammfosfatlar qanday o‘g‘it va ular qanday olinadi?
17. Superammfos o‘g‘iti ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
18. Intensivlangan usulda ammfos-Q olish usulini tushuntiring.
19. Ammoniy poli- va metafosfatlarning olinish usullarini tushuntiring.
20. Nitroammfosfatlar va karboammfosfatlar qanday olinadi?
21. Diammonitrofoska ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
22. Fosfatlarni nitrat kislotali parchalashning fizik-kimyoviy asoslarini tushuntiring.
23. Nitrat kislotali ajratma nima va u qanday usullar bilan qayta ishlanadi?
24. Nitrofoska ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
25. Azofoska ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
26. Nitrosuperammfos ishlab chiqarish usulini tushuntiring.
27. Sulfasuperammfos olish usulini tushuntiring.
28. Suyuq kompleks o‘g‘itlarga qanday talablar qo‘yiladi va ularning tarkibi qanday bo‘ladi?
29. Suyuq kompleks o‘g‘itlar ishlab chiqarish sxemasini tushuntiring.
30. Segregatsiya nima?
31. O‘g‘itlar antagonizmi deganda nimani tushunasiz?
32. O‘g‘itlar sinergizmi tushunchasini izohlang.
33. Aralash o‘g‘itlar olishdagi talablarni ayting.
34. Aralash o‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayonlarini tushuntiring.

Adabiyotlar

1. G‘afurov Q., Shamshidinov I. Mineral o‘g‘itlar va tuzlar texnologiyasi. – T.: «Fan va texnologiya», 2007. – 352 b.

2. Kattayev N. Kimyoviy texnologiya. – T.: «Yangiyul polygraph service» MCHJ, 2008. – 432 b.
3. Исмаатов А.А., Отақўзиёв Т.А., Исмоилов Н.П., Мирзаев Ф.М. Ноорганик материаллар кимёвий технологияси. – Т.: «Ўзбекистон», 2002.
4. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л., «Химия», 1989. – 352 с.
5. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. – М.: «Химия», 1987. – 464 с.
6. Кононов А.А., Стрелин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. – М.: «Химия», 1988. – 320 с.
7. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения. – М.: «Химия», 1987. – 256 с.
8. Набиев М.Н. Азотнокислотная переработка фосфатов. В 2-х томах. – Ташкент: «ФАН», 1976. – 820 с.
9. Гафуров К. Обесфторенные удобрения из фосфоритов Каратау. – Ташкент: «ФАН», 1992. – 200 с.
10. Копылов В.А., Завертяева Т.И., Андрейченко А.М., Буслакова Л.П. Производство двойного суперфосфата. – М.: «Химия», 1976. – 196 с.
11. Гафуров К. Ресурсосбережение и повышение экологической чистоты продуктов кислотной переработки фосфоритов Каратау: Авторф. дис. ... докт. техн. наук, – Ташкент, 1990. – 52 с.
12. Шамшидинов И. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау: Автореф. дис. ... канд. техн. наук, – Ташкент, 1994. – 25 с.

MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI	3
KIRISH	5
 I bob. MINERAL O‘G‘ITLARNING XALQ XO‘JALIGIDAGI AHAMIYATI, KLASSIFIKATSIYASI VA ASSORTIMENTI	
1- §. Tuproqqa mineral o‘g‘itlar solishning zarurati	6
2- §. O‘g‘itlar klassifikatsiyasi	8
3- §. Mineral o‘g‘itlarning assortimenti va asosiy tarkibi	12
<i>Nazorat uchun savollar</i>	14
<i>Adabiyotlar</i>	14
 II bob. MINERAL O‘G‘ITLAR TEXNOLOGIYASINING FIZIK-KIMYOVIY ASOSLARI. O‘G‘ITSIMON TUZLARNINING XOSSALARI	
1- §. Mineral o‘g‘itlar texnologiyasining fizik-kimyoviy asoslari	
2- §. O‘g‘itsimon tuzlarning xossalari	23
<i>Nazorat uchun savollar</i>	26
<i>Adabiyotlar</i>	27
 III bob. AZOTLI O‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQUARISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI	
1- §. Ammoniy sulfat ishlab chiqarish	28
2- §. Ammiakli selitra ishlab chiqarish	34
3- §. Karbamid (mochevina) ishlab chiqarish	49
4- §. Suyuq azotli o‘g‘itlar ishlab chiqarish	63

<i>Nazorat uchun savollar</i>	68
<i>Adabiyotlar</i>	69

**IV bob. FOSFORLI O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

1- §. Fosforning kislorodli birikmalari	70
2- §. Fosfat kislotasi va uning xossalari	72
3- §. Fosfatli minerallar	83
4- §. Elektrotermik usulda fosfat kislotasi ishlab chiqarish	92
5- §. Nordon va neytrallangan donador superfosfat ishlab chiqarish	114
6- §. Superfosfat ishlab chiqarishdagi ftorli gazlarini tutib qolish	132
7- §. Ekstraksiya fosfat kislotasi ishlab chiqarish	146
8- §. Fosfat kislotani konsentrlash	174
<i>Nazorat uchun savollar</i>	181
<i>Adabiyotlar</i>	183

**V bob. QO'SHALOQ SUPERFOSFAT ISHLAB CHIQRISH
VA JARAYONNING MODDIY HISOBLARI**

1- §. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish	185
2- §. Fosforitlardan qo'shaloq superfosfat turidagi o'g'itlar ishlab chiqarish	195
3- §. Qo'shaloq superfosfat ishlab chiqarish moddiy hisoblari	203
4- §. Ftorsizlantirilgan va ozuqali kalsiy fosfatlar	209
<i>Nazorat uchun savollar</i>	221
<i>Adabiyotlar</i>	222

**VI bob. KALIYLI O'G'ITLAR ISHLAB CHIQRISH
NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

1- §. Kaliy rudalarini mexanik boyitish yo'li bilan	
---	--

kaliy xlorid olish	227
2- §. Silvinit madanini qayta ishlash texnologiyasi	233
3- §. Kaliy xlorid ishlab chiqarish hisoblari	237
4- §. Kaliy sulfat ishlab chiqarish	240
<i>Nazorat uchun savollar</i>	246
<i>Adabiyotlar</i>	247

**VII bob. MIKROO‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQRISH
 NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

1- §. Mikroelementlar	248
2- §. Mikroo‘g‘itlar ishlab chiqarish	251
3- §. Mis kuporosi ishlab chiqarish texnologik hisoblari	253
<i>Nazorat uchun savollar</i>	264
<i>Adabiyotlar</i>	265

**VIII bob. KOMPLEKS O‘G‘ITLAR ISHLAB CHIQRISH
 NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI**

1- §. Kaliyli selitra ishlab chiqarish texnologik hisoblari	266
2- §. Ammoniy fosfatlar ishlab chiqarish	287
3- §. Fosfatli minerallarni nitrat-sulfat kislotali parchalash yo‘li bilan olinadigan murakkab o‘g‘itlar	306
4- §. Nitrofoska ishlab chiqarish texnologik hisoblari	329
5- §. Suyuq kompleks o‘g‘itlar ishlab chiqarish	340
6- §. Aralash o‘g‘itlar ishlab chiqarish	346
<i>Nazorat uchun savollar</i>	353
<i>Adabiyotlar</i>	355

MINERAL O'G'IT ISHLAB CHIQRISH NAZARIYASI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2010

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	A.Moydinov
Musahhih:	F.Ismoilova
Kompyuter sahifalovchi:	N.Hasanova

Bosishga ruxsat etildi: 30.09.2010. Bichimi 60x84 $1/16$.
«Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 22,0. Nashriyot bosma tabog'i 22,5.
Tiraji 500. Buyurtma №178.

«Fan va texnologiyalar Markazining
bosmaxonasi»da chop etildi.
100003, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-yu.