Ф.7.03-12

Жантасов Қ.Т., Қамбарова Г.Ә.

«Күрделі минералды тыңайтқыштардың перспективті технологиялары»
пәнінен

ДӘРІСТЕР ЖИНАҒЫ

Шымкент, 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

М.О. ӘУЕЗОВ атындағы ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ

«Бейорганикалық және мұнайхимиялық өндірістерінің технологиясы» кафедрасы

Жантасов Қ.Т., Қамбарова Г.Ә.

БББ 7М07163 – Минералды тұздар технологиясы және агрохимия магистранттары үшін

«Күрделі минералды тыңайтқыштардың перспективті технологиялары» пәнінен

ДӘРІСТЕР ЖИНАҒЫ

ШЫМКЕНТ 2024

ӘОЖ 669.2/8

Құрастырғандар: Жантасов Қ.Т., Қамбарова Г.Ә. Күрделі минералды тыңайтқыштардың перспективті технологиялары. 7М07163 – Минералды тұздар технологиясы және агрохимия ББББ магистранттар үшін дәрістер жинағы. Шымкент: М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, 2024. - 87 б.

«Күрделі минералды тыңайтқыштар өндірісінің өркендеу перспективалары» пәні жас ғылыми қызметкерге болашақ ғылыми-өнеркәсіптік сұрақтарды жемісті шешуге мүмкіндік береді. Бұл курс минералды шикізаттарды кешенді қолдану, қалдықсыз технологиялар құру және өнеркәсіптік аймақтардың экологиялық жағдайын жақсарту бағыттарындағы заманауи әдебиеттер мен ғылыми зерттеулердің нәтижелерін талдауға негізделген.

Дәрістер жинағының мақсаты - магистранттардың кедей фосфат шикізатынан күрделі және күрделі аралас минералды тыңайтқыштарды алудың жаңа тәсілдерін, қоспалардың жаңа құрамдарын, микроэлементтері бар техногендік қалдықтарды пайдалана отырып, ұзақ әсер ететін күрделі тыңайтқыштарды өндіру ерекшеліктерін тереңдету. NP, NPK және ҚР-тыңайтқыштар мен тукоқоспалар өндірістерінің жедел-диспетчерлік басқармасын ұйымдастыру.

Дәрістер жинағы 7М07163 – Минералды тұздар технологиясы және агрохимия ББББ магистранттарына арналған.

Рецензенттер:
Анарбаев А.А.– т.ғ.д., профессор, М.Әуезов атындағы ОҚЗУ

Абдуразова П.А. –Ө.Жәнібеков ат.ОҚПУ, философия докторы (phD)

БжМХӨТ кафедра мәжілісінде («23» 09. 2024 ж., хаттама №2) және "Химиялық инженерия және биотехнология" жоғары мектебінің инновациялық оқыту технологиялары комитетінде қарастырылып, баспаға ұсынылды («24» 09. 2024 ж., хаттама №2)

Дәрістер жинағы М.Әуезов атындағы ОҚЗУ оқу-әдістемелік кеңесімен баспаға ұсынылды («27» _09. 2024_ ж., хаттама №1)

© М.О.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университеті, 2024 ж.

Мазмұны

Дәріс 1-2.	Минералды тыңайтқыштар өндірісінің даму тенденциясы мен болжамдары.Күрделі және күрделі аралас тыңайтқыштар өндірісін дамытудың перспективті бағыттары	7
Дәріс 3.	РК және NPK-тыңайтқыштарын алу үшін төмен сұрыпты фосфаттарды пайдаланудағы мәселелер мен оларды шешу жолдары	10
Дәріс 4.	Калий нитратының өндірісі. Калий нитратының конверсиялық әдісі. Ықтималды конверсия параметрлері және калий нитратын алудың технологиялық сызбалары.	14
Дәріс 5.	Калий Орто-және метафосфат. Оларды алу әдістері	16
Дәріс 6.	Аммоний фосфаттарын өндіру. Аммофос және аммоний фосфаттарын өндірудің физика-химиялық ерекшеліктері	19
Дәріс7-8.	Аммофос пен диаммофостың шоғырланған маркаларын алу. Аммофос пен диаммофос өндірісінің ықтималды технологиялық режимі мен технологиялық схемасын таңдау	22
Дәріс9-10	Нитроаммофосфаттар мен карбоаммофосфаттар алу технологиясы.Кальций тұздарын шығарудың әртүрлі технологиялық схемалары бар фосфат шикізатының азот қышқылының ыдырауы арқылы нитроаммофоска мен диаммонитрофоска алу.....	25
Дәріс 11-12.	Азот қышқылының сығындысын алудың физика-химиялық негіздері және технологиялық схемасы. Азот-қышқыл сығындысын күкірт қышқылымен, карбонатпен, фосфор қышқылымен және кальций нитратын мұздату әдісімен өңдеу ерекшеліктері	29
Дәріс 13-14.	Карбамид-фосфор күрделі тыңайтқыштарын өндіру. Кальций нитратын аммоний нитратына айналдырудың жетілдірілген технологиялық схемасы. Технологиялық есептеулер	32
Дәріс 15-16.	Тыңайтқыштардың антагонизмі және синергиясы	38
Дәріс 17-18.	Өндіріс үрдісінде күкірт және фосфор қышқылын қолданатын қарапайым суперфосфат, калий хлориді және аммоний нитраты қоспасынан жасалған түйіршікті күрделі аралас тыңайтқыш	47
Дәріс 19-20.	Қарапайым суперфосфат пен калий хлоридінің қоспасынан алынған престелген фосфор-калий тыңайтқышы	56
Дәріс 21-22.	Күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың өнеркәсіптік технологиялық схемалары. Қоспалардың құрамын есептеу	61
Дәріс 23-24.	Кәсіпорындарда енгізілген күрделі аралас	

тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері 66
Дәріс 25-26. Әр түрлі мақсаттағы ауылшаруашылық дақылдары үшін кедей фосфат шикізатынан күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері 68
Дәріс 27-28. Тукоқоспаларды өндірудің жай-күйі мен перспективалары 71
Дәріс 29-30. Фосфор-қышқыл технологиясы бойынша әртүрлі топырақ түрлеріне теңдестірілген NPK тыңайтқыштары мен теңгерімсіз күрделі тыңайтқыштарды алу технологиясы 75
Магистраттардың оқу жетістіктерінің нәтижелерін бағалау критерийлері..... 82
Әдебиеттер 84

Дәріс 1-2. Минералды тыңайтқыштар өндірісінің даму тенденциясы мен болжамдары.Күрделі және күрделі аралас тыңайтқыштар өндірісін дамытудың перспективті бағыттары

Дәріс жоспары:

1. Минералды тыңайтқыштар өндірісінің тарихы.
2. Қазіргі ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштардың негізгі түрлері және олардың ерекшеліктері.
3. Минералды тыңайтқыштар нарығының жағдайы және оларды өндірудің заманауи технологиялары.

Минералды тыңайтқыштар қазіргі ауыл шаруашылығында және агрохимияның дамуында маңызды рөл атқарады. Олардың тарихы мен дамуы адамзаттың дамуының әртүрлі кезеңдеріндегі қажеттіліктері мен қиындықтарымен тығыз байланысты. 19 ғасырға дейін ауыл шаруашылығы негізінен көң мен компост сияқты органикалық тыңайтқыштарға сүйенді. Алайда ғылым мен техниканың дамуымен минералдармен тәжірибелер басталды. Бұл бағыттағы алғашқы қадамдар сүйек ұны мен басқа да табиғи минералдардың көмегімен жасалды. Революциялық сәт өсімдіктердің минералды қоректену теориясын ұсынған Юстус фон Либигтің ашылуы болды. Бұл суперфосфаттар, калий және азот тыңайтқыштары сияқты алғашқы Минералды тыңайтқыштардың дамуын бастады.

20 ғасырда минералды тыңайтқыштардың өнеркәсіптік өндірісі Хабер-Бош процесінің арқасында жаңа деңгейге көтерілді. Бұл процесс ауа азотынан аммиакты синтездеуге мүмкіндік берді, бұл Азотты тыңайтқыштар өндірісінің негізі болды.

Минералды тыңайтқыштар жасыл революция деп аталатын нәрседе шешуші рөл атқарды, өнімділікті едәуір арттырды және өсіп келе жатқан әлем халқы үшін азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етті. Заманауи зерттеулер мен әзірлемелер экологиялық таза және тиімді тыңайтқыштар жасауға, сондай-ақ өзгермелі климаттық жағдайлар мен экологиялық талаптарға бейімделуге бағытталған.

Минералды тыңайтқыштардың тарихы мен маңызы ауыл шаруашылығының дамуымен және планетамыздағы тіршіліктің сақталуымен тығыз байланысты.

Минералды тыңайтқыштар, қазіргі ауыл шаруашылығының негізгі элементтері, олардың химиялық құрамы мен қызметіне қарай жіктеледі. Негізгі түрлерге өсімдіктерді өсу мен даму үшін маңызды азотпен қамтамасыз ететін азот тыңайтқыштары жатады; тамыр жүйесі мен гүлденуіне қажетті фосфоры бар фосфор тыңайтқыштары; жеміс сапасы мен ауруға төзімділігін жақсарту үшін топырақты калиймен байытатын Калий тыңайтқыштары; өсімдіктердің теңдестірілген қоректенуін қамтамасыз ететін NPK (азот, фосфор, калий) сияқты екі немесе одан да көп қоректік заттарды біріктіретін күрделі тыңайтқыштар; темір, марганец, мыс, мырыш, бор,

молибден және басқалары сияқты элементтерді қамтитын микроэлементтер аз мөлшерде қажет, бірақ өсімдіктердің метаболикалық процестерінде маңызды рөл атқарады. Бұл тыңайтқыштар әр түрлі формада қолданылады, соның ішінде қатты түйіршіктер, ұнтақтар, сұйықтықтар, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен қолданылуы бар және тыңайтқыштың белгілі бір түрін таңдау көбінесе белгілі бір өсімдіктердің қажеттіліктеріне, топырақ жағдайына және агрономның мақсаттарына байланысты.

Минералды тыңайтқыштардың жаһандық нарығы әлемдік ауқымдағы ауыл шаруашылығы саласына айтарлықтай әсер ететін серпінді және көп қырлы сала болып табылады. Ол бәсекелестіктің жоғары деңгейімен, технологиялық инновациялармен және қоректік заттардың үнемі өзгеріп отыратын қажеттіліктерімен сипатталады. Азот, фосфор және калий тыңайтқыштары ірі халықаралық және аймақтық өндірушілердің қатысуымен нарықтың негізін құрайды. Соңғы жылдары әлемдік халықтың көбеюіне және азық-түлік қауіпсіздігін күшейту қажеттілігіне байланысты тыңайтқыштарға сұраныстың артуы байқалды. Нарыққа шикізат бағасының өзгеруі, саяси тұрақсыздық және сауда саясаты сияқты жаһандық экономикалық тенденциялар да әсер етеді. Сонымен қатар, экологиялық проблемалар мен климаттың өзгеруіне қатысты алаңдаушылықтың артуына байланысты тыңайтқыштардың тұрақты және экологиялық таза өндірісіне назар аударылуда. Осылайша, Минералды тыңайтқыштардың жаһандық нарығы жаһандық азық-түлік қауіпсіздігі мен ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқаратын көптеген экономикалық, экологиялық және технологиялық факторларға тәуелді күрделі жүйе болып табылады.

Минералды тыңайтқыштарды өндірудің заманауи технологиялары тиімділікті арттыруға және қоршаған ортаға әсерді азайтуға бағытталған химиялық инженерияның, инновациялардың және экологиялық стратегиялардың күрделі үйлесімі болып табылады. Хабер-Бош процесі, ауа азоты мен сутектен аммиакты синтездеудің революциялық әдісі, азот тыңайтқыштарын өндірудің негізі болып қала береді, ал көмірді газдандыру және табиғи газды бумен реформалау сияқты технологиялардың дамуы ресурстарды тиімдірек пайдалануға мүмкіндік береді. Фосфор тыңайтқыштарын өндіруде кендерден фосфаттарды алу және оларды суперфосфаттар алу үшін күкірт қышқылын қолдану арқылы одан әрі өңдеу маңызды болып табылады. Калий тыңайтқыштары минералды шөгінділерден калий алу және оны тазарту арқылы жасалады. Қазіргі заманғы технологияларда экологиялық аспектілерге ерекше назар аударылады: тиімдірек және аз ластаушы процестерді әзірлеу, өндіріс қалдықтарын қайта өңдеу және парниктік газдар шығарындыларын азайту. Цифрлық технологиялар мен автоматтандыруды енгізу өндірістік процестердің дәлдігі мен бақылауын арттыруға мүмкіндік беретін маңызды рөл атқарады. Осылайша, минералды тыңайтқыштарды өндірудің заманауи технологиялары

үнемі дамып, жоғары өнімділікке, экономикалық тиімділікке және экологиялық тұрақтылыққа ұмтылады.

Минералды тыңайтқыштарды өндіру мен пайдаланудың экологиялық және экономикалық аспектілері бір-бірімен тығыз байланысты, ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы мен қоршаған ортаны қорғауға айтарлықтай әсер етеді. Экологиялық тұрғыдан алғанда, минералды тыңайтқыштарды өндіру парниктік газдар шығарындыларымен, әсіресе азотты тыңайтқыштарды өндіру процесінде, сондай-ақ артық тыңайтқыштардың ағып кетуіне байланысты су көздерінің ластану қаупімен байланысты. Бұл экожүйенің тұрақтылығы мен адам денсаулығына қатысты алаңдаушылық тудырады. Осы қиындықтарға жауап ретінде сала таза және тиімді технологияларды дамытуға, соның ішінде олардың қоршаған ортаға әсерін азайту үшін тыңайтқыштарды қолдану әдістерін жақсартуға бағытталған. Экономикалық жағынан минералды тыңайтқыштар ауылшаруашылық өнімділігін арттырудың негізгі факторы болып табылады, бұл фермерлердің кірісі мен азық-түлік бағасына тікелей әсер етеді. Дегенмен, тыңайтқыштарды өндіру құны және олардың фермерлер үшін қолжетімділігі Жаһандық энергия бағасына, саяси тұрақтылыққа және сауда саясатына байланысты өзгеруі мүмкін. Осылайша, экологиялық ойлар мен экономикалық тиімділік арасындағы тепе-теңдік мүдделі тараптар арасындағы үздіксіз зерттеулерді, инновацияларды және ынтымақтастықты қажет ететін минералды тыңайтқыштарды өндіру мен пайдаланудың негізгі тақырыбы болып қала береді.

Минералды тыңайтқыштарды тұтынудың жетекші өндірушілері мен нарықтарын талдау осы саладағы жаһандық таралу мен динамиканы көрсетеді. Жетекші өндірушілер, әдетте, тыңайтқыштар өндіруге қажетті табиғи ресурстарға бай аймақтарда немесе химия өнеркәсібі дамыған елдерде орналасады. Мұндай елдерге Қытай, АҚШ, Ресей, Канада және тыңайтқыштарды өндіруде де, экспорттауда да үстемдік ететін Еуропалық Одақ елдері жатады. Бұл елдер айтарлықтай өндірістік қуатқа ие және ішкі және халықаралық сұранысты қанағаттандыру үшін озық технологияларды қолданады. Екінші жағынан, тұтынудың негізгі нарықтары көбінесе интенсивті ауыл шаруашылығы және халықтың өсуі жоғары аймақтармен сәйкес келеді, бұл тыңайтқыштарға деген сұранысты ынталандырады. Ең ірі тұтынушылар-Үндістан мен Бразилия сияқты дамушы экономикалар, сондай-ақ АҚШ пен Қытай сияқты жоғары қарқынды ауыл шаруашылығы елдері. Нарық динамикасы агрополитикалық шараларға, шикізат бағасына, климаттық жағдайларға және жаһандық экономикалық тенденцияларға да байланысты. Жалпы алғанда, бұл факторлар әлемдік ауылшаруашылық саласының өзгеріп отыратын жағдайлары мен қажеттіліктеріне үнемі бейімделетін Минералды тыңайтқыштардың жаһандық нарығының күрделі көрінісін қалыптастырады.

Минералды тыңайтқыштарды өндіру технологиялары мен процестеріндегі болжамды өзгерістер тұрақтылыққа, тиімділікке және экологиялық қауіпсіздікке қойылатын үнемі дамып келе жатқан талаптарға

байланысты. Жақын болашақта көміртегі шығарындыларын азайтатын және қоршаған ортаға әсерді барынша азайтатын технологияларды әзірлеу және енгізу негізгі бағыт болады деп күтілуде. Бұл энергияны тұтынуды және CO2 шығарындыларын азайту үшін Хабер-Бош процесін оңтайландыру және тыңайтқыштарды синтездеудің жаңа, тиімдірек және экологиялық таза әдістерін әзірлеу сияқты өндіріс процестерін жақсартуды қамтиды. Өндіріс процестерінің дәлдігі мен бақылауын жақсарту үшін цифрлық технологиялар мен автоматтандыруды енгізу де қарқын алуды жалғастырады. Жаңартылатын энергия көздерін өндірістік циклдерге біріктіру маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, ақылды тыңайтқыштар технологиясының дамуы күтілуде, олар өсімдіктерге қоректік заттарды мақсатты және тиімді түрде жеткізеді, осылайша шығындар мен қоршаған ортаға әсерді азайтады. Бұл өзгерістер тыңайтқыштар өндірісінің экологиялық тұрақтылығын арттыруға ғана емес, сонымен қатар климаттық жағдайлардың өзгеруіне және әлем халқының азық-түлік қауіпсіздігіне өсіп келе жатқан талаптарына бейімделе отырып, жалпы ауыл шаруашылығының неғұрлым тұрақты дамуын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Минералды тыңайтқыштар өндірісін дамытудағы ең маңызды тарихи сәттер қандай болды?
2. Қазіргі ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштардың негізгі түрлері қандай және олардың ерекшеліктері қандай?
3. Жаһандық минералды тыңайтқыштар нарығының алдында тұрған негізгі экономикалық және экологиялық қиындықтар қандай?
4. Минералды тыңайтқыштарды өндірудің қандай заманауи технологиялары экологиялық тұрақтылық пен тиімділік тұрғысынан ең перспективалы болып табылады?

Дәріс 3. РК және NPK-тыңайтқыштарын алу үшін төмен сұрыпты фосфаттарды пайдаланудағы мәселелер мен оларды шешу жолдары

Дәріс жоспары:

1. РК тыңайтқыштарындағы фосфор мен калийдің маңызы.
2. Фосфор-калий (РК) және азот-фосфор-калий (NPK) тыңайтқыштарының өсімдіктерге әсері.
3. Фосфатты тыңайтқыштар нарығында жағдай.
4. Әлемдік экономика мен аграрлық саясаттағы өзгерістер.
5. Қазіргі ауыл шаруашылығында фосфат тыңайтқыштарын, соның ішінде РК және NPK қолдану.

Фосфат тыңайтқыштары ауыл шаруашылығында маңызды орын алады, өйткені фосфор өсімдіктердің сау өсуі мен дамуы үшін қажетті үш негізгі

қоректік заттардың бірі болып табылады. Олар тамыр түзілу, Гүлдену, жеміс беру және пісу процестерінде маңызды рөл атқарады және өсімдік жасушаларында энергия мен фотосинтезді тасымалдау үшін қажет. Фосфат тыңайтқыштары көптеген топырақтарда жиі шектелетін фосфордың жеткілікті мөлшерін қамтамасыз етеді, бұл дақылдардың сапасы мен өнімділігін жақсартуға ықпал етеді. Олар әсіресе қарқынды егіншілікте өте маңызды, мұнда жоғары өнім топырақтың табиғи қоректік заттарын сарқып жіберуі мүмкін. Алайда, оларды пайдалану топырақтың батпақтануын және су денелерінің эвтрофикациясы сияқты экологиялық проблемаларды болдырмау үшін мұқият басқаруды қажет етеді.сонымен қатар, фосфат рудасының қоры шектеулі болғандықтан, фосфаттарды тиімді пайдалану және қайта пайдалану ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы мен жаһандық азық-түлік қауіпсіздігі үшін маңызды бола бастады. Осылайша, фосфатты тыңайтқыштар дақылдардың өнімділігін арттыруға көмектесіп қана қоймайды, сонымен қатар пайдалануда жауапты және тұрақты тәсілді қажет ететін маңызды ресурс болып табылады.

Фосфатты тыңайтқыштар нарығы, соның ішінде РК (фосфор-калий) және NPK (азот-фосфор-калий) тыңайтқыштары ауыл шаруашылығында маңызды рөл атқаратын жаһандық агрохимиялық индустрияның маңызды бөлігі болып табылады. Өсімдіктерді қажетті фосфор мен калиймен қамтамасыз ететін Фосфор-Калий тыңайтқыштары және азотты қамтитын NPK тыңайтқыштары дақылдардың өнімділігі мен сапасын жақсарту үшін маңызды. Бұл тыңайтқыштар нарығы сұраныстың жоғары деңгейімен сипатталады, әсіресе егіншілігі қарқынды және аграрлық қажеттіліктері артып келе жатқан елдерде. Фосфатты тыңайтқыштардың жетекші өндірушілері Қытай, АҚШ, Ресей және Марокко сияқты фосфатқа бай елдерде орналасқан, ал Азияда, Оңтүстік Америкада және Солтүстік Америкада айтарлықтай сұраныс бар. Нарық сонымен қатар тиімділікті арттыруға және экологиялық әсерді азайтуға бағытталған өндіріс инновацияларымен және тыңайтқыш формулаларымен сипатталады. Алайда, өнеркәсіп бірқатар қиындықтарға тап болады, соның ішінде фосфат рудасының шектеулі ресурстары, бағаның құбылмалылығы және экологиялық шектеулердің артуы. Бұл тұрғыда ресурстарды пайдалану тиімділігін жақсарту және қоршаған ортаға әсерді азайту үшін тұрақтылық пен инновациялық шешімдерге баса назар аударылады, бұл өз кезегінде фосфатты тыңайтқыштар нарығындағы трендтер мен динамиканы қалыптастырады.

Төмен сортты фосфаттар-жоғары сортты фосфат кендерімен салыстырғанда фосфордың салыстырмалы түрде төмен пайызы бар фосфат шикізатының бір түрі. Бұл фосфаттарда көбінесе органикалық заттар, ауыр металдар және басқа минералдар сияқты қоспалар көп болады, бұл оларды өңдеуді және ауыл шаруашылығында пайдалануды қиындатады. Төмен сортты фосфаттар әдетте геологиялық өткенде әртүрлі табиғи процестердің әсерінен пайда болған фосфат жыныстарынан алынады, нәтижесінде бұл жыныстар фосфордың әртүрлі құрамымен және қоспалардың алуан

түрлілігімен сипатталады. Бұл фосфаттардың маңыздылығы жоғары сапалы фосфат кендерінің біртіндеп сарқылуына байланысты артады, әсіресе жаһандық ауыл шаруашылығының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін фосфат тыңайтқыштарына сұраныстың артуы жағдайында. Алайда, оларды қайта өңдеуге және пайдалануға байланысты проблемалар, соның ішінде қоспаларды кетіру және фосфор құрамын арттыру үшін неғұрлым күрделі және қымбат технологиялардың қажеттілігі тыңайтқыш өндірушілерге оларды өңдеудің жаңа, тиімдірек әдістерін табу міндетін қояды. Бұл төмен сортты фосфаттарды агрохимия өнеркәсібіндегі маңызды зерттеулер мен инновациялардың тақырыбына айналдырады.

Әлемдегі фосфат ресурстарының географиялық таралуы біркелкі емес, ең үлкен қорлар бірнеше негізгі аймақтарда шоғырланған, жаһандық аграрлық және өнеркәсіптік нарықтарға айтарлықтай экономикалық әсер етеді. Марокко мен Батыс Сахара фосфат кенінің әлемдегі ең ірі қорларына ие, әлемдік фосфат өндірісі мен экспортында жетекші орынға ие. Басқа маңызды қорлар АҚШ, Қытай, Ресей және Бразилияда орналасқан. Бұл ресурстардың үлкен экономикалық маңызы бар, өйткені фосфатты тыңайтқыштар ауыл шаруашылығының тұрақты дамуының негізгі құрамдас бөлігі болып табылады, бұл өнімділікті арттыруға және ауылшаруашылық өнімдерінің сапасын жақсартуға ықпал етеді. Азық - түлікке деген әлемдік сұраныстың артуына байланысты фосфат ресурстары стратегиялық қызығушылықтың тақырыбына айналды, ал оларды өндіру мен өңдеу көптеген елдер экономикасының маңызды секторы болып табылады. Алайда, фосфаттардың экономикалық маңызы экологиялық және әлеуметтік қиындықтарды, соның ішінде ресурстарды тұрақты басқару, қоршаған ортаға әсерді азайту және осы ресурстарға әділ қол жетімділікті қамтамасыз ету мәселелерін де тудырады. Осылайша, фосфат кендері құнды табиғи ресурс қана емес, сонымен қатар осы қорлары бар аймақтар мен елдердің экономикалық және әлеуметтік дамуының негізгі факторы болып табылады.

Фосфордың төмен мөлшері және төмен сортты фосфат кендерінде қоспалардың болуы оларды тыңайтқыш өндірісінде пайдалану үшін маңызды проблема болып табылады. Мұндай кендерде Өсімдіктердің өсуіне қажетті фосфордың концентрациясы жоғары сапалы фосфат ресурстарымен салыстырғанда айтарлықтай төмен, бұл оларды тиімсіз және ауыл шаруашылығында тікелей пайдалану үшін үнемді етеді. Сонымен қатар, ауыр металдар (қорғасын, кадмий), радиоактивті элементтер, сондай-ақ басқа минералдар мен органикалық заттар сияқты қоспалар бұл кендерді өңдеу процесін қиындатып, тыңайтқыштарды өндіру құнын арттыруы мүмкін. Қоспалар фосфат кендерін тазарту мен байытудың технологиялық шығындарын арттырып қана қоймайды, сонымен қатар қоршаған ортаға қауіп төндіреді, өйткені олардың топыраққа және су жүйелеріне енуі қоршаған ортаға және адам денсаулығына кері әсер етуі мүмкін. Осылайша, тыңайтқыш өндірушілер зиянды қоспалардың құрамын азайту және пайдалы фосфордың үлесін арттыру үшін төмен сортты фосфаттарды өңдеудің

жетілдірілген және үнемді әдістерін әзірлеу міндетіне тап болып, бұл ресурстарды жоғары сапалы тыңайтқыштарды өндіруге жарамды етеді.

Төмен сортты фосфаттарды өңдеумен байланысты технологиялық және экологиялық қиындықтар агрохимия өнеркәсібінде маңызды сынақ болып табылады. Технологиялық мәселелерге осы кендерден фосфорды алу және байыту үшін күрделі және жиі қымбат әдістерді әзірлеу және қолдану қажеттілігі жатады. Органикалық заттар, ауыр металдар және радиоактивті элементтер сияқты әртүрлі қоспалардың болуы осы зиянды компоненттерді жою және олардың қоршаған ортаға әсерін болдырмау үшін арнайы және жоғары тиімді тазарту технологияларын әзірлеуді қажет етеді. Экологиялық тұрғыдан алғанда, төмен сортты Фосфаттарды өңдеу топырақ пен су ресурстарының ластану қаупінің жоғарылауына әкелуі мүмкін, әсіресе өндіріс қалдықтары дұрыс өңделмеген жағдайда. Сондай-ақ энергияны тұтынудың жоғарылауы және онымен байланысты парниктік газдар шығарындылары мәселесі бар, бұл энергияны үнемдейтін және экологиялық тұрақты шешімдерді іздеуді қажет етеді. Осы факторлардың барлығы төмен сортты Фосфаттарды өңдеу процесін технологиялық тұрғыдан ғана емес, сонымен қатар экологиялық таза ету үшін инновациялық технологияларды, ресурстарды басқаруды жақсартуды және қатаң экологиялық стандарттарды біріктіретін интеграцияланған тәсілді қажет етеді.

Төмен сортты фосфаттарды өңдеудің қазіргі әдістері тыңайтқыш өндіруге жарамды ету үшін фосфор құрамын арттыруға және қоспаларды жоюға бағытталған бірқатар технологияларды қамтиды. Негізгі әдістердің бірі-фосфат кенін ұсақтау мен ұнтақтауды, содан кейін фосфаттарды қоспалардан бөлу үшін флотациялауды және фосфорды алу үшін күкірт немесе фосфор сияқты қышқылдарды пайдалануды қамтитын физика-химиялық өңдеу. Бұл процесс сонымен қатар гидрометаллургиялық әдістермен өңделуі мүмкін, соның ішінде фосфорды еріту және одан әрі концентрацияланған түрде тұндыру. Соңғы жылдары фосфат кендерінен фосфорды биологиялық алу үшін микроорганизмдерді қолданатын биотехнологиялық әдістерді жасауға көбірек көңіл бөлінді. Бұл әдістер энергия шығыны мен қалдықтарды азайту арқылы дәстүрлі химиялық процестерге экологиялық таза балама уәде етеді. Алайда, бұл әдістердің ешқайсысында кемшіліктер жоқ емес, соның ішінде жоғары операциялық шығындар, арнайы жабдыққа деген қажеттілік және қалдықтарды басқару, бұл төмен сұрыпты фосфаттарды өңдеудің тиімді және тұрақты технологияларын зерттеу мен әзірлеуді агрохимия саласындағы басымдыққа айналдырады.

Фосфатты байытудағы жаңа зерттеулер мен әзірлемелер фосфат кендерін өңдеудің тиімдірек, үнемді және экологиялық тұрақты әдістерін табуға бағытталған. Ғалымдар мен инженерлер төмен сортты фосфаттардағы фосфордың мөлшерін арттыруға және зиянды қоспаларды азайтуға бағытталған инновациялық технологияларды әзірлеуде. Бір бағыт-флотация мен физика-химиялық өңдеудің дәстүрлі әдістерін жақсарту, соның ішінде жаңа реагенттерді қолдану және фосфорды тиімдірек алу үшін процестерді

оңтайландыру. Биотехнология сонымен қатар қазіргі зерттеулерде маңызды орын алады, онда бактериялар мен басқа микроорганизмдер фосфат кендерін биологиялық өңдеу үшін қолданылады, бұл химиялық әдістерге экологиялық таза балама бола алады. Фосфатты байыту процесінің экологиялық әсерін азайту үшін қалдықтарды өңдеудің жаңа әдістері де әзірленуде. Сонымен қатар, процестердің энергия тиімділігін арттыру және шығындарды азайту бойынша жұмыстар жүргізілуде, бұл саланың тұрақтылығы үшін өте маңызды. Бұл инновациялар фосфат тыңайтқыштарын өндіруді оңтайландыруға ғана емес, сонымен қатар жаһандық деңгейде азық-түлік қауіпсіздігі мен ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына үлес қосады.

Бақылау сұрақтары:

1. РК тыңайтқыштарындағы фосфор мен калийдің дақылдардың өсуі мен дамуы үшін нақты маңызы қандай?
2. Фосфор-калий (РК) және азот-фосфор-калий (NPK) тыңайтқыштарының өсімдіктерге әсері тұрғысынан негізгі айырмашылықтары қандай?
3. Фосфатты тыңайтқыштар нарығында, соның ішінде РК және NPK-да қандай жаһандық тенденциялар мен қиындықтар бар?
4. Әлемдік экономика мен Аграрлық саясаттағы өзгерістер РК және NPK тыңайтқыштарының халықаралық нарықтағы сұранысы мен ұсынысына қалай әсер етеді?
5. Қазіргі ауыл шаруашылығында фосфат тыңайтқыштарын, соның ішінде РК және NPK қолданумен қандай экологиялық проблемалар мен тұрақты тәжірибелер байланысты?

Дәріс 4. Калий нитратының өндірісі. Калий нитратының конверсиялық әдісі. Ықтималды конверсия параметрлері және калий нитратын алудың технологиялық сызбалары

Дәріс жоспары:

1. Тыңайтқыштар өндірісіндегі озық технологиялар.
2. Калий тыңайтқыштары.

Тыңайтқыштар өндірісіндегі озық технологиялар процестердің тиімділігін едәуір арттырып, экологиялық зиянды азайта отырып, осы салада төңкеріс жасауға уәде береді. Негізгі бағыттардың бірі-өсімдіктердің қажеттіліктеріне байланысты қоректік заттардың бөлінуін дәл реттей алатын, осылайша шығындарды азайтатын және өсімдіктердің сіңуін жақсартатын ақылды тыңайтқыштарды әзірлеу. Нанотехнология сонымен қатар дисперсия және тиімділік қасиеттері жақсартылған тыңайтқыштар жасауға мүмкіндік беретін маңызды рөл атқарады. Биотехнологиялық әдістерді енгізу, соның

ішінде фосфор мен азоттың қолжетімділігін жақсарту үшін микроорганизмдерді пайдалану экологиялық таза және тиімді тыңайтқыштарды құрудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Ақпараттық технологиялардың дамуы және агрохимияда жасанды интеллектті қолдану тыңайтқыштарды пайдалануды оңтайландыру және қалдықтарды азайту арқылы өсімдіктер мен топырақтың қажеттіліктерін дәлірек талдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жаңартылатын энергия көздерін өндіріс процестеріне біріктіру саланың көміртегі ізін азайтады және тұрақты дамуға ықпал етеді. Бұл инновациялардың барлығы тыңайтқыштарды өндірудің тиімділігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін, олардың сапасын жақсартады, шығындарды азайтады және қоршаған ортаға жағымсыз әсерлерді азайтады, бұл сайып келгенде ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына және азық-түлік қауіпсіздігіне ықпал етеді.

Калийлі минералды тыңайтқыштар табиғи немесе синтетикалық тұздар және құрамына K^+ ионы түріндегі қоректік элемент кіреді. Анионның табиғатына байланысты калийлі тыңайтқыштар хлоридтілер (құрамында Cl^- анионы бар) және хлоридсіздер болып бөлінеді.

Хлориді типтегі калийлі тыңайтқыштарға табиғи минералдар (каинит, сильвинит) минералдарды өнеркәсіптік өңдеу өнімдері (калий хлориді), табиғи минералдарды араластырумен алынған аралас калий тұздары, электролитті ерітінділер (карналиттің электролизінің жанама өнімі) жатады. Хлоридсіз калийлі тыңайтқыштарға калий сульфаты және калимагнезия (калий сульфатының және магний сульфатының қос тұзы) жатады.

Барлық қалий тыңайтқыштары суда ерігіш. Оларды кристалл және түйіршік (гранула) түрінде шығарады. Олардағы қоректік заттың мөлшері (K_2O-не шаққанда) табиғи минералдарда 10%-дан, концентрлі тыңайтқыштар – калий хлоридінде 60%-ға дейін ауытқиды.

1-кестеде маңызды калий тыңайтқыштары өндірісінің сипаттамасв жалпы теңгеріміндегі меншікті салмағы келтірілген.

Келтірілген мәліметтерден қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы сұранысының 95%-дан астамын қамтамасыз ететін негізгі калийлі тыңайтқыш калий хлориді екені көрініп тұр. Төмен концентрлі табиғи минералдар (каинит, сильвинит) қазіргі уақытты алдын ала өңделмей қолданылмайды.

Калий хлориді балқу температурасы 768°С қатты кристалды зат. Бұл балластысыз тыңайтқыштың құрамында K_2O-не шаққанда 63,1% калий болады. Суда ерігіштігі 0°С-де 0,219 массалық үлесті, 25°С-де 0,265 массалық үлесті және 100°С-де 0,359 массалық үлесті құрайды. Ныгыздалуын азайту үшін оны жоғары молекулалы аминдердің тұз қышқылды тұздарымен өңдейді.

Кесте 1 – Калийлі тыңайтқыштардың ассортименті мен сипаттамасы

Тыңайтқыш	Әрекеттегі заттың формуласы	K_2O-нің мөлшері, %	Жылдар бойынша меншікті үлесі, %	
			1960	1990
Хлоридтілер				
Калий хлориді	KCl	53,1-60,6	48,5	95,6
Калий электролит	KCl	45,6	-	0,7
Каинит	$KCl \cdot MgSO_4$	9,5-10,5	5,7	-
Хлоридсіздер				
Калий сульфаты	K_2SO_4	45-47	-	1,7
Калимагнезия	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	28-30	-	2,6

Калий хлориді өндірісінің шикізаты ретінде құрамында K_2O-не шаққанда 22-25% калий болатын табиғи минерал сильвинит – KCl сильвині мен NaCl галиті қолданылады. Калий хлоридін құрамына 17% K_2O кіретін карналиттен $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ сирек алады. суларындағы концентрациясы 0,07%-ға дейін жететін, бұл K_2O-не шаққанда $7 \cdot 10^{14}$ тоннаны құрайтын, Әлемдік мұхит калий тыңайтқыштары өндірісі үшін потенциалды көз болып табылады.

Сильвиниттен калий хлоридін алудың екі әдісі бар: флотациялық және галургиялық (бөлек кристалдаумен талғамды еру). Қазіргі уақытта флотациялық әдіспен барлық калий хлоридінің 80%-ға жуығын өңдейді. Өндіру әдісіне қарай өнімді «К» маркалы (ерітінділерден кристалдаумен алынатын) және «Ф» маркалы (калий кендерін флотациялық байытумен алынатын) өнім түрінде шығарады.

Бақылау сұрақтары:

1. Калий нитратының өндірісі.
2. Калий нитратының конверсиялық әдісі.
3. Ықтималды конверсия параметрлері және калий нитратын алудың технологиялық сызбалары

Дәріс 5.Калий Орто-және метафосфат. Оларды алу әдістері

Дәріс жоспары:

1. Калий ортофосфаты.
2. Калий метафосфаты.
3. Калий орто және метафосфаттарын алу әдістері.

Калий ортофосфаты (K_3PO_4) және калий метафосфаты (KPO мет) әртүрлі өнеркәсіптік және аграрлық қолданбаларда қолданылатын маңызды химиялық қосылыстар болып табылады. Калий ортофосфатын алу әдетте ортофосфор қышқылын калий гидроксидімен бейтараптандыру арқылы

жүзеге асырылады. Бұл процесте қышқыл мен негіз белгілі бір пропорцияларда араласып, сулы ерітінді түзеді ортофосфат калийі, содан кейін соңғы өнімді алу үшін кристалданып, кептіруге болады. Екінші жағынан, калий метафосфаты көбінесе термиялық әдіспен дайындалады, онда калий дигидрофосфаты (KH_2PO_4) жоғары температураға дейін қызады, нәтижесінде дегидратация және метафосфатқа айналады. Бұл процесс метафосфаттың қажетсіз жанама өнімдерсіз дұрыс түзілуін қамтамасыз ету үшін температура мен уақытты дәл бақылауды қажет етеді. Бұл қосылыстардың екеуі де маңызды қолданбаларға ие, мысалы, ауыл шаруашылығында тыңайтқыштардың құрамдас бөліктері ретінде, тамақ өнеркәсібінде эмульгаторлар мен тұрақтандырғыштар ретінде және бірегей химиялық қасиеттеріне байланысты көптеген басқа салаларда.

Сипатталған өндіріс әдістерінен басқа, калий ортофосфаты да, калий метафосфаты да соңғы өнімнің қажетті сипаттамаларына және қолдану саласына байланысты әртүрлі әдістермен синтезделуі мүмкін екенін ескеру маңызды. Мысалы, қоспалар немесе тыңайтқыштар өндірісінде өнімнің тазалығы мен концентрациясын бақылау маңызды, бұл тазарту мен талдаудың неғұрлым күрделі және дәл әдістерін қажет етеді. Сондай-ақ, бұл қосылыстарды белгілі бір қасиеттерді алу үшін өзгертуге болады, мысалы, әртүрлі пайдалану жағдайларында ерігіштігін немесе тұрақтылығын жақсарту.

Зертханалық жағдайда бастапқы заттардың әртүрлі арақатынастарымен және реакция жағдайларының өзгеруімен (температура, қысым, РН) эксперименттер әртүрлі формаларға әкелуі мүмкін калий ортофосфат және метафосфат бірегей қасиеттері бар. Бұл химия өнеркәсібіндегі инновациялар мен жаңа өнімдерді әзірлеуге мүмкіндіктер ашады.

Өнеркәсіптік ауқымда бұл қосылыстарды өндіру көбінесе экологиялық стандарттарды сақтау және шығындар мен энергия тиімділігі тұрғысынан өндірістік процестерді оңтайландыру қажеттілігімен байланысты. Қоршаған ортаға аз әсер ететін және бастапқы материалдарды тиімдірек пайдаланатын калий орто - және метафосфаттарды өндірудің жаңа, тұрақты технологияларын дамыту осы саланың болашақ дамуы үшін маңызды міндет болып табылады.

Калий орто-және метафосфаттарды өндіру тақырыбын жалғастыра отырып, осы саладағы үздіксіз жақсарту мен инновацияның маңыздылығын атап өткен жөн. Негізгі міндеттердің бірі-энергия шығындарын азайтатын және өндіріс процесінде қалдықтарды азайтатын әдістерді әзірлеу. Бұл тұрақты даму мен экологиялық жауапкершілік мәселелеріне әлемдік назардың артып келе жатқанын ескере отырып, әсіресе маңызды.

Зерттеу зертханаларында калий орто - және метафосфаттар алу процестерінің тиімділігін арттыра алатын жаңа катализаторлар мен реагенттер іздестірілуде. Осы саладағы зерттеулер сонымен қатар әртүрлі реакция жағдайлары соңғы өнімнің сапасы мен қасиеттеріне қалай әсер ететінін жақсырақ түсіну үшін осы қосылыстардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеуді қамтиды.

Қолдану тұрғысынан калий орто - және метафосфаттарға негізделген жаңа формулалар мен композициялық материалдарды әзірлеу жалғасуда, олар ауыл шаруашылығынан электроника мен материалтануға дейінгі әртүрлі салаларда қолданыла алады. Мысалы, ауыл шаруашылығы тыңайтқыштардың тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға әсерін азайту үшін оларды оңтайландыру жолдарын зерттейді.

Жалпы, калий орто-және метафосфаттар өндірісі саласындағы даму орнықты даму мен инновациялық технологиялардың жаһандық трендтеріне сәйкес келетін неғұрлым таза, тиімді және экологиялық қауіпсіз процестерді құру бағытында жүріп жатыр.

Калий орто-және метафосфаттар өндірісіндегі инновацияларды талқылауды жалғастыра отырып, осы саладағы күш-жігер процестердің экологиялық тұрақтылығын жақсартуға бағытталғанын атап өткен жөн. Бұл ластаушы заттардың шығарындыларын азайтатын және өндіріс процестерінде жаңартылатын энергияны пайдалануды арттыратын әдістерді әзірлеуді қамтиды. Сонымен қатар, өндіріс процесінде пайда болуы мүмкін жанама өнімдер мен қалдықтарды қайта пайдалану жолдары зерттеліп, қалдықтардың жалпы көлемін азайтуға және экологиялық тиімділікті арттыруға ықпал етеді.

Нарықтық қажеттіліктер мен тенденциялар контекстінде әртүрлі өсімдік түрлері мен топырақ жағдайларының нақты талаптарын қанағаттандыру үшін конфигурациялануы мүмкін калий орто - және метафосфаттарға негізделген арнайы тыңайтқыштарды әзірлеуге ерекше назар аударылады. Бұған қоректік заттардың шығарылуы бақыланатын тыңайтқыштар кіреді, бұл қолдану жиілігін азайтуға және Тыңайтқыштардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Сондай - ақ, калий орто-және метафосфаттарды тағамдық емес қолданбаларда, соның ішінде оларды материалдарда, биомедициналық зерттеулерде және энергетикалық технологияларда компоненттер ретінде пайдалануға деген қызығушылықтың артып келе жатқанын атап өткен жөн. Бұл зерттеулер осы қосылыстар үшін жаңа нарықтар мен қосымшаларды ашып, олардың коммерциялық құндылығын және әртүрлі салаларға әсерін кеңейте алады.

Тұтастай алғанда, калий орто - және метафосфаттарды өндіру саласындағы үздіксіз зерттеулер мен әзірлемелер олардың өндірістік процестерін жақсартуға ғана емес, сонымен қатар оларды қолданудың жаңа мүмкіндіктерін ашады, бұл сайып келгенде әртүрлі салалардағы тұрақты даму мен инновацияларға ықпал етеді.

Инновациялар мен калий орто - және метафосфаттарды қолдану тақырыбын жалғастыра отырып, осы саладағы зерттеулер өндірістің тұрақты әдістерін іздеуге бағытталғанын атап өткен жөн. Улы химикаттарды азырақ пайдалану және энергияны тұтынуды азайту сияқты экологиялық таза процестер маңызды басымдықтарға айналуда. Бұған өндірістік процестер үшін баламалы, жаңартылатын энергия көздерін зерттеу және қоршаған ортаға әсерді азайту кіреді.

Нарықтың нақты қажеттіліктеріне бейімделу контекстінде зерттеулер әртүрлі топырақ түрлері мен климаттық жағдайлар үшін оңтайландырылуы мүмкін теңшелген тыңайтқыштарды әзірлеуге бағытталған. Бұл белгілі бір дақылдардың қажеттіліктерін барынша қанағаттандыру және өсімдіктердің аурулар мен стресстік жағдайларға төзімділігін жақсарту үшін калий, фосфор және басқа қоректік заттардың әртүрлі қатынасы бар формулаларды жасауды қамтиды.

Сонымен қатар, нанотехнология және материалтану саласындағы прогресс калий орто - және метафосфаттарды қолданудың жаңа перспективаларын ашады. Мысалы, оларды беріктік, ыстыққа төзімділік немесе биоүйлесімділік сияқты жақсартылған қасиеттері бар композициялық материалдардың жаңа түрлерін жасау үшін компоненттер ретінде пайдалануға болады.

Қорытындылай келе, калий орто - және метафосфаттар саласындағы үздіксіз зерттеулер мен әзірлемелер өндірістік процестердің тиімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін арттыруға ғана емес, сонымен қатар осы қосылыстарды әртүрлі салаларда қолданудың жаңа мүмкіндіктерін ашуға уәде береді. Бұл калий орто - және метафосфаттарды қолданудың маңыздылығы мен әртүрлілігін, сондай-ақ олардың тұрақтылық пен инновациялық зерттеулерге қосқан үлесін көрсетеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Калий ортофосфаты.
2. Калий метафосфаты.
3. Калий орто және метафосфаттарын алу әдістері.
4. Калий орто-және метафосфаттар өндірісіндегі инновациялар.

Дәріс 6. Аммоний фосфаттарын өндіру. Аммофос және аммоний фосфаттарын өндірудің физика-химиялық ерекшеліктері

Дәріс жоспары:

1. Аммоний фосфаттары.
2. Аммофос және аммоний фосфаттарын өндірудің физика-химиялық ерекшеліктері.

Аммоний фосфаттарын, соның ішінде аммофосты (диаммоний фосфаты) және аммоний фосфаттарының басқа түрлерін өндіру бірқатар физика-химиялық ерекшеліктерімен сипатталатын агрохимия өнеркәсібіндегі маңызды процесс болып табылады. Бұл процесс аммиак пен фосфор қышқылы арасындағы реакцияны қамтиды, бастапқы пропорциялар мен реакция шарттары өнімнің қажетті құрамына байланысты өзгеруі мүмкін. Аммофос, диаммоний фосфаты (DAP) өндірісінде аммиак құрамында азот

пен фосфор бар суда еритін тыңайтқыш алу үшін фосфор қышқылымен әрекеттеседі, бұл оны ауыл шаруашылығы үшін өте құнды етеді. Процестің негізгі физикалық-химиялық ерекшеліктерінің бірі тиімді синтезді қамтамасыз ету және қажетсіз жанама өнімдердің пайда болуын болдырмау үшін реагенттердің РН, температура мен концентрациясын дәл бақылау қажеттілігі болып табылады. Өнімнің кристалдануын басқару да маңызды, бұл оның ерігіштігіне, бөлшектердің мөлшеріне және оны тыңайтқыш ретінде қолдану үшін маңызды басқа қасиеттерге әсер етеді. Аммоний фосфаттарын өндіру сонымен қатар сапа мен қауіпсіздік стандарттарын қанағаттандыру үшін дайын өнімді тазалау және кептіру қадамдарын қамтиды. Бүкіл процесс қазіргі заманғы тұрақты тыңайтқыштар өндірісінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылатын шығарындыларды азайту және ресурстарды тиімді пайдалану сияқты экологиялық аспектілерді ескеруі керек.

Аммоний фосфаттарын, соның ішінде аммофосты өндіру тақырыбын жалғастыра отырып, өндірістік процестерді оңтайландыру және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету сияқты қосымша аспектілерге назар аударған жөн. Өндірістің заманауи технологиялары шикізатты барынша пайдалануға және қалдықтарды азайтуға бағытталған. Бұл жанама өнімдерді қайта өңдеуді және тазарту жүйелерін жақсартуды қамтиды, бұл қоршаған ортаға әсерді азайтуға және өндірістің экономикалық тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Аммофос өндіру процесінде өнімнің сапасын, атап айтқанда оның химиялық құрамын, ерігіштігі мен физикалық қасиеттерін бақылау маңызды рөл атқарады. Мысалы, аммофос түйіршіктерінің мөлшері мен пішіні оның топырақта таралуына және өсімдіктердің пайдалану тиімділігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Осы қасиеттерді жақсартатын жаңа формулалар мен қоспаларды әзірлеу осы саладағы инновациялардың бір бағыты болып табылады.

Тұрақты өндіріс мәселесі де өзекті болып табылады. Экологиялық проблемалар мен тұрақты дамуға назар аудару жағдайында аммоний фосфаттарын өндірушілер зиянды заттардың шығарындыларын азайтуға, процестердің энергия тиімділігін жақсартуға және жаңартылатын энергия көздерін пайдалануға ұмтылады.

Жалпы, аммоний фосфаттарын, соның ішінде аммофосты өндіру қазіргі агрохимия өнеркәсібінің маңызды бөлігі болып қала береді. Осы саладағы үздіксіз зерттеулер мен технологиялық инновациялар тыңайтқыштарды өндіру тиімділігі мен сапасын арттырып қана қоймайды, сонымен қатар агрохимияға тұрақты және экологиялық таза көзқарасқа ықпал етеді.

Аммоний фосфаттарын, әсіресе аммофосты өндіру тақырыбын жалғастыра отырып, өндірістің барлық кезеңдерінде сапаны бақылау мен бақылаудың жетілдірілген технологияларын біріктірудің маңыздылығын атап өткен жөн. Бұл соңғы өнімнің химиялық құрамы мен физикалық қасиеттерін бақылауды ғана емес, сонымен қатар максималды тиімділікті қамтамасыз ету және ластану қаупін азайту үшін өндіріс процестерін үздіксіз бақылауды қамтиды.

Тұрақты даму аясында аммоний фосфаттарын өндірудегі ғылыми зерттеулер шығарындылар мен энергияны тұтынуды азайтуды ғана емес, сонымен қатар қайталама шикізат пен қалдықтарды пайдалану мүмкіндігін ескеретін жаңа, экологиялық таза өндіріс әдістерін жасауға бағытталған. Мысалы, аммиак немесе фосфор қышқылын алу үшін мал немесе Өнеркәсіп қалдықтарын пайдалану жолдары зерттелуде, бұл тыңайтқыш өндірісінің экологиялық ізін айтарлықтай төмендетуі мүмкін.

Аммоний фосфаттарын алу үшін қажетті химиялық реакциялардың барысын жақсартуға қабілетті тиімдірек және үнемді катализаторлар мен реагенттерді табу да өзекті болып табылады. Мұндай технологиялардың дамуы жалпы өнімділікті едәуір арттырып, операциялық шығындарды төмендетуі мүмкін.

Аммоний фосфатын өндірудің әлеуметтік-экономикалық аспектісін де ескеру қажет, өйткені бұл сектор көптеген аймақтарда жұмыспен қамтудың және экономикалық өсудің маңызды көзі болып табылады. Сондықтан өндірістің тұрақтылығын арттыруға бағытталған күш-жігер әлеуметтік жауапкершілікті қамтамасыз етумен және жергілікті қауымдастықтарды қолдаумен біріктірілуі керек.

Қорытындылай келе, аммоний фосфаттарын өндірудегі үздіксіз күш-жігер агрохимия өнеркәсібі мен жалпы ауыл шаруашылығының тұрақты дамуының негізгі факторы болып табылатын тиімдірек, экологиялық тұрақты және экономикалық тиімді процестерді құруға бағытталған.

Аммоний фосфаттарын өндіру туралы әңгімені жалғастыра отырып, осы саладағы инновациялардың, әсіресе жаһандық экологиялық сын-қатерлер мен тұрақты даму контекстіндегі өсіп келе жатқан рөлін атап өту маңызды. Инновацияның бір бағыты-шикізат пен энергияны пайдалану тиімділігін арттыратын процестерді әзірлеу. Бұған химиялық реакцияларды жеделдете алатын, осылайша энергияны тұтынуды азайтатын және жалпы өнімділікті арттыратын жаңа катализаторларды зерттеу және енгізу кіреді.

Аммоний фосфаттарын өндірудің экологиялық әсерін азайтуға да назар аударылады. Мысалы, өндіріс процесінде пайда болатын қалдықтар мен ағынды суларды тазарту әдістері зерттелуде. Бұл ластаушы заттарды кетіретін және олардың қоршаған ортаға енуіне жол бермейтін тиімдірек сүзу және өңдеу жүйелерін әзірлеуді қамтиды.

Сонымен қатар, өндірістік процестерді жақсартуға бағытталған күш-жігер автоматтандыру мен цифрлық интеграцияны да қамтиды. Деректер мен жасанды интеллектке негізделген басқару жүйелерін қолдану процестерді оңтайландыруға, сапаны бақылау дәлдігін жақсартуға және ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға көмектеседі.

Нарықтық тенденциялар аясында аммоний фосфатын өндірушілер сонымен қатар әртүрлі дақылдар мен топырақ жағдайларының нақты талаптарына сәйкес келетін өнімдерді әзірлеу арқылы ауыл шаруашылығының өзгеретін қажеттіліктеріне бейімделуге тырысады. Бұл қоректік заттардың әртүрлі арақатынасы бар тыңайтқыштарды, сондай-ақ

қоректік заттарды тиімдірек және тұрақты пайдалануды қамтамасыз ететін бақыланатын шығарылатын тыңайтқыштарды әзірлеуді қамтиды.

Жалпы, аммоний фосфаттарын өндірудегі прогресс өнімділік пен тиімділікті арттыруға ғана емес, сонымен қатар экологиялық әсерді азайтуға және әлемдік ауыл шаруашылығының өзгермелі қажеттіліктеріне бейімделуге күш салуды қамтиды.

Бақылау сұрақтары:

1. Аммоний фосфаттарын өндіру.
2. Аммофос және аммоний фосфаттарын өндірудің физика-химиялық ерекшеліктері.
3. Аммоний фосфатын өндірудің әлеуметтік-экономикалық аспектісі.
4. Аммоний фосфаттарын өндірудің экологиялық әсері.

Дәріс 7-8. Аммофос пен диаммофостың шоғырланған маркаларын алу. Аммофос пен диаммофос өндірісінің ықтималды технологиялық режимі мен технологиялық схемасын таңдау

Дәріс жоспары:

1. Аммофос пен диаммофостың шоғырланған маркаларын алу.
2. Жемдік дикальцийфосфат.
3. Жемдік диаммонийфосфат.

Жемдік дикальцийфосфат жоғары шоғырлы, құрамында екі қоректік заты (азот пен фосфор) бар, минералды қосымша жем болып саналады. Өнімнің құрамында $(NH_4)_2HPO_4$ – 85-90%, $NH_4H_2HPO_4$ – 5-10%, $(NH_4)_2SO_4$ – 5%-ға дейін болады және қоректік заттардың қатынасы бойынша ол теңестірілмеген өнімге жатады.

Сыртқы келбеті бойынша түйіршіктелген диаммонийфосфат түсі ақ немесе әлсіз боялған түйіршіктермен ұнтақ кристалды материалдардың қоспасы. Өнім жанбайды, жарылмайды, уытты емес, нығыздалу қабілеті бар және суда толық ериді. Ол ауыл шаруашылығында малдарға қосымша минералды жем ретінде қолданылады, сонымен қатар өрт қауіпті материалдардың отқа төзімді қаптауышы ретінде де қолданылуы мүмкін.

Өзінің физика-химиялық қасиеттері бойынша жемдік дикальцийфосфат 2-ші кестеде көрсетілген МССТ 19651-74 талаптарына сай болуы керек.

Кесте 2-МССТ 19651-74 бойынша жемдік диаммонийфосфаттың құрамы

№	Көрсеткіштің аталуы	Мөлшері
1.	Сыртқы келбеті	Ақ немесе әлсіз боялған түйіршіктер мен ұнтақ кристалдардың қоспасы
2.	Тұз қышқылының 0,4%-ды ерітіндісінде еритін фосфордың салмақтық үлесі, %	
	P_2O_5-ке шаққанда	52±1
	P_4-ке шаққанда	22,7±0,4
3.	Тұз қышқылының 0,4%-ды ерітіндісінде еритін азоттың салмақтық үлесі, %	19-дан кем емес
4.	Фтордың салмақтық үлесі, %	0,05
5.	Мышьяктың салмақтық үлесі, % көп емес	0,006
6.	Қорғасынның салмақтық үлесі, % көп	0,002
7,	0,1М ерітіндінің pH, кем емес	7,0
8.	Електік құрамы:	
	Бөлшектердің салмақтық үлесі, % көп емес 4-тен 7мм-ге дейін	3
	7 мм-ден жоғары	жоқ
9.	Судың салмақтық үлесі, % көп емес	
	түйіршіктелеген өнімде	0,4
	кристалды өнімде	0,3
	түйіршіктер мен ұнтақтың қоспасы	Мөлшерленбейді

Тұз қышқылының 0,4%-ды ерітіндісінде еритін фосфордың P_2O_5-ке шаққандағы салмақтық үлесінің төменгі шегі 51,0%-дан төмен болмауы керек, ал одан жоғары болуы мүмкін.

Дайын өнімдегі судың салмақтық үлесі оны орап-түю сатысында мөлшерленеді.

Жемдік диаммонийфосфат алу үшін қолданылатын бастапқы шикізаттар:

1) МССТ 10678-76 сәйкес құрамында 70-73%H_3PO_4 бар ортофосфор термиялық қышқылы. 20°С-де H_3PO_4-ң тығыздығы 1,565 г/см^3, ол түссіз немесе ашық сұр сұйықтық.

2) МССТ 2184-67 сәйкес құрамында 92,5%-дан кем емес H_2SO_4болатын күкірт қышқылы, 20°С-де тығыздығы 1,8305 г/см^{3}ауыр майлы сұйықтық.

3) Синтетикалық сұйық аммиак, МССТ 6221-82 талаптарына сай келетін синтетикалық сұйық аммиак, NH_3құрамы 99,6%-данкем болмауы керек. Аммиак түссіз газ, атмосфералық қысымда конденсациялану температурасы 33,4°С. Аммиактың тұтану температурасы 780°С. 0°С және атмосфералық қысымдағы аммиак буларының тығыздығы 0,771г/л. Жарылыс шегі 15,5-27% (көл.) NH_3 құрайды.

Жемдік диаммонийфосфат өндірудің технологиялық процесі келесі сатылардан тұрады:

1. Шикізаттарды қабылдау;
2. Фосфор қышқылын орташаландыру;
3. Алдын-ала бейтараптандыру процесі;
4. Өнімді аммонизациялау процесі;
5. Пульпаны грануляциялау;
6. Түйіршіктерді кептіру;
7. Диаммонийфосфатты іріктеу;
8. Диаммонийфосфатты салқындату;
9. Аммиакты абсорбциялау.

Күкірт қышқылы зауытқа темір жол цистерналарымен тасымалданады, содан кейін күкірт қышқылы қоймасына айдалады. Қышқылдарды цистерналардан қоймаға айдау сораппен қалыптастырылатын вакууммен айдалады. Күкірт қышқылын қоймадан өндірістік желіге айдау үлгі бойынша жүзеге асырылады.

Термиялық фосфор қышқылы зауытқа темір жол цистерналарымен тасымалданып қышқыл қабылдағыш жинағыштарда сақталады.

Аммиак зауытқа темір жол цистерналарымен сұйық күйде тасымалданады, содан кейін құбырлар арқылы қоймаға айдалады. Қоймадан аммиак цехқа сұйық та, газды да күйде беріледі.

Қабылдағыш жинағыштан фосфор қышқылы бірінші сатыдағы орташаландырғышқа беріледі, ол жерде жинағыштан келетін айналмалы ерітіндінің көмегімен тығыздығы 1,4г/см^3 концентрациясы 40%P_2O_5 ерітіндіге дейін сұйылтылады. Дайындалған ерітінді сораптың көмегімен екінші сатыдағы орташаландырғышқа беріледі, бұл бір уақытта кіші абсорбцияның айналмалы жинағышының рөлін атқарады. Дайын ерітінді сораптың көмегімен мақсатты өлшегіш арқылы бейтараптандыру процесіне «Кіші абсорбция» скрубберіне беріледі.

Концентрациясы 92,5% H_2SO_4 күкірт қышқылы қабылдағыш жинағыштан сораптың көмегімен қысымды баққа беріледі, ол жерден бейтараптандырудың бірінші сатысының форнейтрализатор өлшеніп беріледі. Сонымен қатар, күкірт қышқылы бейтараптандырудың екінші сатысында аммонизатордағы майда бөлшектердің қабатына да берілуі мүмкін.

Алдын-ала бейтараптандыру процесінің негізгі шартына пульпаның жеткілікті қозғалғыштығын және фосфор қышқылының шығынын азайтатын параметрлерді қамтамасыз ету жатады. Алдын-ала бейтараптандырғыштардағы процестің температурасы 108-125^{o}С-ді құрайды. Алдын-ала бейтараптандырғыш тізбектеліп орналастырылған, тот баспайтын болаттан жасалған және әр қайсысы сегіз барботермен жабдықталған екі сыйымдылықтан тұрады. Алдын-ала бейтараптандырғыштардың биіктігі 5,1м, диаметрі 3м, жалпы көлемі 32м^3.

Бейтараптандырудың бірінші сатысы NH_3:H_3PO_4 қатынасы 1,35:1,55 тең болғанға дейін жүргізіледі. Бұл сатыда құрамында 35-55% диаммонийфосфат

бар қоспа алынады. Күкірт қышқылының қатысында өнімді түйіршіктендіру процесі жақсы жүреді.

Бейтараптандыру сатысында келесі химиялық реакциялар жүреді:

$HPO_4+NH_3= NH_4H_2PO_4$ – моноаммонийфосфат
$NH_4H_2PO_4+NH_3= (NH_4)_2H_3PO_4$ – диаммонийфосфат
$H_2SO_4+ NH_3=(NH_4)_2SO_4$ – аммоний сульфаты

Алдын-ала бейтараптандырғыштан шығарылатын балқыманың құрамында SO_3-ң мөлшері 1,5-тен 4,0%-ға дейін болады, алдын-ала бейтараптандыру ұзақтығы 2 сағатты құрайды.

Қышқылдарды бейтараптандыру реакциясы экзотермиялық (жылу сіңіре жүретін) болғандықтан процестің нәтижесінде реакциялық қоспа қарқынды қызып су буланады. Бейтараптандыру процесінің нәтижесінде бөлінген су булары мен аммиак үздіксіз шығарылып скрубберге беріледі. Алдын-ала бейтараптандырғыштан шығарылатын пульпаның ылғалдылығы 10-15%, ал оның құрамындағы азоттың мөлшері 15-17% құрайды.

Барботерлерді жұмысқа қосу және буландыру кезеңінде реакциялық қоспаны қыздыру мақсатымен алдын-ала бейтараптандырғыштың құбыры арқылы бу беріледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Аммофос пен диаммофостың шоғырланған маркаларын алу.
2. Аммофос пен диаммофос өндірісінің ықтималды технологиялық режимі
3. Аммофос пен диаммофос өндірісінің ықтималды технологиялық схемасын таңдау

Дәріс 9-10. Нитроаммофосфаттар мен карбоаммофосфаттар алу технологиясы. Кальций тұздарын шығарудың әртүрлі технологиялық схемалары бар фосфат шикізатының азот қышқылының ыдырауы арқылы нитроаммофоска мен диаммонитрофоска алу

Дәріс жоспары:

1. Нитроаммофоска алу жолдары.
2. Карбоаммофосфаттар алужолдары.
3. Кальций тұздарын шығарудың әртүрлі технологиялық схемалары бар фосфат шикізатының азот қышқылының ыдырауы арқылы нитроаммофоска мен диаммонитрофоска алу.

Нитроаммофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$) -концентрацияланған тыңайтқыш, азот-фосфор-калий, түйіршіктелген, минералды қоректену элементтерінің құрамы

мен қатынасы әртүрлі брендтерде шығарылады: N: P: K = 16:16:16, 15:15:15 және басқалар.

Нитроаммофоски фосфоры топырақта суперфосфат фосфорына қарағанда қозғалмалы және өсімдіктерге оңай сіңеді. Әрбір түйіршіктің құрамында азот, фосфор және калий бірдей мөлшерде болады, қоректік заттар топырақта біркелкі бөлініп, осы көрсеткіш бойынша тук қоспаларынан асып түседі.

Нитроаммофоска-азот, калий және фосфордың теңдестірілген пропорцияларынан тұратын заманауи минералды тыңайтқыштар кешені. Сыртқы жағынан, бұл орташа қызғылт-ақ түйіршіктер,1-ден 50 килограмға дейін. Нитроаммофосканың құрамы бұл тыңайтқышты барлық дақылдарға, сондай-ақ үй өсімдіктерін жапырақты тамақтандыруға мүмкіндік береді.

Көбінесе бақшада немесе коттеджде нитроаммофоска негізгі отырғызу алдындағы тыңайтқыш ретінде қолданылады. Теңдестірілген композиция оны топырақтың кез-келген түріне сәйкес етеді. Бұл минералды кешен әсіресе қара топырақ пен серозем үшін өте қолайлы, бұл тыңайтқышты топырақтың осы түрлеріне суару арқылы қолданған дұрыс.

Гранулометриялық құрамы бар ауыр қара топырақ үшін нитроаммофосканы түйіршіктермен, жақсырақ күзде қолданған жөн. Егер сіздің сайтыңыздағы топырақ жеңіл болса, онда көктемнің басында күрделі тыңайтқышты қолданған дұрыс. Қазіргі уақытта көптеген өндірушілер нитроаммофоску шығарады. Тыңайтқыштағы минералдардың балансы әр түрлі жеткізушілерден айтарлықтай өзгеруі мүмкін, сондықтан нитроаммофосканы сатып алғанда, қолдану жөніндегі нұсқаулықты, сондай-ақ оны сұйылтылған түрде жапырақты өңдеуге арналған топыраққа енгізу нормаларын оқып шығыңыз. Бұл дақылдардың калий, фосфор және азотқа деген қажеттілігі айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін болғандықтан қажет, ал агрохимия сатылатын мамандандырылған дүкендердің сөрелерінде ұсынылған минералды кешендердің үлкен таңдауы өте үлкен.

Алғаш рет 1908 жылы Д.Н. Прянишников фосфаттардың азот қышқылының ыдырауының орындылығы туралы ойларын білдірді. Алайда, ол кезде арзан азот қышқылы өндірілмегендіктен, фосфатты өңдеудің бұл әдісін жүзеге асыру мүмкін болмады. Фосфаттардың азот қышқылының ыдырауы арқылы азот пен фосфор тыңайтқыштарын алу мүмкіндігі синтетикалық аммиактан азот қышқылының өндірісі тез дами бастаған 20-шы жылдары ғана нақты негізге ие болды.

Фосфаттарды азот қышқылымен өңдеу фосфаттардың азот қышқылымен ыдырауынан және құрамында кальций нитраты мен бос фосфор қышқылы бар түзілген ерітіндіні (сорғышты) кейіннен өңдеуден тұрады. Өңдеу әдісіне байланысты сорғыштарды бір жақты азот пен фосфор тыңайтқыштарын да, қоректік заттардың қатынасының ең кең диапазоны бар күрделі, қос немесе үштік тыңайтқыштарды да алуға болады.

Фосфаттардың азот қышқылымен ыдырауы келесі негізгі теңдеуге сәйкес жүретін күрделі процесс:

$$Ca_5(PO_4)_3F + 10HNO_3 = 3H_3PO_4 + 5Ca(NO_3)_2 + HF \quad (1)$$

Фосфаттардағы қоспалар-кальций мен магний карбонаттары, темір, алюминий және сирек кездесетін жер оксидтері және кальций фториді де азот қышқылымен әрекеттесіп, нитраттар түзеді:

$$(Mg, Ca)CO_3 + 2HNO_3=(Mg, Ca)(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O \quad (2)$$
$$R_2O_3 + 6HNO_3 = 2R(NO_3)_3 + 3H_2O \quad (3)$$
$$CaF_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2HF \quad (4)$$

Темір мен алюминий оксидтеріде бөлінетін фосфор қышқылымен ыдырап, суда ерімейтін фосфаттар түзеді, Бұл P_20_5 жоғалуына әкеледі:

$$Fe_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2FePO_4 + 3H_2O \quad (5)$$
$$A1_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2A1PO_4 + 3H_2O \quad (6)$$

Сондықтан құрамында 12% - дан астам Fe_2O_3 бар фосфаттар (P_2O_5-ке қатысты) алдын-ала байытылғаннан кейін ғана химиялық өңдеуге жарамды болып саналады.

Фосфаттарда AI_2O_3 болуы Fe_2O_3 сияқты зиянды емес, бірақ бұл да жағымсыз, өйткені бұл фосфор қышқылы ерітіндісінің (сорғыштың) ластануына әкеледі. Бөлінетін фторлы сутегі әрдайым фосфаттармен бірге жүретін шақпақ тас қышқылымен әрекеттеседі және әдетте ерітіндіде сутегі кремний қышқылы түрінде қалады. Апатит концентратында аз мөлшерде болатын нефелин мен эгерин де азот қышқылымен ыдырайды:

$$KAISiO_4 \bullet NaAlSiO_4 \cdot nSiO_2 + 8HNO_3 = KNO_3 + NaNO_3 +$$
$$2Al(NO_3)_3 + nSiO_2 + 4H_2O \quad (7)$$
$$Na,Fe(2SiO_3)_2 + 4HNO_3 = NaNO_3 + Fe(NO_3)_3 + 2SiO_2 + 2H_2O \quad (8)$$

Табиғи фосфаттардың толық ыдырауы үшін процесті апатиттегі SiO_2 немесе CaO және фосфориттердегі MgO есебінен алынған азот қышқылының стехиометриялық нормасының қатысуымен жүргізу керек.

Егер азот қышқылының мөлшері стехиометриядан аз болса және реакцияларға сәйкес келсе:

$$2Ca_5(PO_4)_3F + 14HNO_3 = 3Ca(H_2PO_4)_2 + 7Ca(NO_3)_2 + 2HF \quad (9)$$
$$Ca_5(PO_4)_3F + 4HNO_3 = 3CaHPO_4 + 2Ca(NO_3)_2 + HF \quad (10)$$

Бұл реакциялардың біріншісі бастапқы азот қышқылының концентрациясы 60%-дан төмен емес болған кезде ғана жүреді. Қалыпты жағдайда екінші реакция іс жүзінде жүрмейді.

Табиғи фосфаттардың азот қышқылымен ыдырауының гетерогенді процесінің жылдамдығы көбінесе Реактивтердің жанасу бетінің мөлшерімен анықталады. Фосфаттардың ұсақталу дәрежесі олардың ыдырау ұзақтығын

ғана емес, сонымен қатар оларды ұсақтауға байланысты шығындарды да ескере отырып белгіленеді.

Фосфаттардың ыдырау жылдамдығына целлюлоза консистенциясымен реакцияға түсетін композиттердің концентрациясы айтарлықтай әсер етеді. Ерітіндінің оңтайлы концентрациясы оның тығыздығымен сипатталады, ол 1,55 г/см^3 аспауы керек. Тұрақты концентрациялардың өзгеруіне жол бермеу үшін фосфат пен қышқылдың жақсы араласуы жүзеге асырылады. Араластыру әдетте механикалық түрде жасалады. Бұл сығылған ауаны қолдану ерітіндінің көбіктенуінің жоғарылауымен байланысты. Көбік түзілуі реакцияның газ тәрізді өнімдерінің — көмірқышқыл газының, сутегі фторидінің, су буының және азот оксидінің бөлінуіне байланысты жүреді, олар табиғи фосфаттарда кездесетін органикалық қоспалар мен азот қышқылының ішінара ыдырауынан алынады. Орталықтан тепкіш сорғының көмегімен айналым арқылы ерітіндіні араластыру өте агрессивті орта жағдайында (азот және фосфор қышқылдарының ерітіндісі) және қатты фазаның (шламның) болуына байланысты сорғыларды пайдалану кезінде туындайтын қиындықтармен байланысты.

Үшкальцийфосфатының ыдырау жылдамдығы және ерітіндіге P_2O_5 алу дәрежесі қолданылатын азот қышқылының мөлшеріне байланысты 40~44.

Азот қышқылының стехиометриялық мөлшерімен, ыдырау реакциясы жүріп жатқанда, ерітіндіде тұздардың жиналуына және ерітіндінің қышқылдығының төмендеуіне байланысты оның жылдамдығы біртіндеп баяулайды. Тұрақты ыдырау жылдамдығын қамтамасыз ету үшін процесс әдетте стехиометриялық мөлшерге қарсы 2-5% артық азот қышқылында жүзеге асырылады. Кейбір жағдайларда артық азот қышқылы 20-50% дейін артады — бұл алынған ерітіндіні тыңайтқышқа өңдеудің кейінгі операцияларын қамтамасыз ету үшін қажет.

Процестің ұзақтығы: жүктеу 30 мин және араластыру 1 сағ 30 мин, температура 40-50°С. бір қисықтағы сандар стехиометриялық қышқылдың 90% құрайды.

Әдетте табиғи фосфаттардың ыдырауы 45-50°С температурада жүреді, бұл оңтайлы. Температура төмендеген кезде (45°С-тан төмен) ыдырау баяулайды. Температураның жоғарылауы мен ерітіндінің тұтқырлығы төмендейді, заттың диффузиялық жағдайы жақсарады және ыдырау жылдамдығы 46-ға артады. Алайда, 50°С-тан жоғары жабдықтың коррозиясы күрт артады. Қажетті температура (45-50°С) негізінен реакцияның жылу әсеріне байланысты сақталады; азот қышқылының температурасы 30°С болуы керек жылу алмастырғыштағы қышқылды жылыту немесе салқындату арқылы реттеледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Нитроаммофосфаттар
2. Карбоаммофосфаттар
3. Нитроаммофосфаттар алу технологиясы.
4. Карбоаммофосфаттар алу технологиясы.

5. Кальций тұздарын шығарудың әртүрлі технологиялық схемалары бар фосфат шикізатының азот қышқылының ыдырауы арқылы нитроаммофоска мен диаммонитрофоска алу.

Дәріс 11-12. Азот қышқылының сығындысын алудың физика-химиялық негіздері және технологиялық схемасы. Азот-қышқыл сығындысын күкірт қышқылымен, карбонатпен, фосфор қышқылымен және кальций нитратын мұздату әдісімен өңдеу ерекшеліктері

Дәріс жоспары:

1. Азот қышқылының сығындысын алудың физика-химиялық негіздері
2. Азот-қышқыл сығындысын күкірт қышқылымен, карбонатпен, фосфор қышқылымен және кальций нитратын мұздату әдісімен өңдеу ерекшеліктері

Жүйенің көп компоненттілігіне байланысты фосфаттың азот қышқылын өңдеу процестерінің химиясы өте күрделі.

Табиғи фосфат шикізатының негізгі компоненті – фторапатиттің азот қышқылымен толық ыдырауы фосфор қышқылының, кальций нитраты мен фторид сутегінің түзілуімен жүреді:

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 10HNO_3 = 3H_3PO_4 + 5Ca(NO_3)_2 + HF \qquad (11)$$

Азот қышқылының азайған мөлшерімен фторапатиттің ыдырауы моно- немесе дикальций фосфатының, кальций нитратымен фторид сутегінің түзілуімен жүруі мүмкін:

$$2Ca_5F(PO_4)_3 + 14HNO_3 = 3Ca(H_2PO_4)_2 + 7Ca(NO_3)_2 + 2HF, \qquad (12)$$
$$Ca_5F(PO_4)_3 + 4HNO_3 = 3CaHPO_4 + 2Ca(NO_3)_2 + HF \qquad (13)$$

Азот қышқылының стехиометриялық қатынасында (немесе артық) реакция (11) толығымен дерлік жүреді. Егер азот қышқылы жетіспесе, реакция (12) немесе (13) теңдеулері бойынша қатаң жүрмейді, ыдырау өнімдерінде кальций фосфаттарымен бірге бос фосфор қышқылы да болуы мүмкін.

Әдетте, (11) реакцияға сәйкес стехиометриялық нормадан 40-100% мөлшерінде азот қышқылымен (47-55% HNO_3) фосфаттарды ыдырату кезінде шикізаттан P_2O_5экстракция дәрежесі дерлік қышқылдық нормаға тең болады.

Фосфат шикізатында, атап айтқанда фосфориттерде болатын кальций мен магний карбонаттары нитраттардың түзілуі мен және көмірқышқыл газының бөлінуімен азот қышқылымен ыдырайды:

$CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$ (14)
$MgCO_3 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$ (15)

Бөлінген көмірқышқыл газы ерітіндінің көбіктенуіне әкеледі және фосфаттың ыдырау процесін жеделдетеді.

Сесквиоксидтердің қосылыстары – лимонит, глауконит, пирит және т.б., сондай-ақ сирекжер элементтері нитраттар түрінде ерітіндіге түседі:

$R_2O_3 + 6HNO_3 = 2R(NO_3)_3 + 3H_2O$ (16)

Темірдің оксидтік формалары азот қышқылымен тотығады, нәтижесінде азот оксидтерінің бөлінуімен азот қышқылының ішінара тотықсыздануы жүреді:

$FeO + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO_2 + 2H_2O$ (17)

Сирек жер элементтері апатит молекуласындағы кальцийді изоморфты түрде алмастыратындықтан, олар P_2O_5 және CaO-мен бір мезгілде ыдырау кезінде ерітіндіге де өтеді.

Сесквиоксидтер (темір және алюминий) суда ерімейтін фосфаттарды түзу үшін бөлінген фосфор қышқылымен әрекеттесе алады, нәтижесінде P_2O_5 ерімейтін қалдықпен жоғалады:

$Fe_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2FePO_4 + 3H_2O$ (18)
$Al_2O_3 + 2H_3PO_4 = 2AlPO_4 + 3H_2O$ (19)

Сондықтан P_2O_5-ке қатысты 12%-дан астам Fe_2O_3 бар фосфаттар алдын ала байытқаннан кейін ғана химиялық өңдеуге жарамды деп саналады.

Фосфаттарда Al_2O_3 болуы Fe_2O_3 сияқты зиянды емес, бірақ ол да жағымсыз, өйткені ол фосфаттардың азот қышқылы ерітіндісінен тұнбаға әкеледі.

(11), (12), (13) реакциялары арқылы бөлінетін фторид сутек гидрофтор кремний қышқылымен және темір мен алюминийдің сесквиоксидтерімен әрекеттеседі, нәтижесінде газ тәрізді немесе сұйық өнімдердің түзілуімен келесі реакциялар жүреді:

$4HF + SiO_2 = SiF_4 + 2H_2O$ (20)
$6HF + SiO_2 = H_2SiF_6 + 2H_2O$ (21)
$2HF + SiF_4 = H_2SiF_6$ (22)
$3SiF_4 + 2H_2O = 2H_2SiF_6 + SiO_2$ (23)
$12HF + Al_2O_3 = 2H_3AlF_6 + 3H_2O$ (24)
$12HF + Fe_2O_3 = 2H_3FeF_6 + 3H_2O$ (25)
$3SiF_4 + 3H_2O = 2H_2SiF_6 + H_2SiO_3$ (26)

Фосфаттардың азот қышқылы ерітіндісінде фтор гидрофторкремний қышқылының негізгі түрінде кездеседі, бұл өнімді одан әрі өңдеу кезінде теріс әсер етуі мүмкін. Сондықтан фосфаттардың азот қышқылы ерітіндісіне натрий иондарын, атап айтқанда натрий нитратын қосқанда, фтор әдетте натрий кремнийфториді түрінде қатты фазаға бөлінеді:

$$H_2SiF_6 + 2NaNO_3 = Na_2SiF_6 + 2HNO_3 \quad (27)$$

Газ фазасына бөлінетін фтордың мөлшері негізінен фосфат шикізатының сапасына және технологиялық процестің температурасына байланысты. Фосфат шикізатында сілтілік металдар мен сесквиоксидтер неғұрлым көп болса, соғұрлым фтор ұшпайтын фторы бар өнімдер $(K, Na)_2SiF_6$, $(K, Na)_3RFe_6$ түрінде қалады.

Апатит концентратында болатын нефелин мен этилин азот қышқылымен келесі химиялық реакциялар бойынша ыдырайды:

$$KAlSiO_4 \cdot 4NaAlSiO_4 \cdot nSiO_2 + 20HNO_3$$
$$= KNO_3 + 4NaNO_3 + 5Al(NO_3)_3 + SiO_2 + 10H_2O \quad (28)$$
$$Na_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot 4SiO_2 + 8HNO_3 = 2NaNO_3 + 2Fe(NO_3)_3 + 4SiO_2 + 4H_2O \quad (29)$$

Сонымен, фосфаттардың азот қышқылы ерітіндісі құрамында негізінен фосфор қышқылымен кальций нитраты, сонымен қатар магний және сесквиоксид нитраттары, кремний және гидрофтор кремний қышқылдары және басқа қосылыстар бар күрделі жүйе болып табылады. Фосфаттардың ыдырауы әдетте азот қышқылының артық мөлшерімен жүзеге асырылатындықтан, ерітіндіде бос азот қышқылы да болады.

Жоғарыда аталған ерітінділерді бейтараптандыру кезінде олардың құрамындағы кальций нитратының көп болуы негізгі фосфаттардың көбірек түзілуіне ықпал етеді. Кальций нитратының бір бөлігі фосфаттарға, соның ішінде қорытылмайтынына айналады, ал бір бөлігі дайын өнімде қалып, оның физикалық қасиеттерін нашарлатады.

Фосфатты шикізатты қышқылмен өңдеу кезінде кальций мен фосфордың арақатынасын төмендетуге фосфаттарды азот және күкірт, азот және фосфор қышқылдары қоспасымен, азот қышқылын натриймен, калиймен, аммоний сульфаттарымен, сондай-ақ прекальциймен ыдырату арқылы қол жеткізіледі. Кальций нитратының ерігіштігін төмендететін NO_3- аттасионын салқындату немесе енгізу арқылы.

Фосфаттардың азот және күкірт қышқылдары қоспасымен ыдырау процесін келесі негізгі реакция арқылы сипаттауға болады:

$$2Ca_5F(PO_4)_3 + 14HNO_3 + 3H_2SO_4 = 6H_3PO_4 + 7Ca(NO_3)_2 + 3CaSO_4 + 2HF \quad (30)$$

Кальцийдің тұндыру дәрежесі қышқылдардың қатынасына байланысты. Процестің температурасы мен концентрация жағдайына байланысты кальций сульфаты гипс немесе гемигидрат түрінде бөлінеді.

Фосфаттардың азот және фосфор қышқылдары қоспасымен ыдырау процесінің химиясын мына теңдеу түрінде көрсетуге болады:

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 6HNO_3 + 4H_3PO_4 = 3Ca(NO_3)_2 + 2Ca(H_2PO_4)_2 + HF \qquad (31)$$

Сульфаттардың қатысуымен фосфаттық шикізаттың ыдырауын азот қышқылының төмендетілген (стехиометриялық есептелген) жылдамдығымен жүргізуге болады. Әрі қарай процесс ерітіндіден $CaSO_4$ түріндегі кальций ионының шығарылуына, ал кальций иондарымен қанықпаған қалған фосфор қышқылының реакцияға түспеген фосфатпен әрекеттесуіне байланысты жүреді.

Процесс мына теңдеумен сипатталады:

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 7HNO_3 + 3.5Me_2SO_4 = \\ = 3.5CaSO_4 + 7MeNO_3 + 1.5Ca(H_2PO_4)_2 + 2HF \qquad (32)$$

Кальций толығымен жиналғанда келесі химиялық реакция жүреді:

$$Ca_5F(PO_4)_3 + 7HNO_3 + 5Me_2SO_4 = \\ = 5CaSO_4 + 7MeNO_3 + 3MeH_2PO_4 + HF \qquad (33)$$

Процесске калий немесе натрий сульфаттарын енгізген кезде фтор ерітіндіден K_2SiF_6 немесе Na_2SiF_6 түрінде шығарылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Жүйенің көп компоненттілігіне байланысты фосфаттың азот қышқылын өңдеу процестерінің химиясы.
2. Фосфаттардың азот және күкірт қышқылдары қоспасымен ыдырау процесі.
3. Сульфаттардың қатысуымен фосфаттық шикізаттың ыдырауы.

Дәріс 13-14. Карбамид-фосфор күрделі тыңайтқыштарын өндіру. Кальций нитратын аммоний нитратына айналдырудың жетілдірілген технологиялық схемасы. Технологиялық есептеулер

Дәріс жоспары:

1. Карбамид және оның қасиеттері.
2. Карбамид-фосфор күрделі тыңайтқышы.

Карбамид көмір қышқылының диамиды (қосамиды). Түссіз кристалл, иісі жоқ тығыздығы 1,335 г/см^3, балқу температурасы 132,4^{0}С. Құрамында 46,6% азот, не 56,7% NH_3. Қыздырған кезде алдымен аммоний цианаты, ол циан қышқылына және аммиакке бөлінеді.

$CO(NH_2)_2 \rightarrow NH_4NCO \rightarrow HNCO + NH_3$(34)

Циан қышқылы карбамидпен реакцияға түседі де биурет пайда болады.

$HNCO + CO(NH_2)_2 \rightarrow NH_4CONHCONH_2$(35)

Егер карбамидке аммоний нитратын қосса оның ыдырауы тоқталады. Карбамидтің суда ерігіштігі 20ºС – 51,83%, 60ºС – 71,88%, 120ºС–95% $CO(NH_2)_2$. Температура 130ºС жоғарыда карбамид ерітіндісі NH_3 және CO_2 бөлінеді. Қышқылдармен карбамид реакцияға түседі. Мысалы, нитрат $CO(NH_2)_2 \cdot HNO_3$- суда нашар ериді. Қыздырғанда жарылыспен жіктеледі. Карбофосфат $CO(NH_2)_2 \cdot H_3PO_4$ –суда жақсы ериді, бірақ тез жіктеліп кетеді.

Тұздармен карбамид комплекс құрайды, мысалы $Ca(NO_3)_2 \cdot 4(NH_2)_2CO$, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 4(NH_2)_2CO$. Карбамидтің судағы ерітіндісі 80ºС дейін тұрақты, одан жоғары температурада изоцианат (цианат– N) аммоний, аммоний карбонатына және гидрокарбонатына айналады:

$(NH_2)_2CO \leftrightarrow NH_4NCO$;(36)
$NH_4NCO + 2H_2O \leftrightarrow (NH_4)_2CO_3$;(37)
$(NH_4)_2CO_3 \leftrightarrow NH_4HCO_3 + NH_3$;(38)
$NH_4HCO_3 \leftrightarrow NH_3 + H_2O + CO_2$.(39)

Аммоний карбаматы суда тұрақсыз, карбонатқа толық айналады:

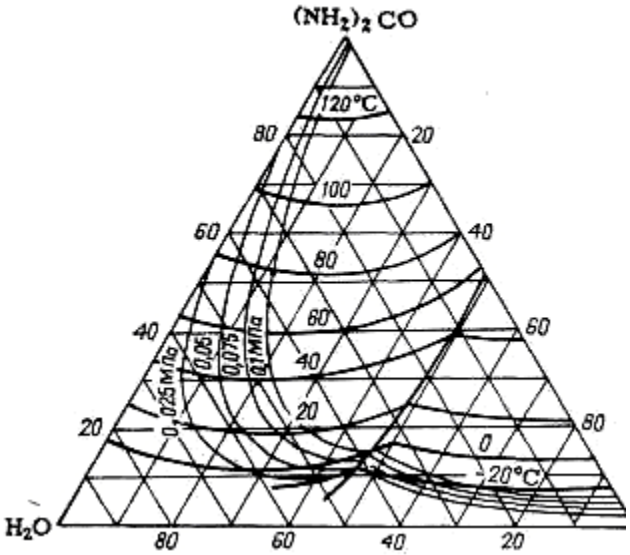
$NH_2COONH_4 \rightarrow (NH_4)_2CO_3$(40)

Температура 60ºС төменде карбамат ерітіндісінен минус 13 тен 5ºС дейін- карбонат, ал 5-тен 60ºС дейін сесквикарбонат (CO_3^{2-}: NH_4^+ қосарланғанда тұзда карбонаттағы CO_3^{2-}: NH_4^+ қатынасынан 1,5 есе артық) - $(NH_4)_2CO_3 \cdot 2\ NH_4HCO_3$ түзіледі (сурет 1, 2).

Таза карбамат аммоний балқу температурасы 152-155ºС, сұйық аммиакта 0-118ºС арасында нашар ериді, 118-119ºС кезінде бөлініп тұратын екі қабат сұйық түзейді: біріншіде сұйық аммиак ~ 26% NH_3.

Карбамид балластсыз жоғары шоғырлы тыңайтқыш, ондағы азот өсімдікпен оңай сіңіріледі. Аммоний нитратынан карбамидтің артықшылығы: құрамында азот көп; жарылыс қаупі жоқ, аз ылғалданады (гигроскопиялық нүктесі - 80%).

Карбамид сулы топырақта алдымен аммоний карбонатына айналады, топырақты бейтараптайды, соңынан карбонаты интрификацияға түсіп, топырақ қышқылданады.



Сурет 1 – $(NH_2)_2CO$-NH_3-H_2O жүйесіндегі политермиялық диаграмма (құрам, %).



Сурет 2 – Карбамат-аммоний-су жүйесіндегі ерігіштік.

Карбамидоформальдегид тыңайтқышы жай еритін зат. Карбамидте биурет >0,25% улы зат, топырақты күйдіріп жібереді. Карбамидті жемге де қосуға болады, белок аз да, көміртек көп. Түйіршікті, кристалды карбамидтың марка А жоғары және бірінші категориялары шайыр, пластмаса, клей, лак, фармациялық препарат-тар, гербицид өндірістерінде және малшаруашылығында пайдалынады. Карбамид құрамында кемінде 46,3-46,2% N, 0,6-0,9%-тен биурет 0,2-0,3% H_2O тыңайтқыш ретінде карбамидтың марка Б пайдаланады: 46% N, 0,9% кем биурет 0,25 % су.

Карбамидты NH_3 жәнеCO_2 температура 150-220ºС, қысым 7-100МПа кезінде әрекеттесумен пайда болған ерітіндіні дистилляциялау және балқыманы өңдеу арқылы алады. Карбамид синтезінде жүретін негізгі реакциялар:

Алдымен карбамат аммоний түзіледі,

$2NH_3(г)+CO_2(г) \leftrightarrow NH_2COONH_4 +125,6кДж(41)$

карбаматтан су бөлінеді де карбамидке айналады:

$NH_2COONH_4(с) \leftrightarrow (NH_2)_2CO(с)+H_2O(с)-15,5$ кДж(42)

Процесте екі фаза түзіледі: газ фаза - NH_3, CO_2, H_2O; сұйық фаза-балқыған және еріген аммиак, аммоний карбаматы, карбамид, аммоний карбонаттары және су. Карбамид балқыған карбаматтан түзіледі. Карбамид – карбамат аммоний – су жүйесі диаграммасында (сурет 2), кристаллизацияның үш алаңы бар - $(NH_2)_2CO$, $(NH_2)_2CO\cdot NH_3$ және NH_2COONH_4 жүйеде үш компонентті араласпайтын сұйықтардың екі аймағы көрсетілген.

Карбамид синтезі кезіндегі балқыма құрамында карбамид, карбамат, су және артық аммиак болады. Сондықтан дистилляциялау арқылы балқымадагы карбамидты және карбонаттарды ыдыратады, ал алынған сулы ерітіндіден қатты карбамид өндіреді. Карбамид өндіріс тәсілдерінің топтары:

1) синтездеу жағдайларына (температура, қысым, NH_3, CO_2) байланысты;

2)дистилляция газдарын ұстау және пайдалану тәсілдері бойынша,

себебі, олардың карбамидке өту дәрежелері 50-70%-тен аспайды.

3) технология ашық және жабық үлгілерде істеуіне байланысты.

Қазіргі ірі өндірісте технология жабық үлгіде (дистилляция газдары толық жүйеге қайтарылады) жұмыс істеуде. Газдарды рециркуляциялау жолдары:

1) газды рециклде – дистилляция газдары газ күйінде жүйеге қайтарылды;

2) шамалы немесе толық сұйық күйіндегі рецикл-циклге сұйық аммиак немесе аммоний тұздарының суспензиясын қайтарады.

Сұйықтық рецикл көп таралған технология. Дистилляция газдарын сумен ұстайды, алынған аммоний тұздарының жоғары шоғырлы ерітіндісін карбамид синтезіне қайтарады. Жетілдірілген технологияда карбаматты аммиак немесе CO_2 ағындары көмегімен ыдырату процесі қолданылады.

Карбамид синтезінің екі сатылы дистилляциялық және сұйықтық рецикл үлгісі (сурет 3) келтірілген. Кептірілген және механикалық қоспалардан H_2S, органикадан тазаланған CO_2 газын төрт сатылы компрессорда ~ 20МПа қысымдайды және 95-100ºС кезінде сұйық аммиакпен (20МПа, 90ºС) және аммоний карбонаттары ерітіндісімен араластырады (6). Араластырғышта (6) 175ºС кезінде карбамат түзіле бастайды. Реакциялық қоспа NH_3:CO_2:H_2O═ (3,8...4,5):1:(0,5...0,8) мөлдік қатынаста синтез колоннасына (5) жіберіледі. Карбамат аммоний түзілуі (185ºС,20МПа) және оның карбамидке дейін ыдырауы синтез колоннасында жүреді. Синтез колоннасы көп қабатты жоғары қысымға (25-30 МПа) шыдамды цилиндр аппарат. Синтез колоннасынан (5) шыққан карбамид балқымасын 20 дан 1,8-2,0 МПа дейін дрослдейді, ректификация колоннасының (9) жоғары жағына береді, 120-125ºС кезінде газға артық аммиак шығады.

Карбаматты ыдырату үшін балқыманы қайтадан 158-162ºС жылытқышта (10) қыздырады, газ-сұйық қоспаны сеператорда (11) газға және сұйыққа бөледі: газ ректификациялық колоннаның (9) төменгі жағынан, ал сұйықты 0,25-0,4МПа дейін дросселдейді, дистилляцияның екінші сатысына жібереді. Коллонадан (9) шыққан құрамында 75-76% NH_3, 21-22% CO_2, 3%H_2O газдарды жуу мұнарасында (8) 92-96ºС кезінде аммоний тұздары (дистилляцияның II сатысында алынған) ерітіндісімен ұстайды.

Алынған ерітіндіні 20МПа дейін қысымдайды да араластырғышқа (6) қайтарады. Газ аммиак 45-50% колоннада (8) CO_2 газынан тазаланады (93-96ºС NH_3 ертіндісімен), конденсаттар-дан (4) кейін қысымдалынған аммиак циклге қайтарылады.

Дистилляцияның екінші сатысына келетін ерітінді құрамында 55-61% карбамид, 4-5 карбамат аммоний, 6-7% артық аммиак 28-35% су болады. Ерітінді ректификаторда (12) 110ºС дейін салқындайды, қайтадан 140-142ºС жылытылады (13) да сеператорда (14) сұйыққа және газға бөлінеді. Екінші сатыда карбонаттың ыдырауы, NH_3, CO_2 бөлінуі аяқталады. Қалған ерітіндіде 70-72 % карбамид сеператордан (14) кейін дросселденеді де вакуум-буландырғышқа (15) жіберіледі. Ерітіндіні 40 кПа қысымда және 90ºС даяр өнім алуға жібереді.

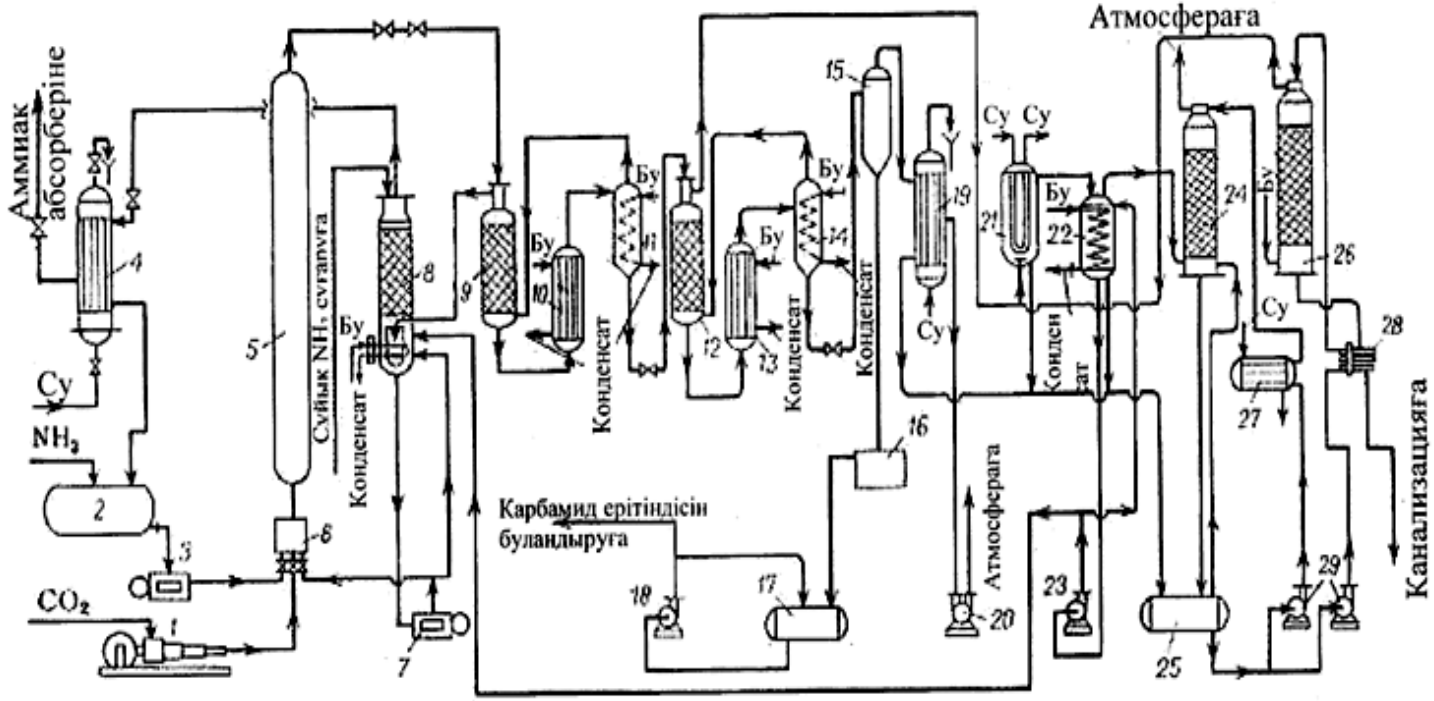
Ректификациядан (12) шыққан газ (55-56 % NH_3, 24-25% CO_2, 20-21% H_2O, конденсаторға (21) келеді, пайда болған сұйық 33-50% NH_3, 10-16% CO_2, 35-55% H_2O 40ºС кезінде жуу мұнарасына (8) беріледі.

Бөлінген газдар абсорберде (24) 40ºС кезінде аммоний газдары ерітіндісімен ұсталады, инертті газдарды атмосфераға шығарады.

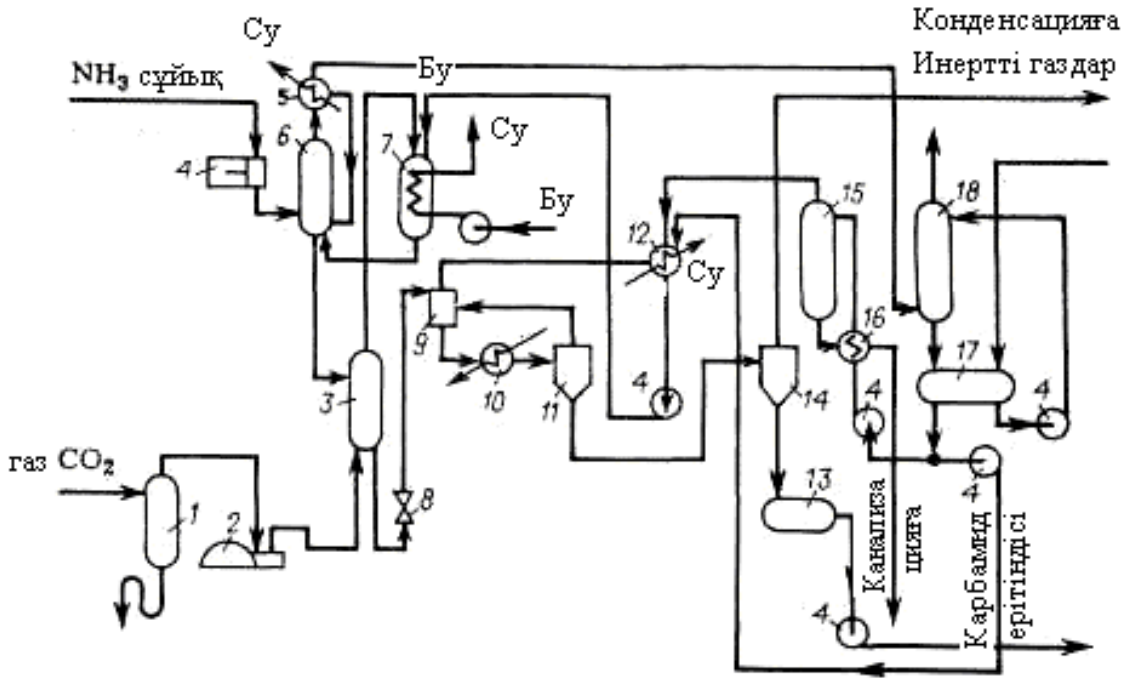
Бұл технологияның негізгі кемшілігі:

- конверсия дәрежесі төмен (62-65%);
- регенерация күрделі;
- реакцияға түспеген компоненттерді циклге қайтару қиындығы;
- синтез жылуын тиімді пайдаланбауы.

Сондықтан кейінгі кезде стриппинг-процесс қолдануда. Мысалы, “Стамикарбон” (сурет 4) технологиясында карбамид синтезін 13 МПа, 180-1900С реактор – автоклавта (6) таза сұйық аммиак пен карбомат аммонийдің су-аммиак ерітіндісімен бірге өңдеу арқылы алады. Реактортарда 45-60 мин. аралығында 95% дейін конверсия жүреді, шыққан балқыманы CO_2 газымен дистилля-циялайды (3). Дистиллятордан шыққан газдан конденсаторда (7) алынған аммоний тұздарының ерітіндісін синтез колоннаға қайтарады. Дистиллятордан (3) шыққан балқыманы 0,3-0,4МПа дейін дросселдейді де дистилляцияның екінші сатысына жібереді.



Сурет 114 – Сұйық рециклдегі карбамид өндіру үлгісі (синтез, балқыма дистилляциясы).
1 – CO_2 газының төрт сатылы компрессоры; 2 – сұйық NH_3 танкі; 3 - NH_3 плунжерлі насосы; 4 – 1сатыдағы конденсатор; 5 – синтез колоннасы; 6 – араластырғыш; 7 – плунжерлі насос; 8 – жуу колоннасы; 9 – 1сатыдағы ректификация колоннасы; 10 – 1 сатыдағы жылытқыш; 11 – 1 сатыдағы сепаратор; 12 – 2 сатыдағы ректификация колоннасы; 13 – 2 сатыдағы жылытқыш; 14 – 2 сатыдағы сепаратор; 15 – вакуум-буландырғыш; 16 – карбамид ерітіндісін жинағыш; 17 – майды бөлгіш; 18 – ортадан тепкіш насос; 19 – конденсатор; 20 – вакуум-насос; 21 – 2 сатыдағы конденсатор; 22 – резервуар; 23 – ортадан тепкіш насос; 24 – абсорбер; 25 – аммоний тұздары ерітіндісін жинағыш; 26 – десорбер; 27 – мұздатқыш; 28 – жылу алмастырғыш; 29 – ортадан тепкіш насостар.



1,11,14 – сепараторлар; 2 – компрессор; 3 – жылу алмастырғыш дистиллятор; 4 – сораптар; 5,7 – жоғары қысымдағы конденса-торлар; 6 – реактор; 8 – дросселді клапан; 9 – ректификация колоннасы; 10 – жылытқыш; 12 – төмен қысымдағы конденсатор; 13,17 – сыйымдылықтар; 15 – десорбер; 16 – жылу алмастырғыш; 18 – скруббер.

Сурет 4 – Карбамид синтезі және балқыма дистилляциясының принципті сызбанұсқасы (стриппинг-процесс).

Бақылау сұрақтары:

1. Карбамид-фосфор күрделі тыңайтқыштарын өндіру.
2. Кальций нитратын аммоний нитратына айналдырудың жетілдірілген технологиялық схемасы.
3. Карбамид синтезі және балқыма дистилляциясының принципті сызбанұсқасы.

Дәріс 15-16. Тыңайтқыштардың антагонизмі және синергиясы

Дәріс жоспары:

1. Тыңайтқыштардың антагонизмі және синергиясы
2. Минералды тыңайтқыштардың жіктелуі.
3. Минералды тыңайтқыштардың негізгі қасиеттері.
4. Тыңайтқыштар құрамындағы негізгі элементтер.

Минералды тыңайтқыштар деп - тұздар, басқа органикалық, табығы немесе өнеркәсіптік жолмен алынған заттарды айтады, құрамында өсімдікті қоректендіруге қажетті заттар және тұқымдардың ұрықтануын жақсартатын

заттар болады, оларды жоғары және тұрақты ауылшаруашылық өнімдерін алу мақсатында қолданады.

Өсімдік талшықтарын түзуде, оның өсуінде және дамуында шамамен жетпіс элемент қатысады, олар атқаратын рольдері бойынша мынадай топтарға бөлінеді:

- органогендер элементтері (көміртек, сутек, оттегі, азот);
- зольды элементтер (фосфор, калий, кальций, магний);
- микроэлементтер (бор, молибден, мыс, мырыш, кобальт)
- хлорофилль және әртүрлі фермент құрамына кіретін элементтер (темір, марганец).

Осы элементтердің ішінен көміртегі, сутегі және оттегі өсімдіктегі құрғақ заттың шамамен 80%-ін түзеді, 8-9%-ін азот, фосфор, күміс, магний, кальций және калий құрады. Қалған элемент үлесіне, оның ішінде өмірге аса қажеттісі бор, темір, мыс, марганец және басқалары 1-2%-дай келеді.

Өсімдіктің қоректенуі үшін аса маңыздысы азот, фосфор және калий, өсімдікте зат алмасу мен оның өсуі осыларға байла-нысты. Азот ақуыздар мен хлорофилл құрамына кіреді, фотосинтезге қатысады.

Тыңайтқыштардың антагонизмі күрделі тыңайтқыштарды алу құбылысы деп аталады, онда қажет емес химиялық процестер жүруі мүмкін, нәтижесінде қоректік заттар жоғалады, буланып кетеді немесе сіңірілмейтін түрге айналады және Тыңайтқыштардың физикалық қасиеттері нашарлайды.

Тыңайтқыштардың синергиясы зиянды жанама процестердің пайда болуынсыз тиімді бірлескен әсер ету қабілеті деп аталады, бұл оларды араластыру мүмкіндігін анықтайды.

Фосфор қоспасы өсімдіктің демалуында және көбеюінде маңызды роль атқарады, азотты заттарды және көміртекті айналдыру процесіне қатысады. Калий өсімдіктегі өмір сүру процестерін және сулы қалыпты реттейді, өсімдік талшығында зат алмасу мен көміртектің түзілуіне әсер етеді.

Оттегі, көміртегі және сутегінің қалған бөлігін өсімдік ауа мен судан алады, қалған элементтер тұқымнан бөлінеді. Мәдени жерлендірудің қазіргі масштабтарына қоректендіру элементтерінің шынайы айналымы табиғатта бұзылады, осылайша олардың бір бөлігі егістікпен енгізіледі және тұқымға қайтып оралмайды, сондай-ақ жерден жаңбыр суымен жуылады немесе әрекетсіз үлгіге өтеді. Мысалы, азот микроорганизмдердің өзара әрекетімен ионнан NO_3- -N_2- және N_2O-ға дейін орнатылады. Мұндай жағдайда неғұрлым жоғары егістік болса, соғұрлым қоректік элементтерді көп шығарады (кесте 3).

Кесте 3 – Жерден қоректік элементтер алу.

Элемент және оның қоспалары	Егістік кезінде шығару (кг/га)		
	Бидай 30 ц/га	Қант қызылшасы 270 ц/га	Жүгері 600 ц/га
Азот (N)	112	166	150
Калий (K_2O)	77	157	200
Фосфор (P_2O_5)	39	42	70

Бұл жағдай бүршіктегі қоректік элементтердің жоғалуын компенсациялауды (орнын толтыруды), осы элементті құрайтындар, яғни минералды тыңайтқыштар, олар ауылшаруашылық жұмысының жоғары егістігін қамтамасыз етеді. Осылайша жерге толығымен енгізуде, яғни азот, фосфор, калийден тұратын тыңайтқыштар енгізілсе, егістік өнімі 1,5-3 есе көтеріледі, олар еңбек түріне байланысты болады (кесте 4).

Кесте 4 – Егістікке минералды тыңайтқыштардың әсері.

Заттар	Егістік, ц/га	
	тыңайтқышсыз	тыңайтқышпен
Мақта	8-9	27-30
Бидай	7-8	20-40
Қант қызылшасы	100-120	200-500

Минералды тыңайтқышты (МТ) пайдалану егістіктің көтерілуіне әсерін тигізеді, еңбек өнімділігін көтереді, ауылшаруашылық өнім-інің өзіндік құнын төмендетеді және оның сапасын жақсартады: Қызылшадағы қант құрамын көтереді, картофельдегі крахмалды ұлғайтады, мақта талшығының сапасын көтереді, өсімдіктің ыстыққа және суыққа төзімділігін көтереді.

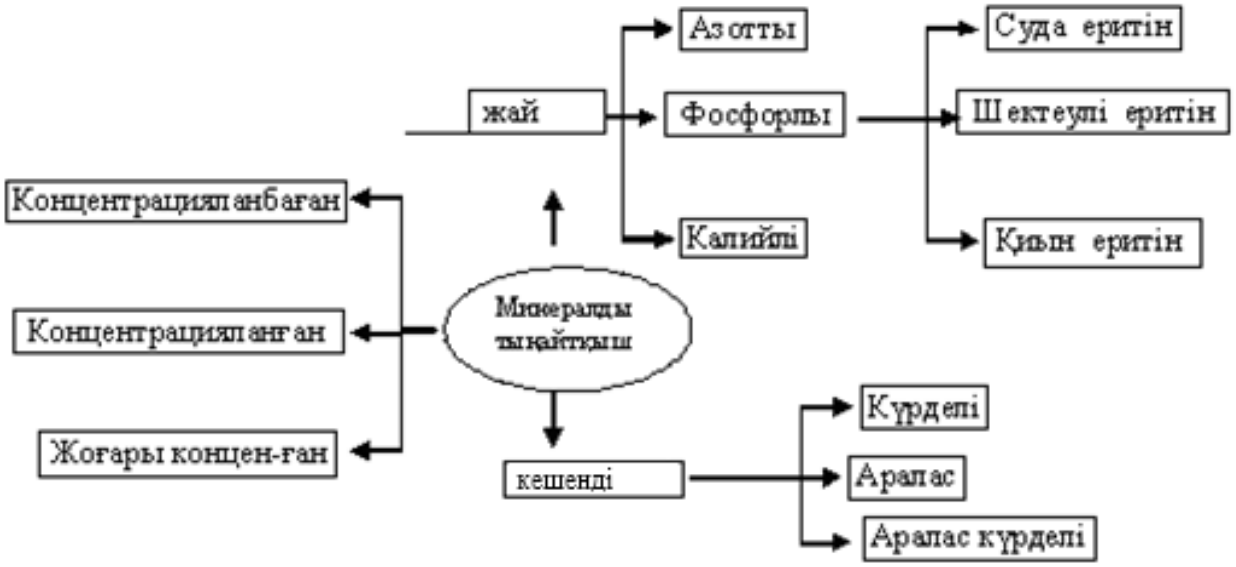
Минералды тыңайтқыштардың жіктелуі. Минералды тыңайтқышты өнеркәсібінде шығарылатын ассортимент өте көп. Олар қоректендіру элементінің табиғаты бойынша, қоректік заттардың мөлшері мен құрамы бойынша, алу әдісі мен қасиеті бойынша жіктеледі.

Қоректік заттардың саны бойынша МТ мыналарға бөлінеді: азотты, фосфорлы, калийлі, магнийлі, борлы және т.б. Өндіріс масштабы бойынша негізгі орында минералды тыңайтқыштардың алғашқы үш түрі тұрады.

Қоректік заттардың саны бойынша МТ-жай болып, құрамында қоректік заттардың біреуі ғана болады және комплексті болып, екі немесе үш элементті құрайды.

Кешенді МТ химиялық реакция нәтижесінде алынған күрделі, механикалық қоспалары бар аралас, әртүрлі жай минералды тыңайтқыштардың механикалық араласуымен түзілгендер және күрделі араласқандар, оларда алғашқы екі типті комбинациясы болады. МТ арасында қоректік заттар құрамы бойынша концентрацияланған және жоғары концентрацияланған болып бөлінеді. Минералды тыңайтқыштар қасиеті бойынша қатты, сұйық, ұнтақ, қиыршық, түйіршіктенген, ерітілген және ерітілмеген болып бөлінеді.

Минералды тыңайтқыштарды өсімдікке енгізу олардың ерігіш-тігіне және жер сипатына, ең бастысы жердің pH байланысты. Азоттың және кешенді минералды тыңайтқыштар ерігіштігі бойынша суда еритін (pH=7), цитратта немесе лимон қышқылында ерігіш болып бөлінеді, яғни әлсіз органикалық қышқылда еритіндер және қиын еритіндер, яғни тек қана мықты минералды қышқылда еритіндер (pH<<7). Суретте (5) минералды қышқылдың жіктелуі келтірілген.



Сурет 5 – Қоректік заттардың табиғаты, мөлшері, құрамы бойынша минералды тыңайтқыштардың жіктелуі.

МТ құрамы онда әрекет ететін заттар құрамы бойынша сипатталады: азоттыда – азот, фосфорлы және калийлі – оның оксидтеріндегі шартты есепте. Тәжірибе кезінде минералды тыңайтқыштар мөлшерін анықтау үшін үш әдіс қолданылады:

- физикалық масса – тасымалдау мен сақтау көлемін есептеу үшін (mф);
- 100%-дық әрекет ететін заттары бар есептеудегі массаны жерге енгізу нормасын және өндіріс масштабының әрекетін анықтау үшін (m100);

$$m100 = m_ф \cdot \mu$$

бұл жердегі: μ– азоттың берілген минералды тыңайтқышында массалық үлесі;

- шартты бірліктегі масса - өндірісті жоспардау мен тұтынушыға жіберу үшін (my). Мұндай жағдайда шартты бірлікте әрекет ететін заттар құрамы: азоттыда – 0,205 мас үлес N; фосфорлыда – 0,187 мас үлес P_2O_5; калийліде – 0,416 мас үлес K_2O.

Шартты бірлікте өрнектелген минералды тыңайтқыштар массасы былайша есептеледі:

- азотты тыңайтқыш үшін:

$$m_У = \frac{m_Ф \cdot \mu}{0.205} = 4.878 m_Ф \cdot M$$

- фосфорлы тыңатқыштар үшін:

$$m_У = \frac{m_Ф \cdot \mu}{0.187} = 5.348 m_Ф \cdot M$$

- калийлі тыңайтқыштар үшін:

$$m_y = \frac{m_\Phi \cdot \mu}{0.416} = 2.404 m_\Phi \cdot M$$

МТ-ты пайдаланудың тиімділігі, қоректік заттардың дұрыс есептелуіне байланысты. Қоректік заттар қатынасын олардың құрамдық формуласы түрінде береді, мысалы:

N: K_2O : P_2O_5 = 1:1:1 ; N: K_2O : P_2O_5 = 0,5: 0: 1 және т.б.

Қоректік заттар қатынасындағы тыңайтқыштар агротехникалық талаптарға сәйкес келеді, олар теңестірілген минералды тыңайт-қыштар деп аталады.

Дәнді және басқада ауылшаруашылық өнімдерінің егістігі минералды тыңайтқыштардың дұрыс қолданылуына байланысты.

Минералды тыңайтқыштардың негізгі қасиеттері. Тыңайтқышты сипаттауда олардың физика-химиялық, механикалық қасиеттерін және тауарлық сапасын (ылғалдылығын, жентектелуін, түйіршіктер құрамын, мықтылығын, тығыздығын, себілу мүмкіндігін) білу қажет. Тыңайтқыш көбірек ылғалданса, ол жентектеліп, дұрыс себілмейтін болады. Ылғалдану қасиетін анықтау үшін «гигроскопиялық нүкте» деген ұғым пайдаланылады. Суда еритін тұздардың гигроскопиялық нүктесін белгілі бір температурада тұздың қаныққан ерітіндісінің бетіндегі су буының парциалды қысымының (Ра) нақты ерітіндінің бетіндегі су буының парциалды қысымына (Р) қатынасымен анықтайды:

$$h = \frac{P_a}{P} \cdot 100\%$$

Гигроскопиялық нүктеге сәйкес кезінде тыңайтқыш ауадан ылғал қабылдамайды және өзінің ылғалдылығын жоғалтпайды. Осындай тепе-теңдік жағдайға сәйкес h=ha салыстырмалы теңдік ылғалдылығы деп аталады. Егер h<ha болса, онда тұз ауадан ылғал қабылдайды, ал h>ha болса, тұз ылғалын жоғалтып, кебе бастайды. Гигроскопиялық нүктені анықтау үшін Пестов Н.Е. тәсілін қолданады. Мысалы,

- аммоний сульфатының ылғалдану баллы 6,5 гигроскопиялық нүктесі 57,5%,
- аммоний селитрасының балы 9,3, гигроскопиялық нүктесі 43,5%,
- преципитаттың баллы 1,2, гигроскопиялық нүктесі 84%.

Пайда болған агломератты ұнтақтау кедергісіне байланысты тұздардың жентектелу қасиетін бірнеше градацияға бөледі (кесте 5, 6).

Тыңайтқыштың жентектелу қасиеті – оның агломерат түзіп, қатып қалуына байланысты. Агломерат түзілінуіне негізінен тұздың ылғалдандығыштығы, ерігіштігі, химиялық құрамы, түйіршіктердің өлшемі мен формасы, үйілген тұздардың ішкі қысымының шамасы, тұздың сақталу уақытының ұзақтығы және т.б. жағдайлар әсер етеді

Кесте 5 – Тыңайтқыштардың гигроскопиялық шкаласы

Балл	Гигроско-пиялық нүкте h,%	Ылғалдылықтың сапалық бағасы	Балл	Гигроско-пиялық нүкте h,%	Ылғалдылықтың сапалық бағасы
10-9	40-45 төмен	өте күшті ылғалданады	5-4	65-70	Ылғалданады
9-8	45-50	өте күшті ылғалданады	4-3	70-75	Орташа ылғалданады
8-7	50-55	Күшті ылғалданады	3-2		Нашар ылғалданады
7-6	55-60	Күшті ылғалданады	2-1		Ылғалданбайды
6-5	60-65	ылғалданады	1-0		Тіпті ылғалданбайды

Кесте 6 - Жентектелу қасиетінің градациясы

Жентектелу дәрежесі	Жентектелудің сапалық сипаттамасы	Ұнтақтауға кедергі мөлшері, кПа
I	Жеңіл	98,1 дейін
II	Нашар жентектеледі	98,1-196,2
III	Шамалы жентектеледі	196,2-392,4
IV	Орташа жентектеледі	392,4-686,7
V	Көбірек жентектеледі	686,7-981
VI	Қатты жентектеледі	981-1471,5
VII	Өте күшті жентектеледі	1471,5 жоғары

Тыңайтқыштар құрамындағы негізгі элементтер. Ауылшаруашылық өсімдік өнімдерін көп мөлшерде алу үшін уақтылы қоректендіріп тұру керек. Өсімдікке жылу, жарық, су, қорек керек. Оның құрамында 70-тен аса химиялық элементтер бар. 16 аса қажет: C, O_2, H_2, N_2 – органогендер; P, K, Ca, Mg, S – золь (күл) элементтері;B, Mg, Cu, Co – микроэлементтер, тағы да Fe, Mn. Олардың бірін екіншісімен алмастыруға болмайды, өздеріне ылайықты функциясы бар. Өсімдік, топырақ құрамында Si, Na, Cl болуы мүмкін. Ауадан келетін негізгі элементтер: C, O_2, H_2. Бұлар құрғақ өсімдіктің 93,5 % (45% C, 42% O_2, 6,5%).

Көміртек C — CO_2 түрінде жапырақ, кейде тамыр арқылы келеді. C – белок, көмірсутектер, май т.б. құрамында болады.

Сутек H_2 — өсімдік су түрінде пайдаланады. Органикалық құрамды синтездеу үшін қажет.

Оттек O_2 — Сумен, т.б. заттармен келеді. өсімдіктің дем алуы үшін, органикалық құрамды синтездеу үшін қажет.

Азот N_2 — өсімдіктің өсуі үшін өте қажет, белок құрау үшін, N_2 белок құрамында 15-19%. N_2 – хлорофилл құрамында фотосинтезге қатысады, азот ферментте – катализатор өсімдік, жануар организмдегі процестер үшін.

Азот топыраққа NH_3, амид, нитрат түрінде келеді. Азоттың әсері өсімдіктің биологиялық ерекшелігіне және көмірсутектер мөлшеріне байланысты. Егер көмірсутектер аз болса, онда өсімдік азотты пайдалана

алмайды (аминқышқылын, белокты түзеу үшін). Азот аз топырақта өсімдіктің гүлдеуі нашарлайды, жемісіндегі белок азаяды, өнім төмендейді.

Тыңайтқыштар ассортименті

Кесте 7 – Азотты тыңайтқыштар ассортименті

Тынайтқыш	Құрамы, %			Мемлекеттік стандарт, техникалық шарт
	Негізгі зат, кем емес	Азот, кем емес	Ылғал, көп емес	
Сұйық аммиак	99,6 NH_3	82,0	0,4	ГОСТ 6221-75
Техникалық аммиак суы, Б маркасы	25,0 NH_3	20,5		ГОСТ 9-77
Аммонийлы				
Аммоний сульфаты	NH_3			ГОСТ 9097-74
Жоғарғы сорт	25,7	21,0	0,2	
I сорт, кристалл	25,4	20,8	0,3	
II сорт, кристалл	25,4	20,8	0,3	
Аммоний сульфаты, техникалық				
I сорт		20,8	0,2	ТУ 6-03-395-75
II сорт		20,8	0,2	
Аммоний сульфаты, түйіршіктелген (кокс өндірісінен)	25,4	20,8	0,6	ЧМТУ 6-41-61
Аммоний-натрий сульфаты	Натрий сульфаты 20	17	2	ТУ 6-08-192-75
Нитратты				
Натрий селитрасы	$NaNO_3$			
I сорт	99,5	16,4	1,0	ГОСТ 828-68
II сорт	99,0	16,3	1,8	
Натрий селитрасы, техникалық	94	15,5	2,0	МРТУ 90-45-66
Кальций селитрасы	$Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	17,5	14	ТУ 603-367-74
Аммонийлы-нитратты, цитратты				
Аммоний селитрасы,	NH4NO3			
Сапа белгісі	99	34,65	0,2	ГОСТ 5.2176-74
А маркасы	98	34,2	0,3	ГОСТ 2-75
Б маркасы	97,7	34,0	0,3	
Амидты				
Карбамид	$Co(NH_2)_2$			
Сапа белгісі		46,3	0,3	ГОСТ 5.2206-75
Ауыл шаруашылығына		46,0	0,3	ГОСТ 2081-75
Сұйық азотты тыңайтқыштар (аралас)				
Көміртек аммиакты	N CO_2	29 8-11		ТУ 6-03-374-74
Азотты балқыма тыңайтқыш	N	30		ТУ 6-03-277-70
Аммонийлы тыңайтқыш	N	20,5		ТУ 6-03-320-72

Кесте 8 – Фосфорлы тыңайтқыштар ассортименті

Тыңайтқыштар	Құрамы, %				Түйіршік үлесі, %			ГОСТ, ТУ
	P_2O5	P_2O5	P_2O5	ылғал	1 мм	1-4 мм	6 мм	
Жай суперфосфат, ұнтақ апатиттен	≥19		5,0	12				ТУ 117-529-83
Жай суперфосфат, кептірілген, бейтарап	20±1		2,5	5,0				ТУ 6-08-310-79
Жай суперфосфат, түйіршіктелген, апатиттен	20±1		2,3	3,5	4	80	0	ГОСТ 5956-78
Микроэлемент қосылған								
Бор (0,2±0,05%)	20±1		2,3	3,5	4	80	0	
Бор (1,5±0,5%)	19±1		2,3	3,5	4	80	0	
Бор (0,13±0,03%)	20±1		2,3	3,5	4	80	0	
Қос суперфосфат, түйір								
А маркасы	49±1		2,5	3,0	4	85	0	ГОСТ 16306-80
Б маркасы								
I сорт	46±1		4,5	4,0	4	85	0	
II сорт	43±1		5,0	4,0	5	80	0	
Қос суперфосфат түйір, микроэлемент (0,4±0,05%B), 0,2±0,03%Mo)								
Жоғарғы сорт	≥43	≥37	5,0	4,0	5	85	0	
I сорт	≥42	≥36	5,0	4,0	5	80	0	
Жай суперфосфат, Қаратау фосфориті								ТУ113-08-571-85
Аммонийланған (≥1,5%N)								
Жоғарғы сорт	15±1		0,5	3,0				
I сорт	15±1		0,5	3,0				
Тыңайтқыш преципитат	38			8				ТУ 6-17-765-84
Преципитат (ЭФҚ)	44±1			3				ТУ113-08-513-82
Фосфорит ұны I сорт II сорт III сорт	29±1 23±1 20±1			1,5 1,5 1,5				ГОСТ 5716-74
Металлургия шлактары								
ШФ-10 маркасы	10			1				ТУ 14-11-176-78
ШФ-7 маркасы	7			1				

Кесте 9 – Кешенді тыңайтқыштар ассортименті

Тыңайтқыштар	Құрамы, %				Ылғал, %	1мм/4мм	ГОСТ, ТУ
	Қоректік қоспа	N	P_2O_5 сің/су.ер.	K_2O			
Аммофос А-маркасы							
жоғарғы сорт	64±1	12±1	52/48	-	1,0	3/95	ГОСТ 18918-85
1-сорт	62±1	12±1	50±1/46	-	1,0	5/90	
Б-маркасы жоғарғы сорт	55±1	11±1	44/36	-	1,0	3/95	
1-сорт	52±1	10±1	42±1/34	-	1,0	5/90	
Тыңайтқыш аммофос	51	12	39/31	-	1,0	3/94	ТУ 95255-80
Аммофос апатиттен	61±1	11	50±1/47	-	1,0	100	ТУ 113-08 548-83
Диаммоний-фосфат	64-65	18	46-47	-	1,5	3/95	ТУ 115-08 556-84
Аммофосфат	42-44	4-5	38-39/26	-	1,5	5/90	ТУ 113-08
Диаммофоска марка 9-25-25	59-62	9-10	25-26	25-26	1,0	3/94	ТУ 113-08 569-85
Марка 10-30-20	60-63	10-11	30-31	20-21	1,0	3/94	
Нитроаммофоска: марка А (1:1:1)	51-54	17-17	17-18/15	17-18	0,8	3/94	ГОСТ 19691-84
Марка Б (1:1,5:1,5)	51-54	13-14	19-20/16	19-20	0,8	3/94	ГОСТ 19691-84
Азофоска: марка 1:1:0	44	23	21/14		1	3/92	ТУ 113-08 466-85
Марка 2:1:0	39	26	13/10		1	3/92	
Марка 1:1:1	48	16	16/12	16	1	3/94	
Марка 2:1:1	44	21	11/8	11	1	3/92	
Нитроаммофос: марка А (1:1:0)	≥46	≥23	23/22	-	1,5	5/90	ТУ 6-08 433-79
Марка Б (1:1,5:0)	≥40	>16	24/23	-	1,5	5/90	
Марка В (1:0,8:0)	≥45	>25	20/19	-	1,5	5/90	
Нитрофос теңестірілген	44±1	22±1	22±1/18	-	1,5	3/94	ОСТ 95.11-77
Марка А	40±1	23±1	17±1/7	-	1,5	3/94	
Марка Б	38±1	24±1	14±1/6	-	1,5	3/94	
Күрделі аралас тыңайтқыштар марка 1:1:1	30-33	10-11	10-11/6	10-11	1,5	5/90	ТУ 113-08 522-82
(1:1:1)(0,1±0,004В)	30-33	10-11	10-11/8,5	10-11	1,0	5/90	
Жылы жайда (теплица) тыңайтқыш							
марка А (MgO≤6) Б В	≥41 ≥42 ≥46	≥10 ≥18 ≥20	≥5 ≥6 ≥16	≥20 ≥18 ≥18	1,5 1,5 1,5	- - -	ТУ6-08454-80

Фосфор Р өсімдік клеткасының ядро құрамында, ферментте, витаминде, органикалық қосылыстарда және т.б. болады.

Фосфор көмірсутектер және азотты қосылыстардың өзгеруі, өңделу процестеріне қатысады. Фосфат тұздары көмірсутектер т.б. биохимиялық процестерге қатысады. Бұл процестер, мысалы, қызылшада, жүзімде қанттың, картофельде крахмалдың көбеюіне әсер етеді. Өсімдік фосфорды органикалық түрінде де қабылдайды(гексафосфаттар, нуклеопротендер, фосфидтер, қант фосфаттары). Өсімдікте фосфор көп мөлшерде жетіспесе, ол өспей қалады, дән пайда болуы төмендейді. Фосфор өсімдік өсуін тездетеді, суыққа шыдамдылығын күшейтеді, өнім сапасын жақсартады, және т.б. Әсіресе өсімдік жас кезінде фосфор өте қажет, оның тамырының өсуіне әсер етеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Минералды тыңайтқыштар
2. Минералды тыңайтқыштардың жіктелуі
3. Тыңайтқыштар құрамындағы негізгі элементтер.
4. Тыңайтқыштардың антагонизмі.
5. Тыңайтқыштардың синергиясы.

Дәріс 17-18. Өндіріс үрдісінде күкірт және фосфор қышқылын қолданатын қарапайым суперфосфат, калий хлориді және аммоний нитраты қоспасынан жасалған түйіршікті күрделі аралас тыңайтқыш.

Дәріс жоспары:

1. Күрделі аралас тыңайтқыштарды өндіру
2. Қазақстанда Күрделі аралас тыңайтқыштарды өндіретін кәсіпорындар
3. КАТ түрлі маркаларын алу.

Күрделі аралас тыңайтқыштарды өндіруде престеу әдісімен түйіршіктеу процесі жүруі мүмкін.

Күрделі-аралас тыңайтқыштар дымқыл әдіспен дайындалады-дайын қарапайым ұнтақты тыңайтқыштарды кейіннен химиялық заттармен араластыру, өңдеу, мысалы, аммиак, аммиакат, күкірт немесе азот қышқылы және түйіршіктеу. Аралас және күрделі аралас тыңайтқыштардың ішінде суперфосфаттар, фосфаттар және аммоний нитраты, сондай-ақ калий хлориді негізіндегі күрделі тыңайтқыштар кеңінен қолданылады.

Фосфор өндірісінің қалдығын және вермикулитті пайдалану арқылы күрделі - аралас тыңайтқышты алудың белгілі технологиясына жетілдіру үрдістерін қосылған. Алдын-ала араластырылған шихтаны жоғарғы температурада өңдегенде тыңайтқыштың сорбциялық және ылғал сақтағыштық қасиетінің артқанын авторлар жаңашылдыққа жатқызады. Осы

ұсынылып отырған жаңалық ауылшаруашылық дақылдарын суғарудың уақытын қысқартады және сапасын арттырады. Осының нәтижесінде дақылдың өнімділігі артады. Жасалған осы технология бойынша тыңайтқыштың сынамалық партиясы өндірістік – сынама жағдайда алынған. Алынған тыңайтқышты жерге сеуіп сынақтан өткізгенде топырақтың құрылысының жақсарғанын, аэроциялық қасиетінің, ылғал сыйымдылығының жоғарлағанын және сонымен қатар, ауылшаруашылық дақылдарының сапасының өнімділігінің артқанын көрсеткен.

Қазақстанның Жамбыл облысы аймағындағы құрамында фосфоры бар фосфорит ұнтағының, агломерациялық фосфорит шаңының қол жетімділігі және өндірістік базаның, қондырғылардың болуы осы жобаны іске асыру мүмкіншілігінің бар екенін растайды. Тыңайтқыш өндірудегі тәжірибенің, өндірістік базаның және қаражаттың болуын ескере отырып осы жобаны іске қосуын ұсынуға болады. Құрамында ылғал сақтағыш вермикулит, микроэлементі бар көмір өндіру өндірісінің қалдығы майда көмір бар күрделі қоспа негізінде алынған күрделі – аралас тыңайтқыш «Дәуір астана НС» ЖШС-нің егіндік ауданында сынақтан өткізілген. Сынақ нәтижесі бойынша суғару кезеңін 1,5 -2 тәулікке қысқарып 15% су үнемделген және қызанақ пен сәбіздің өнімділігі 20-25% артқан. «Дәуір астана НС» ЖШС-не күрделі-аралас тыңайтқыш шығаратын мини-цехтың регламенті және тәжірибелік қондырғыны құрастырудың бастапқы мәліметтері берілген. Күрделі – аралас тыңайтқышты алу бірнеше сатыдан тұрады. Алдымен ылғалұстағыштық қасиеті бар, сорбциялық қасиетін жоғарлататын вермикулит пен фосфорит ұнтағын араластырып алынған шихтаны 20-30 минут айналмалы барабанды пеште жоғарғы температурада өңдейді. Одан әрі алынған күйдіргі өнімді өлшемі 1 мм кем болатын түйіршікке деін ұнтақтайды, тұтынушының талабына байланысты аммиак селитрасын қосып барабанды пеште кептіреді. Өлшемі 3-4 мм болатын түйіршік түрдегі күрделі-аралас тыңайтқышты бункерге жинайды және қаптап тұтынушыларға жібереді.

Күрделі-аралас тыңайтқыш өндіру үшін шикізат ретінде Қаратау кенінде фосфорит өндіргендегі қалдық, Казфосфат ЖШС-нің ЖЖФ зауытындағы қайтарымды ұнтақ, Түлкібас ауданындағы Құлантас кенінің вермикулиті пайдаланылады. Отын ретінде құрамында 23-40% көміртегі бар көмірді өндіру кенттерінде түзілетін майда қалдық қолданылады, бұл табиғи газды, металлургиялық кокстi үнемдеуге мүмкіндік береді.

Күрделі-аралас тыңайтқыш алуда пайдалануанылған шикізаттардың химиялық құрымдарының орташа алынған мөлшерлері 10-12 кестелерде келтірілген.Шиха құрамындағы металл оксидтері микроэлемент ретінде минералдық тыңайтқыштың технологиялық қасиетін арттырады.

Кесте 10 – Фосфор шикізатының химиялық құрамы

Шикізаттардың аты	Компоненттердің мөлшері, %							
	P_2O_5	Е.қ	K_2O	CaO	MgO	R_2O_3	$C_{байл}$	CO_2
Фосфорит ұнтағы	20.1	26.4	0.6	34.7	2.1	4.7	і3і	5.8

10-кестенің жалғасы

Агломерацияда қайтарылған ұнтақ	21.9	26.9	0.7	37.8	3.4	4.9	0.1	0.1

Кесте 11 – Құлантау вермикулитінің химиялық құрамы

Компоненттің мөлшері									
Na_2O	K_2O	Fe_2O_3	FeO	AL_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	MnO
6.5	6.5	6.0	2.0	13.5	38	3.0	19.5	5.0	0.8-1.1

Кесте 12 – Ленгер көмір кен орын ішкі ашқандағы ұнтақ

Компоненттердің мөлшері									
Na_2O	K_2O	Fe_2O_3	Fe_2O_3	AL_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	$C_{байл}$	MnO
0.5	0.5	0,1	9,3	8,3	49,9	1,8	1,8	28	0,1-0,6

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеттің профессор-оқытушы құрамы топырақтану және агрохимия КазҒЗ институтының, Д.И.Менделеев атындағы РХТУ және Белорусь мемлекеттік технологиялық университетінің ғалымдарымен бірге топырақтану және агрохимия ҚазҒЗ институтының тәжірибелік бөлімінде және Оңтүстік Қазақстан облысының Мақтарал ауданының Кетебай ауылында механобелсендірілген көпкомпонентті минералдық тыңайтқышты алу технологиясын жетілдіру және сынақ өткізу жұмыстарын жүргізуде.

Мұндай сынақ Белорусь Республикасының сынама шаруашылығының қара топырағында да өткізілуде. Тыңайтқыш құрамындағы заттардың орташа мөлшері: фосфорит 20-24% P_2O_5, калий-2-4%K_2O, вермикулит – 10-12%, гумус-35-45%, азот (аммиак селитрасы түрінде)-10-12%, доломит-1,3-2,4% (MgO бойынша), күкірт 0.1-0.2%.

Қазіргі кезде сағатына 50-100кг күрделі-аралас поликомпонентті минералдық тыңайтқыш шығаратын тәжірибелік қондырғны құрастыру жұмысы жүргізілуде.

Күрделі-аралас тыңайтқыштың (КАТ) күрделі тыңайтқыштардан ерекшелігі оны даярлауда фосфоркұрамдас қатты тұздарды ұнтақ немесе микротүйіршіктелген түрлерін қолдануда.

КАТ даярлауда түрлі азот-фосфор- және калийқұрамдас қосылыстарды пайдаланылады. Негізінен, келесі компоненттерді:

Фосфорлы компоненттер:

-аммоний фосфаты (42-55% P_2O_5);

-монокальцийфосфат (жай және қоссуперфосфат) (~20 және 43-46% P_2O_5 сәйкесінше);

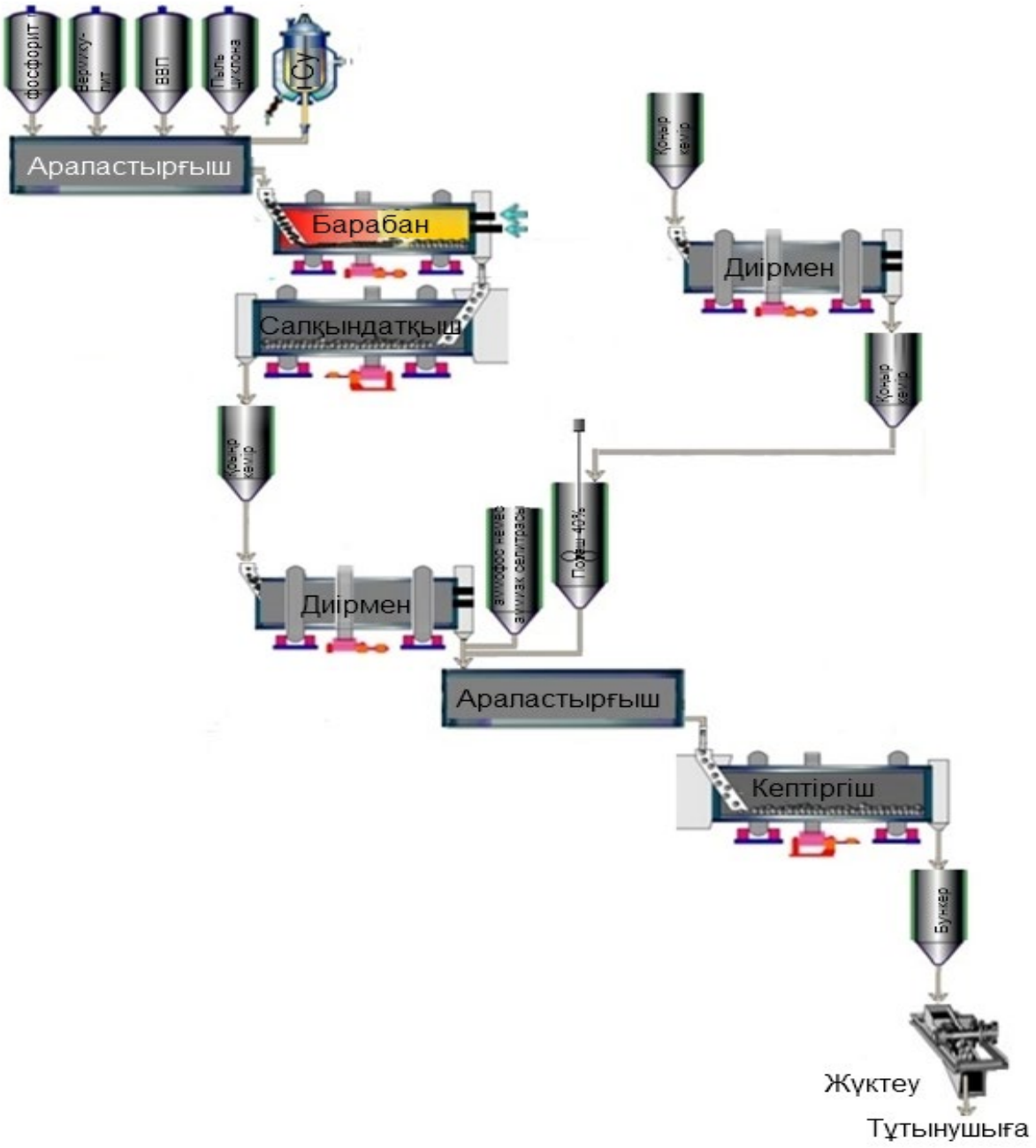
-дикальцийфосфат-преципитат (~35%P_2O_5)

Азотты компонентер:

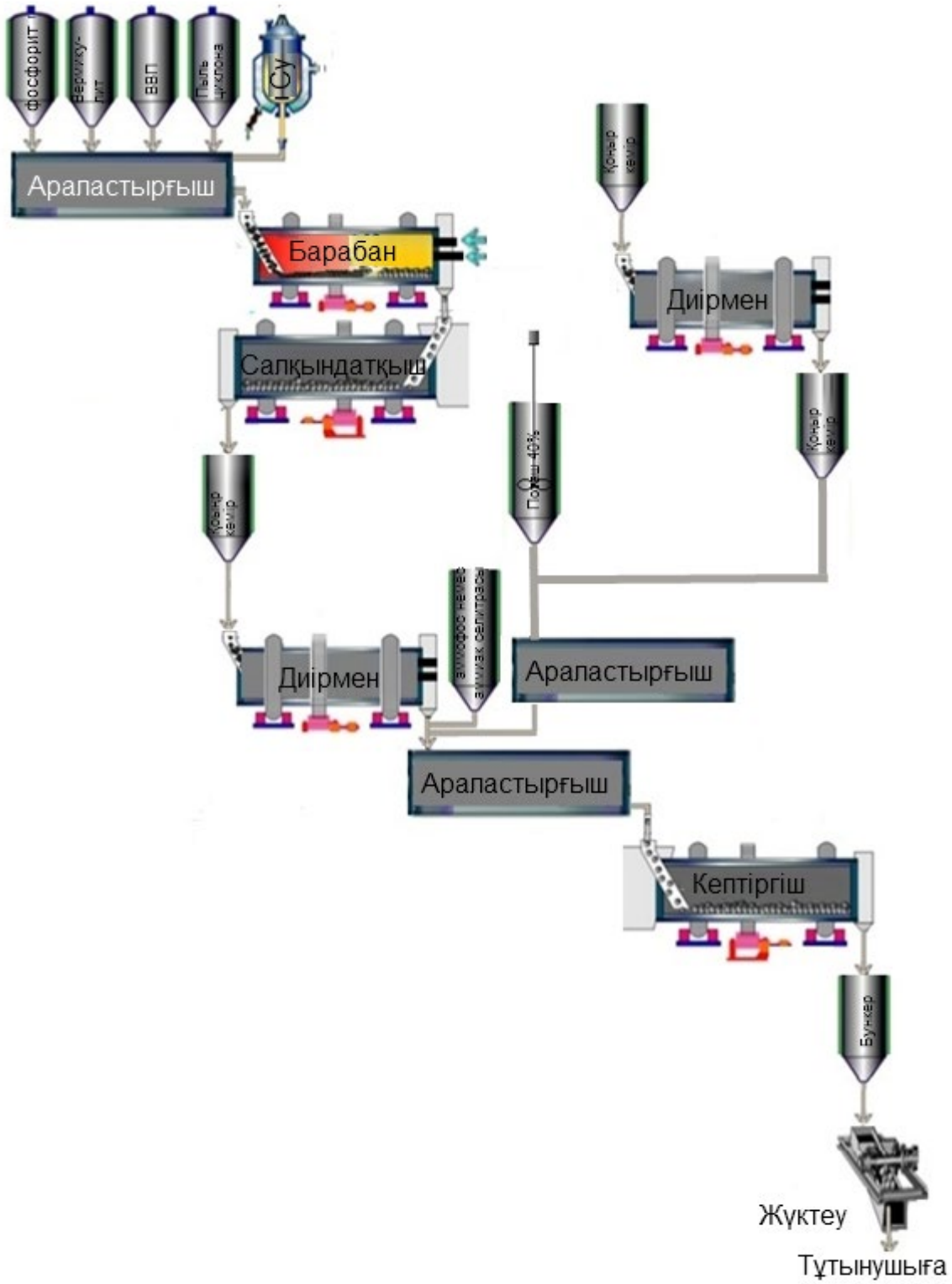
-аммоний фосфаты (10-12% N);

-аммиак селитрасы-аммоний нитраты (~35% N);

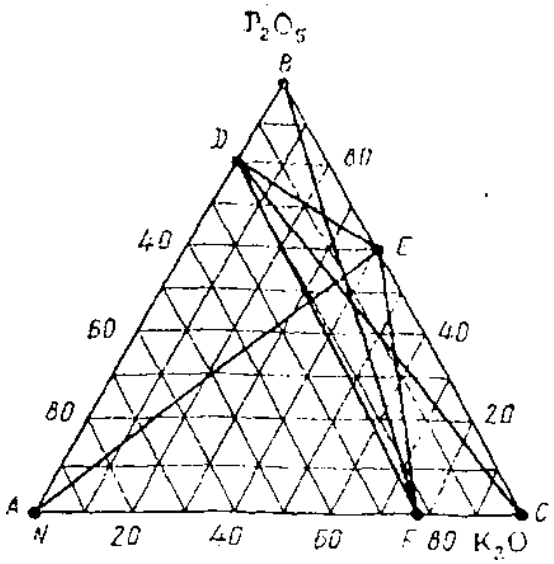
-карбамид (~45% N)
Калийлі компоненттер:
-калий хлориді (~58-60% K_2O);
-калийсульфаты (~54%K_2O)



Сурет 6 – Күрделі аралас көп уақыт әсерететің және ылғалды сақтағыш тыңайтқышты алу технологиялық үлгісі



Сурет 7 – Күрделі аралас көп уақыт әсерететің және ылғалды сақтағыш және құрамында гумат бар тыңайтқышты алу технологиялық үлгісі



Сурет 8 – Монофосфат, монокалийфосфат және калий азотты қышқылы, сонымен қатар, бір қынықтырғыш элементі бар компоненттердің компоненттерге сәйкестігінен алуға болатын тыңайтқыштар құрамын анықтауға арналған диаграмма.

Аммоний фосфатын түрлі азоткұрамдас компоненттермен араластыру арқылы КАТ өндіру мүмкіндігі бар, ал жай немесе қоссуперфосфатты карбомидпен араластырған кезде өнімнің физика-химиялық қасиеті нашар болады, себебі, химиялық реакция кезінде аддукт $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 4CO(NH_2)_2$ түзілу арқылы кристаллизациялық су бөлінеді.

КАТ түрлі маркаларын алу үшін араластырылатын компоненттердің арақатынасын өзгертуге болады. Керек құрамдас КАТ даярлау мүмкіндігін анықтау үшін үшбұрышты диаграмма әдісін қолданады (сурет 8)

Мысалы, аммофосты (48% P_2O_5,12 % N), монокалийфосфаты (52,2% P_2O_5. 32,6% K_2O) және калий нитратын (13,9%N, 46,6% K_2O) араластыру арқылы тыңайтқыш алатын болайық. Диаграммада D-нүктесі-аммофосқа, Е-нүктесі монокалийфосфатқа және Е-нүктесі калий нүктесіне сәйкес болады.

АКТ құрамының нүктелері үшбұрыш DEF ішінде орналасады.

Үшбұрыш ADE ішінде түрлі арақатынастағы аммофостан, монокалийфосфаттан және азот компоненттерінен алынатын АКТ құрамын анықтауға болады.

Үшбұрыш BDE–суперфосфатпен араластыру, ал CDE үшбұрыш-ішіндегі жүйелер түрлі арақатынастағы аммофос, калий нитраты және калий тұздары компоненттерінен алынатын тыңайтқыш құрамын анықтауға болады.

КАТ-ты құрамында екі керекті элементі бар компоненттерден алынатын болып, 1 т тыңайтқыш өндіру үшін керек қоректік элементтердің массалық үлесін келесі теңдеу арқылы анықтайды:

$$X=(1000 \cdot b' \cdot c' A+a' \cdot cB-a' \cdot b' \cdot c)/(a \cdot b' \cdot c'+a' \cdot b \cdot c)$$
$$Y=(1000 \cdot B-b \cdot X)/b'$$
$$Z=(1000 \cdot C-c \cdot Y)/c'$$

Бұл жерде
A,B,C – АКТ-тағы N, P_2O_5, K_2O құрамы, %;
X – құрамында a% N, b% P_2O_5бар компонент массасы;
Y – құрамында b'% P_2O_5, c% K_2O бар компонент массасы;
Z – құрамында c'% K_2O, a' N бар компоненттің массасы.
Аталған 1 т АКТ өндіру үшін керек компоненттердің массасы:

$$X = \frac{100_0 \cdot 52,_2 \cdot 46,_6 \cdot A + 13,94,_6 B - 13,_9 \cdot 52,_2 \cdot C}{1_2 \cdot 52,_2 \cdot 46,6 + 13,_9 \cdot 4_8 \cdot 34,_6} = \frac{100_0 \cdot 243_{2,5} \cdot A + 480,_9 \cdot B - 725,_6 \cdot C}{52275,_3}$$

Y=(1000·B-48·X)/52,2;
Z=(1000·C-34,6·Y)46,6.

КАТ-ты бір керекті элементі бар компоненттерді араластыру арқылы даярлайтын болса, онда X=1000A/a; Y=1000·B/b; Z=1000·C/c. 4

Есептеу мысалы. Құрамы 10:10:10 тыңайтқышты суперфосфатты (20% P_2O_5), аммиак селитрасын (34,5 % N) және калий хлоридін (60% K_2O) араластыру арқылы өндіреді.

Теңдеулерді X.4 қолдану арқылы 1 т КАТ алуға
X=1000·10/20=500 кг суперфосфат,
Y=1000·10/34,5=200 кг аммиак селитрасы,
Z=1000·10/60=167 кг калий хлориді керек.

Бастапқы материалдардың массасын есептеуге керек теңдеулер кесте-85 берілген.

Бір тонна тыңайтқыш алуға (1000-500-200-167)=43кг балласт қосу керек. КАТ-тағы қоректтік элементтердің бірдей арақатынаста N:P_2O_5:K_2O=1:1:1 алу үшін жай суперфосфатты немесе ұнтақ аммофосты пайдалануға болады. Бұл тыңайтқыштардағы қоректік заттар түрлі мөлшерде болуы мүмкін, мысалы, 11:11:11 немесе 17:17:17 сәйкесінше. Тыңайтқышты түйіршіктеу кезінде химиялық, фракциялық құрамын, процесс температурасын, сұйық пен қатты фазалар арақатынасын, гранулятордың конструкциясын және түрін ескеру қажет (сурет 9, 10).

Мысалы, түйіршіктеу процесінің оптималды параметрін, экспериментті Бокс-Уипссон әдісімен жоспарлау арқылы аммонизацияланған суперфосфат пен аммиак селитрасынан N:P_2O_5:K_2O=1:1:0 КАТ тыңайтқышын алу үшін процесс ылғалдылығы 11,48%, барабанның айналу жылдамдығы 13,2 айн/мин, барабанның еңкею бұрышы $2,8^0$, толтыру дәрежесі – 81,32%. Осы жағдайда тауарлы фракция шығымы 81,32% болған.

Кесте–13 Құрамы A:B:C болатын күрделі аралас тыңайтқыштың 1 т дайындау үшін қажетті бастапқы материалдар массасын есептеуге арналған формулалар

Қоспа	x	y	z	M_N	M_{K_2O}	$M_{P_2O_5}$
X+Y+ M_{K_2O}	$\frac{1000A}{a}$	$\frac{1000B-bX}{b}$	–	–	$\frac{1000C-cY}{c''}$	–
X+Y+ M_N	$\frac{1000B-b'Y}{a}$	$\frac{1000C}{c}$	–	$\frac{1000A-a'X}{a''}$	–	–
X+Y+ $M_{P_2O_5}$	$\frac{1000A}{a}$	$\frac{1000C}{c}$	–	–	–	$\frac{1000B-bX-b'Y}{b''}$
X+Y+ M_N	–	$\frac{1000B}{b'}$		$\frac{1000A-a'Z}{a''}$	–	–
X+Y+ $M_{P_2O_5}$	–	$\frac{1000C-c'Z}{c}$	$\frac{1000C-cY}{c'}$	–	–	$\frac{1000B-b'Y}{b''}$
X+Y+ M_{K_2O}	–	$\frac{1000B}{b'}$	$\frac{1000A}{a'}$	–	$\frac{1000C-cY-c'}{c''}$	–
X+Y+ M_{K_2O}	$\frac{1000B}{b}$	–	$\frac{1000A}{a'}$	–	$\frac{1000C-c'Z}{c''}$	–
X+Y+ M_N	$\frac{1000B}{b}$	–	$\frac{1000C}{c'}$		–	–
X+Y+ $M_{P_2O_5}$	$\frac{1000A-a'Z}{a}$	–	$\frac{1000C}{c'}$	–	–	$\frac{1000B-bX}{b''}$

*Мұнда X – a% N және b% P_2O_5тұратын заттың массасы; Y – b' % K_2O және % K_2O құрамды заттың массасы; Z – c'% K_2Oa'% Nқұрамды заттың массасы; M_N – a" % Nтұратын заттың массасы; $M_{P_2O_5}$ – b"P_2O_5тұратын заттың массасы; M_{K_2O} – c" % K_2O құрамды заттың массасы.

Түйіршіктеуге керек қоспа-ретурдың қайтарымды мөлшерін су балансы арқылы есептеуге болады:

$W_{кіріс}=W_{шығыс}$

$W_{кіріс}=W_{ш.з.}\cdot G_{ш}+ G_{Р}+W_{бу}$

$W_{шығыс}=[(G'_{ш.з.}+G'_{Р})/(1-W_{ш})]W_{ш}$

Бұл жерде,

$W_{ш.з.}$, $W_{Р}$, $W_{ш}$, – шикізат, ретур,шихта жылдамдығы, үлес,

$G_{ш.з.}$, $C_{Р}$ – шикізат, ретур массасы, кг,

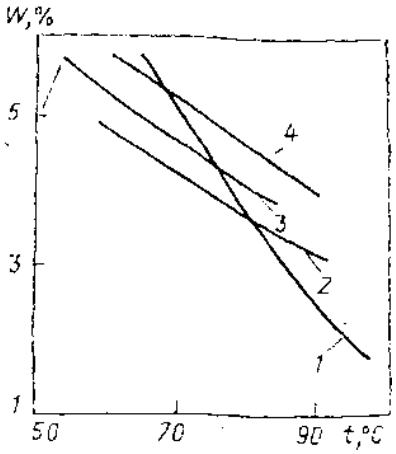
$W_{бу}$ – бу массасы, кг

$G'_{ш.з.}$, $G'_{Р}$, – құрғақ шикізат, ретур массасы.

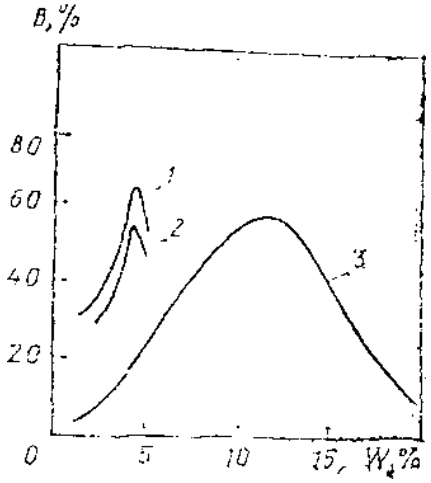
$W_{ш.з.}\cdot G_{ш.з}+ W_{Р}\cdot G_{Р}+W_{бу}=[(G'_{ш.з.}+G'_{Р})/(1-W_{Ш})]W_{Ш}$

Ретур мөлшерін анықтайды.

$G_{Р}=[G_{ш.з.}(W_{ш.з.}-W_{ш})+W_{бу}\cdot(1-W_{ш})]/(W_{ш}-W_{Р})$



Сурет 9 – Әртүрлі компонент кезіндегі $N:P_2O_5:K_2O$ =1:1:1 қатынастағы КАТ үшін шихта ылғалдылығының (W) +1-4 мм (В) фракция шығымына тәуелділігі. 1-Қаратау фосфоритінен ЭФК негізіндегі аммофос; 2-аппатитті концентраттан ЭФК негізіндегі аммофос; 3-жай суперфосфат.



Сурет 10 – Шихта ылғылдылығының (W) температураға (t) тәуелділігі. КАТ-тағы $N:P_2O_5:K_2O$ қатынас: 1, 4 – 1:1,5:1; 2, 3 – 1:1:1. ЭФК негізіндегі аммофос: 1 ,2 – Қаратау фосфориттерінен; 3, 4 – аппатитті концентраттан

Есептеу мысалы. Түйіршіктеуге 100 кг аммофос ылғалдылығы 0,3%, 129,1 кг 90%-тік аммиак селитрсы ерітіндісі, 87,7 кг калий хлориді ылғалдылығы 1% және ылғалдылығы 1% ретур беріледі.

Түйіршіктеуге оптималды ылғалдылығы 4%.

Ретур массасы,

$$G_p = \frac{100(0.003 - 0.04) + 129.1(0.1 - 0.04) + 87.7(0.01 - 0.04)}{0.04 - 0.01} = 48.6\ кг$$

Барабанды және тарелкелі түйіршіктегіште компонентті араластыруға бос қышқылды бейтараптауға және түйіршіктеуге жеке аппараттарды қолданады. Бұл кезде қатты компоненттерді араластырғышқа, ал ерітіндіні (балқыманы) және суды түйіршіктегішке тікелей береді.

Бақылау сұрақтары:

1. Күрделі аралас тыңайтқыштар.
2. Өндіріс үрдісінде күкірт және фосфор қышқылын қолданатын қарапайым суперфосфат, калий хлориді және аммоний нитраты қоспасынан жасалған түйіршікті күрделі аралас тыңайтқыш алу.
3. Күрделі аралас көп уақыт әсерететің және ылғалды сақтағыш және құрамында гумат бар тыңайтқышты алу технологиялық үлгісі

Дәріс 19-20. Қарапайым суперфосфат пен калий хлоридінің қоспасынан алынған престелген фосфор-калий тыңайтқышы

Дәріс жоспары:

1. Суперфосфатты алу технологиясы.
2. Қарапайым суперфосфат пен калий хлоридінің қоспасынан алынған фосфор-калий тыңайтқышы

Табиғи фосфаттарды фосфор қышқылымен ыдыратқанда қос суперфосфат түзіледі, жай суперфосфат құрамынан айырмашылығы негізінен фосфат қосылыстары (монокальцийфосфат және бос фосфор қышқылының біраз мөлшері). Қос суперфосфат құрамында кальций сульфаты қоспасы тек құрамында сульфат-ион ЭФҚ-мен ыдыратқанда немесе сульфаты бар руданы қолданғанда пайда болады. Қос суперфосфат өндірісінде ЭФҚ қолданады, сондықтан шығынды табиғи фосфаттың бір бөлігін: фосфор қышқылын алуға күкірт қышқылымен ыдыратады, ал қалған бөлігіне дайын өнім алуға фосфор қышқылын пайдаланады. Қос суперфосфат (шет елде үштік деп атайды) жай суперфосфатқа қарағанда 2-3 есе көп P_2O_5 құрайды: P_2O_5сіә. 42-50% (шикізат сапасына тәуелді), P_2O_5 жалпы 45-56%, P_2O_5су.ер. 38-42% және P_2O_5 бос 1,5-5%.

Қос суперфосфатты камералық әдіс (жай суперфосфатқа ұқсас) және камерасыз (ағынды) әдіспен алады. Камералы қос суперфосфат қоймада жатып,ыдырату процесі жүреді. Камерасыз әдісте бірден жұмырландырылған өнім алады(қоймада ыдыратылмайды). Сонымен қатар камералы-ағынды әдісі белгілі, егер камералы қос суперфосфат жеңіл ыдырайтын фосфорит ұнынан алынса, қосымша ыдыратусыз жұмырландыруға және кептіруге береді.

Табиғи фосфат құрамындағы минералдарды фосфор қышқылымен ыдырату келесі реакциялар бойынша өтеді:

$Ca_5F(PO_4)_3+7H3PO_4+5H_5O=5Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O+HF$(43)
$MgCa(CO_3)_2+4H_3PO_4=Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O+Mg(H_2PO_4)_2\cdot H_2O+2CO_2$(44)
$[Fe, Al]_2O_3+2H_3PO_4+ H_2O=2[Fe, Al]PO_4\cdot 2H_2O$(45)
$Ca(CO_3)_2+2H_3PO_4=Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O+2CO_2$(46)

Темір және алюминийдің орта тұздарының температуралық еру коэффициентінің мәні теріс, яғни температура көтерілгенде еріген тұздардың кристалдануы жылдамдайды. Аморфты $AlPO_4\cdot 2H_2O$ біртіндеп $CaAlH(PO_4)_2\cdot 6H_2O$, $CaAl_6H_4(PO_4)_8\cdot 2H_2O$, комплексті тұздарға өтеді. Сұйық фазада Fe_2O_3 болса аморфты $FePO_4\cdot H_2O$ түзіледі. Сұйық фазаның pH=2 болғанда $CaFe_2H_4(PO_4)_4\cdot 5H_2O$ комплексті тұзы пайда болады.

Фосфоритті фосфор қышқылымен ыдырату кезінде төмендегі реакция бойынша бөлінген HF кремний оксидымен реакцияға түседі:

$4HF+SiO_2=SiF_4+2H_2O$(47)
$SiF_4+2HF= H_2SiF_6$(48)

SiF_4 газ күйінде жүйеден шығады, ал H_2SiF_6 қышқылы фосфорит құрамындағы Ca, Na, K тұздарымен реакцияға түсіп, нашар еритін $CaSiF_6$, Na_2SiF_6, K_2SiF_6 тұздарын түзеді. Кремний тетрафторидінің газды фазаға өту дәрежесі температураға және P_2O_5 сұйық фазадағы шоғырына байланысты өседі. Негізгі реакция және өнімді кептіру кезінде температура жоғары болады. Сондықтан кальций кремний фториді төменгі реакция бойынша ыдырайды:

$CaSiF_6$(к)+2H+(с)→ H_2SiF_6(с)+Ca_2+(с)→ SiF_4(г)+CaF_2(к)+2H+(с)(49)

Пайда болған SiF_4 газды фазаға өтеді де, жүйенің фторсыздану дәрежесі артады. Дегенмен, сұйық фазадағы алюминий иондары (нефелин), глауконит Ғ-, SiF_6- иондарымен реакцияға түсіп, $[AlF]_2^+$ түзеді де, жүйенің фторсыздануын төмендетеді.

Фторапатит, доломит, нефелин, форстерит т.б. заттар фосфор қышқылымен әрекеттескенде төмендегі реакциялар жүреді:

$2Ca_5F(PO_4)_3 + 14H_3PO_4 \rightarrow 10Ca(H_2PO_4)_2 + 2HF$(50)
$CaMg(CO3)_2 + 4H_3PO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + Mg(H_2PO_4)_2 +$
$2CO_2 + 2H_2O$(51)
$(Na,K)AlSiO_4 \cdot nSiO_2 + 4H_3PO_4 + (m-2)H_2O \rightarrow$
$Na(K)H_2PO_4 + Al(H_2PO_4)_2 + (n+1)SiO_2 \cdot mH_2O$(52)

Фосфор қышқылы құрамындағы бос күкірт қышқылы дигидро-фосфат кальциймен реакцияға түседі:

$Ca(H_2PO_4)_2 + H_2SO_4 + nH_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot nH_2O + 2H_3PO_4$(53)

Кальций сульфатының гидраттағы процестің температура-концентрациялық режиміне байланысты дигидрат, жартыгидрат, ангидритты басады. Сұйық фазаға өткен фосфат қоспалары екінші рет реакцияға түседі. Мысалы сутекфторид $SiO_2 \cdot nH_2O$ реакцияға түседі:

$4HF+SiO_2 \cdot nH_2O \rightarrow SiF_4+(n+2)H_2O$(54)
$SiF_4+2HF \rightarrow H_2SiF_6$(55)
$Ca(H_2PO_4)_2+2HF \rightarrow CaF_2+2H_3PO_4$(56)
$H_2SiF_6 + Na(K)H_2PO_4 \rightarrow [Na(K)]_2SiF_6 + 2H_3PO_4$(57)

Алюминий, темір иондары HF және H_2SiF_6 реакцияға түскенде фторкомплекстер құрайды (мысалы, $[AlFn]_3$-n – типті иондар).

Қоссуперфосфат өндірудің соңғы кептіру, бейтараптау стадияларында $FePO_4 \cdot 2H_2O$, $AlPO_4 \cdot 2H_2O$, $CaAlH(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$, $Fe_3KH_4(PO_4)_8 \cdot 4H_2O$ т.б. тұздар түзілуі мүмкін.

Қоссуперфосфат құрамындағы бос фосфор қышқылын бейтараптау кезінде жалпы қышқылдықтың төмендеуінен суда еритін моно-кальцийфосфаттың ыдырауы (ретрография) жүреді. Сулы фосфат ерітіндісінде 25^0C және pH=6,5-7,0 кезінде үшкальций-фосфат, ал pH>7 кезінде гидроксилапатит тұрақты болады.

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2H_2O \rightarrow CaHPO_4 \cdot 2H_2O + H_3PO_4 (58)$$
$$Ca(H_2PO_4)_2 + CaCO_3 \rightarrow 2CaHPO_4 + CO_2 + H_2O (59)$$
$$Ca(H_2PO_4)_2 + NH_3 \rightarrow CaHPO_4 + NH_4H_2PO_4 (60)$$
$$2CaHPO_4 \cdot 2H_2O + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O + 5H_2O (61)$$
$$10Ca_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O + 4NH_3 \rightarrow 3Ca_{10}(OH)_2(PO_4)_6 + 2(NH_4)_2HPO_4 + 4H_2O (62)$$

Фосфат шикізатын толық ыдырату және физикалық қасиеттері жақсы суперфосфат алу үшін фосфор қышқылы нормасын дұрыс есептеу қажет. Фосфор қыщқылының стехиометриялық нормасын фосфат құрамындағы $P_2O_5(X)$, $CaO(X_1)$, $MgO(X_2)$, $Al_2O_3(X_3)$, $Fe_2O_3(X_4)$ мәндері бойынша есептейді:

$CaO + P_2O_5 \rightarrow CaOP_2O_5$ (2,54 бөл P_2O_5 1бөл CaO)
$MgO + P_2O_5 \rightarrow MgO \cdot P_2O_5$ (3,55 бөл P_2O_5 1бөл MgO)
$Al_2O_3 + P_2O_5 \rightarrow Al_2O_3 \cdot P_2O_5$ (1,39 бөл P_2O_5 1бөл Al_2O_3)
$Fe_2O_3 + P_2O_5 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot P_2O_5$ (0,89 бөл P_2O_5 1 бөл Fe_2O_3)
Фосфор қышқылы нормасы [$Ca(Mg)(H_2PO_4)_2$ және RPO_4]:
$HCO = 2,54 \cdot X_1 + 3,55 \cdot X_2 + 1,39 \cdot X_3 + 0,89 \cdot X_4 - X$

Экстракциялық фосфор қышқылын (X1, X11, X21, X31, X41) пайдаланғанда $CaO \cdot P_2O_5 + SO_3 \rightarrow CaO \cdot SO_3 + P_2O_5$, SO_3 (X51) реакциясын ескерту қажет:

$$H_C = \frac{H_C^0 \cdot X^1}{X^1 - 2,54 \cdot X_1^1 - 3,55 \cdot X_2^1 - 1,39 \cdot X_3^1 - 0,89 \cdot X_4^1 + 1,78 \cdot X_5^1}$$

мұнда: $X_T^1 - ЭФК$ құрамы.

Мысалы, апатит концентратын термиялық фосформен ыдырату арқылы қоссуперфосфат алғанда (P_2O_5-39,4%, CaO-52,0%, MgO-0,2%, Fe_2O_3-0,5%, Al_2O_3 – 0,5%)

$$H_C^0 = 2,54 \cdot 52 + 3,55 \cdot 0,2 + 1,39 \cdot 0,5 + 0,89 \cdot 0,5 - 39,4 = 94,6 \text{ бөл}$$

Экстракциялық фосфор қышқылын пайдаланғанда (P_2O_5 - 30%, CaO – 0,4%, SO_3 – 2,0%, MgO – 0,15%, Al_2O_3 – 0,4%, Fe_2O_3 – 0,4%)

$$H_C = \frac{94{,}6 \cdot 30}{30 - 2{,}54 \cdot 0{,}4 - 3{,}55 \cdot 0{,}15 - 1{,}39 \cdot 0{,}4 - 0{,}89 \cdot 0{,}4 + 1{,}78 \cdot 2} = 91{,}0$$

Келтірілген есептеулерде CaF_2, $CaSiF_6$, RF3 т.б. қоспаларды ыдыратуға керек фосфор қышқылы шығыны анықталмаған.

Қоссуперфосфат шығымын (В), яғни табиғи фосфаттың 1 бөлігінен алынған өнім шығымын, В=Х1/Х111 теңдеуімен есептеуге болады (Х111 – суперфосфаттағы СаО құрамы, %).

ЭФҚ құрамындағы СаО мөлшерін есептегенде:

$$B = \frac{X_1 \cdot X - X \cdot X_1^1}{X^1 \cdot X_1^1 - X_1^1 \cdot X^1}$$

бұл жерде: X^1 - бейтараптауға дейінгі өнімдегі P_2O_5 құрамы.

Фосфор қышқылының практикалық нормасы:

Н= X^1 ·В-Х

Фосфаттың ыдырау дәрежесі (Кыд), техникалық көрсеткіштердің негізгісі – фосфатты пайдаланудың толықтығын көрсететін коэффициент.

$$K_{ыдырау} = \frac{Фосф..P_2O_5(G) - Тынайт...ыдырама\ ä_2O_5(G_1)}{Фосфаттағы..P_2O_5(G)} \cdot 100 = \left[1 - \frac{B \cdot \left(P_2O_{5ЖАЛПЫ} - P_2O_{5СЫН}\right)}{X}\right] \cdot X$$

мұнда: P_2O_5жалпы, P_2O_5-сің – тыңайтқыштағы жалпы және сіңірімді P_2O_5, %

Қос суперфосфат өндірісінде үш әдіс қолдануда, олар жабдықтың құжатталуымен, қолданатын фосфор қышқылының концентрациясымен, процестің температуралық режимімен ерекшеленеді (Сурет 11).

1. Камералық әдіс. Онда үздіксіз жұмыс ететін суперфосфатты камера қолданады және өнімді пісіп - жетілдіру үшін қоймада ұстайды. Фосфаттарды ыдырату үшін 50-58% P_2O_5 концентрацияда термиялық немесе экстракциялық қышқыл пайдаланылады. Фосфаттың ыдырау дәрежесі 0,75-0,80 үлестік бірлік.

2. Бірінші әдіске ұқсас камераларды пайдаланып, алайда қоймалық пісіп-жетілдіру процесі жоқ камералы – ағынды әдіс. Фосфаттарды ыдырату үшін стехиометриялық қатынаспен алынған 47-49% концентрациядағы экстракциялық қышқыл пайдала-нылады. Ыдырау дәрежесі 0,7 үлестік бірлігі жоғары емес.

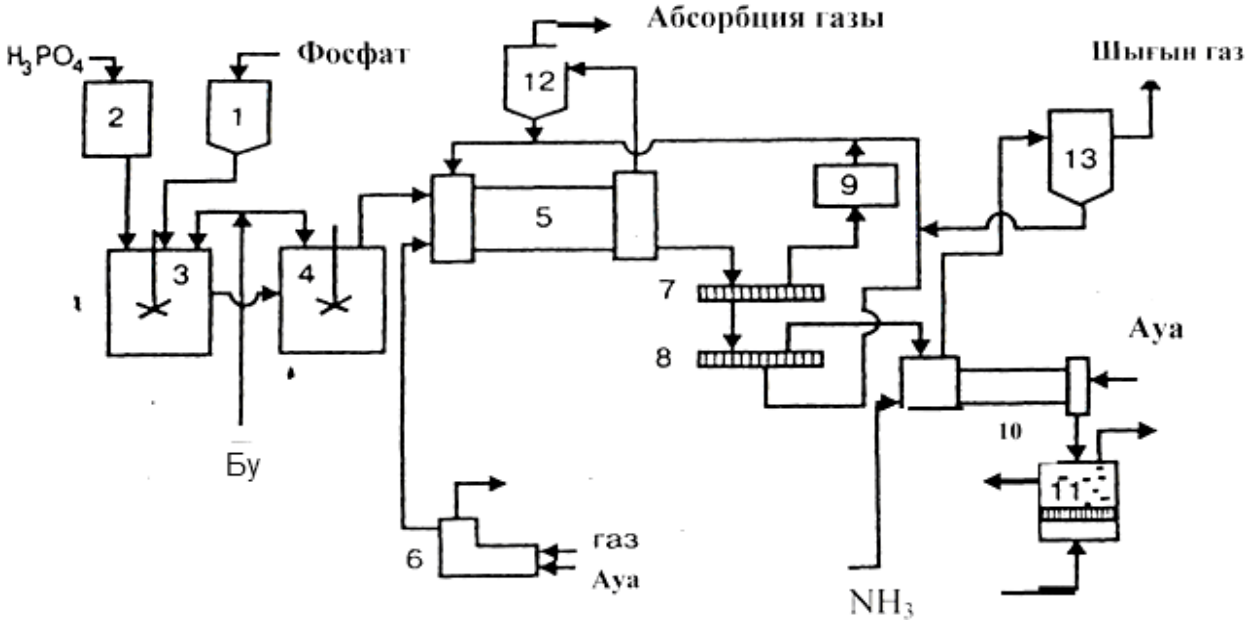
3. Ағынды (камерасыз) әдіс. Фосфаттың 0,55 үлестік бірлікке дейін ыдырау дәрежесі кезінде пайдаланылады. Алдыңғы әдістермен салыстырғанда мұнда, шикізат ыдырауы екі сатыда жүзеге асады. Процестің бірінші кезеңін реакторларда ыдырату дәрежесі 0,58 үлестік бірлікке дейін жеткенше жүргізеді. Одан әрі ыдырату жоғары температурада түрлі типтегі кептіргіштерде жүзеге асырылады; мысалы, қайнаулы қабатта шашырату арқылы кептіру гранулдеу апараты.

Ең кең тарағаны БГС - БГК аппаратын пайдалану үлгілері, олардың конструкциялары үздіксіз дамуда. Өнімділігі жылына 180 мың тонна ал сағатына 40т/сағ.

Фосфор қышқылының үшкальцийфосфатпен өзара әсерлесу процесі екі сатыда жүзеге асады. Бірінші сатыда компонент сұйық фазасы фосфор қышқылына монокальцийфосфатқа және реакцияның өзге де ерігіш өнімдеріне ие қозғалмалы суспензияда реакцияға түседі. Ең алдымен жоғары жылдамдықта жүретін бұл саты қышқылдың нейтралдау мөлшері бойынша баяуланады және сұйық фазаның кальций фосфатымен толығуы кезінде тоқтайды. Бұл сатының ұзақтығы технологиялық процестің ұйымдастыруына және аппараттардың түріне тәуелді және секундтан бірнеше сағатқа дейін ауытқуда.

Екінші сатыда реакциялық қоспаның сұйық және қатты фазалар құрамының өзгерісіне әкеп соқтыратын монокальций фосфаттың кристалдануы (кальций дигидрофосфаты) жүреді. Фосфат бөліктерінде ыдырайтын кристалдардың бөлінуі оларға иондардың кіруін қиындатады, фосфаттың ыдырау процесі бірден баяулайды, және сұйық фаза дигидрофосфатпен және кальций моногидрофосфатпен толыққан кезде процесс тоқтайды.

Реакция өнімдерімен толықпаған фосфор қышқылының ерітінділеріндегі фосфаттардың еру жылдамдығы кальций иондарының Ca^{2+} фосфат бөліктерінен сұйық фазаға диффузиялану жылдам-дығымен лимиттеленеді. Сол себепті, фосфаттың жоғары ыдырау дәрежесі бірінші сатыда тек 30-40% P_2O_5 тең фосфор қышқылының арнаулы концентрациясына ғана қол жетуі мүмкін.



1-фосфат бункері; 2-фосфор қышқылының сыйымдылығы; 3,4-реактор; 5-БГС аппараты; 6-құбыр; 7,8-елек ұсақтағыш; 10-аммонизатор барабаны; 11-“К” мұздатқышы; 12,13-циклон.

Сурет 11 – Өндірістегі қос суперфосфатты жалпы әдісінің технологиялық сызба нұсқасы.

Фосфаттың толықтай ыдырау процесі үшін анықтаушы болып табылатын екінші сатыда ыдыраудың барынша жылдамдығы құрамында шамамен 45% P_2O_5 бар ерітінділерде жүзеге асады. Осы талаптарды есепке ала отырып, суперфосфат өндірісінің технология-лық режимі таңдалады.

Осылайша, мысалы, камерасыз әдісте шикізат 50-1000С кезінде фосфор қышқылының 28-40% P_2O_5 концентрациясымен өңделеді, бұл бірінші сатының жоғарғы талаптарына жауап береді. Бір тонна P_2O_5 өндірудегі шығын коэффициенттері:

- фосфорит 0,28 – 0,29 т;
- экстракциялық фосфор қышқылы 0,80 – 0,83

Өнімнің өзіндік құны ағынды және камералық әдістерде бір шамада болады. Қос суперфосфаттағы P_2O_5-тағы өзіндік құны жай суперфосфаттағы P_2O_5 құнынан 20% артық.

Бақылау сұрақтары:

1. Қос суперфосфатты алудың камералық әдісі
2. Қос суперфосфатты алудың камерасыз (ағынды) әдісі.
3. Қос суперфосфатты алудың камералық және камерасыз әдістерінің физика-химиялық негіздері.

Дәріс 21-22. Күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың өнеркәсіптік технологиялық схемалары. Қоспалардың құрамын есептеу.

Дәріс жоспары:

1. Күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың өнеркәсіптік технологиялық схемалары.
2. Қоспалардың құрамын есептеу.

Монокальцийфосфатты аммонизациялау кезінде $P_2O_{5(ер.)}$ формасы төмендемеу үшін күкірт қышқылының аз мөлшерін қосады ($P_2O_{5(ер.)}$ формасы 90%-ке дейін болады)

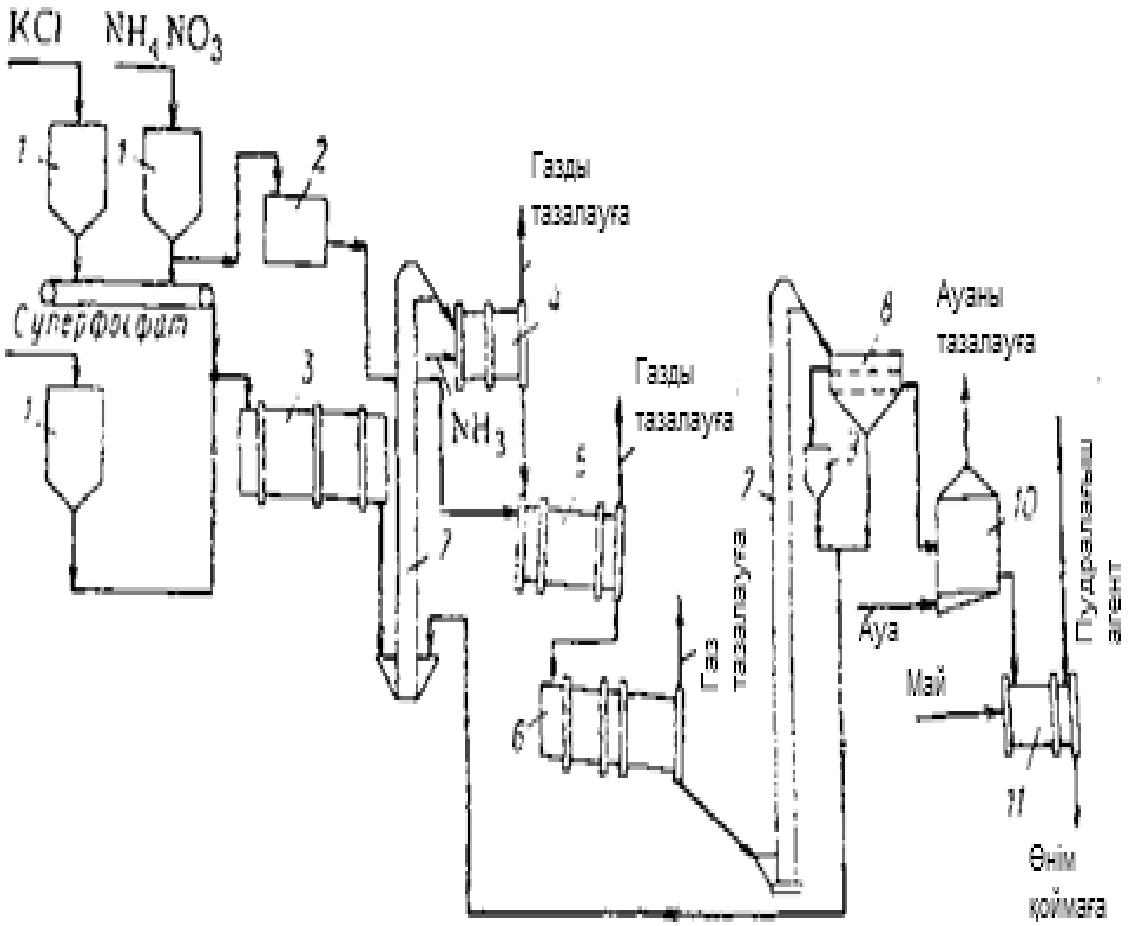
$Ca(H_2PO_4)_2+2NH_3+H_2SO_4+H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot H_2O+2NH_4H_2PO_4$(63)
$Ca(H_2PO_4)_2+(NH_4)_2SO_4+H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot H_2O+2NH_4H_2PO_4$ (64)

Тыңайтқыштың 1:1:1 түрін алу жай суперфосфаттан өндіргенде қоректік заттар мөлшері 42-43%-ға көтеріледі.

Үштік тыңайтқыш 1:1:1 маркасын суперфосфаттан және аммофостан өндіру көрсеткіші (кг/1 т өнімге):

Тыңайтқыш құрамы	10,5:10,5:10,5	16:16:16
Суперфосфат аппатитпен (19%P_2O_5)	554,3	–
Аммофос (50%P_2O_5, 12% N)	–	385
Аммиак (100%)	22,7	10
Аммиак селитрасы (99,5% NH_4NH_3)	255,3	213
Калий хлориді (95% KCl)	175,7	270
Күкірт қышқылы	26,6	27

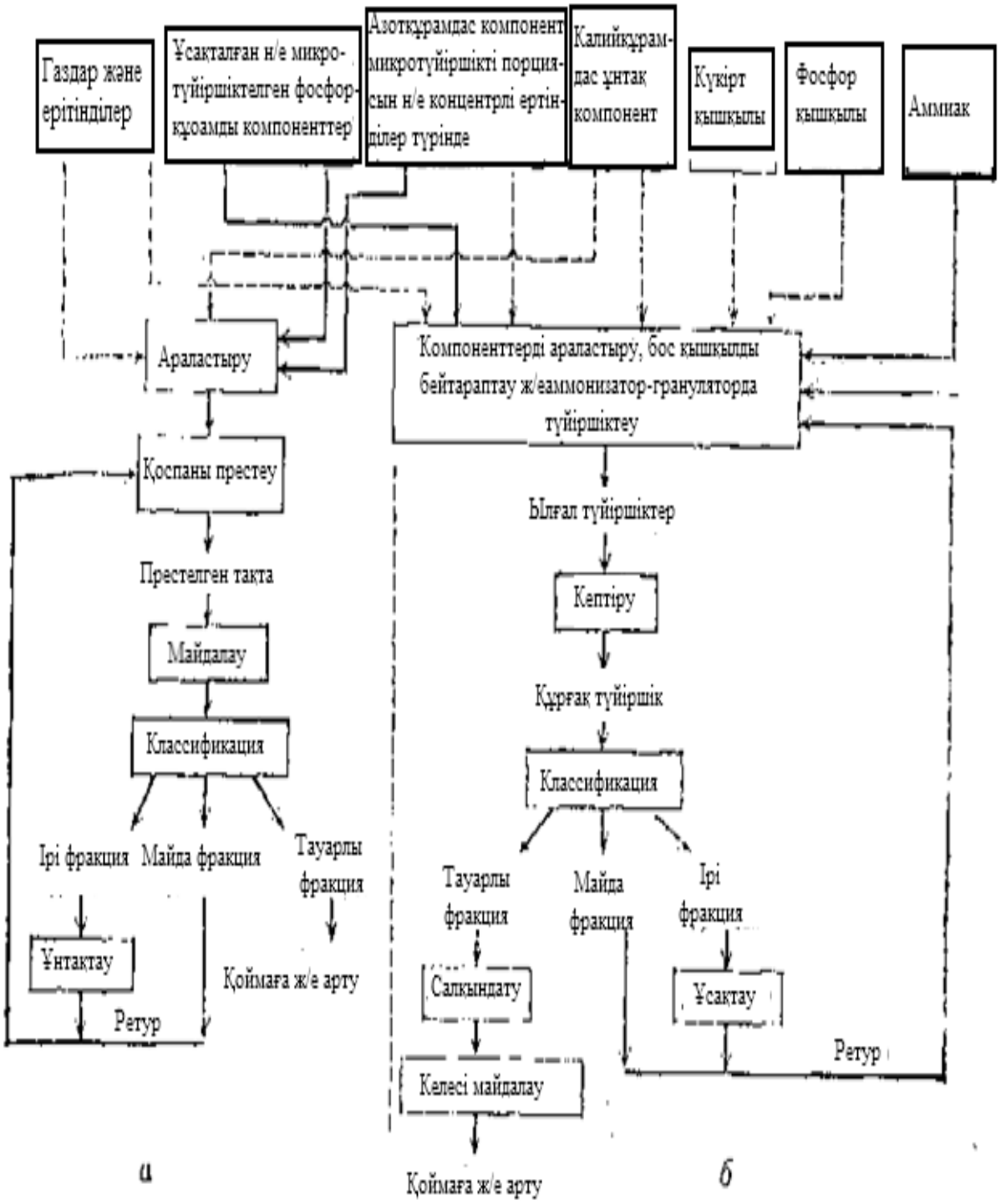
Жай суперфосфат негізінде алынған КАТ-та қоректік заттар – 35%-ке дейін, қоссуперфосфат негізінде – 48%-ке дейін, ал амммофос негізіндегіде – 60%-ке жетеді. Өнімнің түйіршіктелуі коэффициент $К_1$ тығыздалуын сипаттайды (12-сурет) және $К_2$-коэффициенті (тормалануын сипаттайды) арқылы бағаланады (кесте 14).



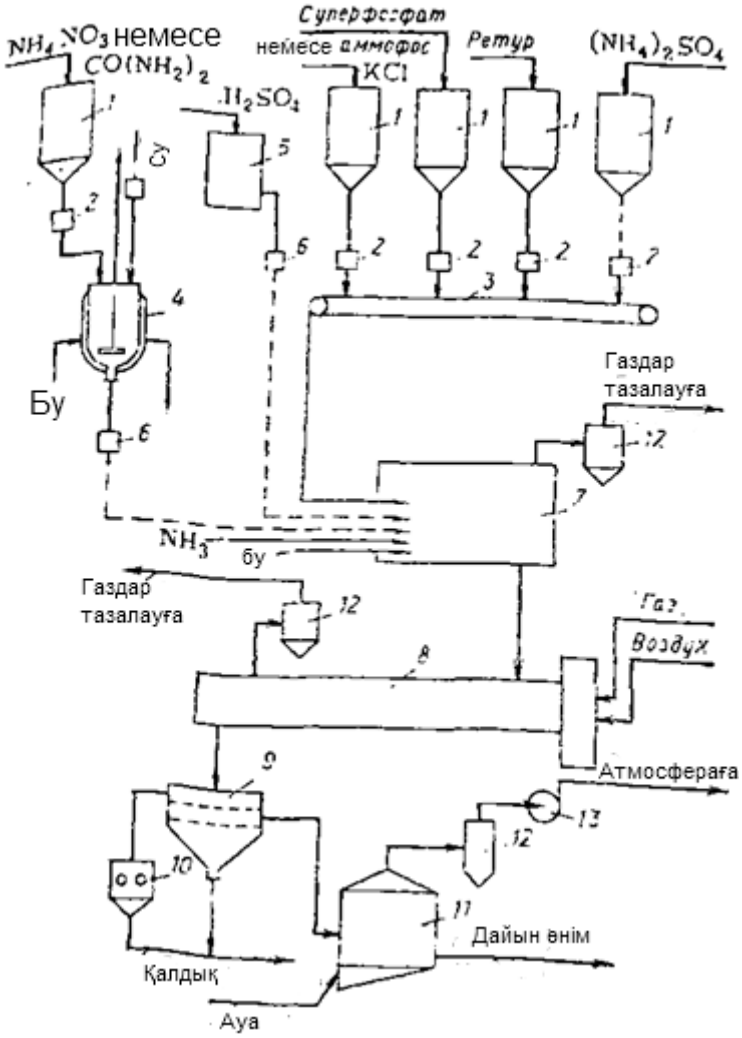
1-бункер; 2-ертікіш; 3-араластырғыш; 4-бейтараптарндырғыш; 5-түйіршіктегіш; 6-кептіргіш барабан; 7-элеватор; 8-елек; 9-ұсақтағыш; 10-салқындатқыш; 11-барабан-кондиционер

Сурет 12 – Барабан түйіршіктегішті күрделі аралас тыңайтқыштар өндірісінің сызбасы:

Қазіргі кезде КАТ-ын өндіруді аммонизатор-грануляторда жүргізу және престеу әдісі қолдануда. Бұл вариант сурет 13-14 келтірілген.



Сурет 13 – КАТ өндірудің варианттарының блок-үлгілері (а-престеу арқылы, б-ылғалды түйіршіктеу арқылы)



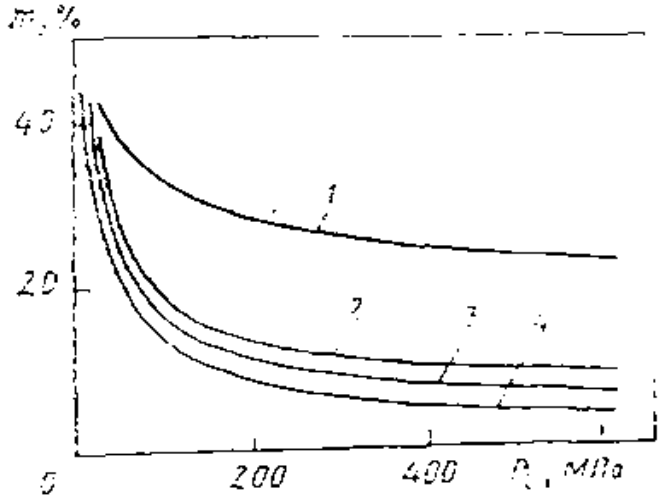
1-бункер; 2,6- қанықтырғыштар;3-шнек; 4-еріткіш; 5-күкірт қышқылы багы; 7- аммонизаторлы түйіршіктегіш; 8-кептіргіш барабан; 9-елек; 10-ұсақтағыш; 11-тоңазытқыш; 12-циклон; 13-желдеткіш.

Сурет 14 – Аммонизаторлы түйіршіктегіш күрделі аралас тыңайтқыштар өндірісінің сызбасы:

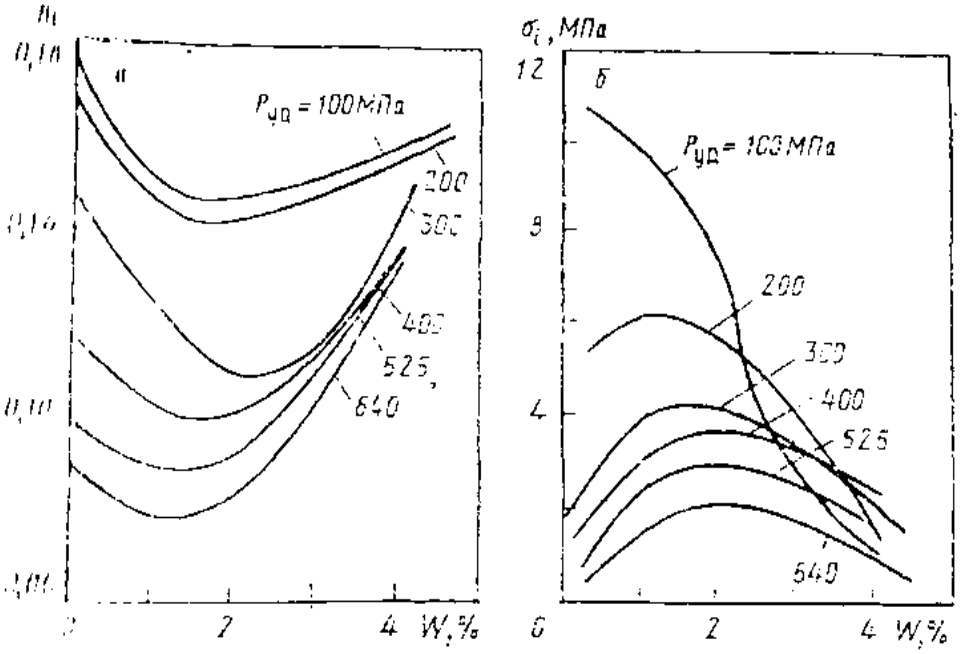
Кесте 14 – 20^{0}С кезінде тыңайтқыштың түйіршіктелу коэффициенті

Тыңайтқыш	Ылғалдылық, %	Түйіршіктелу коэффициенті		Түйіршіктеудің мақсатты әдісі
		$К_1$	$К_2$	
Калий хлориді мен суперфосфат ретуры қоспасы				
жай	2,4	1,0	0,016	
қос	2,0	0,9	0,019	Пресстеу
Карбоаммофоска	1,0	0,8	0,032	
Қос суперфосфат	2,8	0,9	0,020	
	16,0	10	0,2	Доңғалшақ

Түйіршіктердің мықтылығы қысымға, БАЗ қоспасына, температураға көп байланысты (15, 16-суреттер).



Сурет 15 – Қысыммен тығыздауға Рі көпіршікті престеудің (m) тәуелділігі
1-калий хлоиді, 2-карбамид; 3-аммоний ортофосфаты; 4-осы тұздар қоспасы



Сурет 16 – Әртүрлі қысымда престеудің ($P_{тыңайт}$) көпіршікті (n_i) және мықты (σ_i) прессте лу РК-тыңайтқыштың ылғалдылығына тәуелді.

Бақылау сұрақтары:

1. Монокальцийфосфатты аммонизациялау
2. Жай суперфосфат негізінде алынған КАТ
3. КАТ өндірудің вариантарының блок-үлгілері

Дәріс 23-24. Кәсіпорындарда енгізілген күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері.

Дәріс жоспары:

1. Заманауи кәсіпорындарда енгізілген кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері.

Заманауи кәсіпорындарда енгізілген кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері тыңайтқыштардың тиімділігін жақсартуға және олардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға бағытталған технологиялар мен процестердің кең ауқымын қамтиды. Негізгі бағыттардың бірі-өсімдіктерге қажетті элементтерді баяу және біркелкі қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін, осылайша олардың сіңуін жақсартатын және топырақтың шамадан тыс қанығу қаупін азайтатын қоректік заттардың бақыланатын шығарылатын тыңайтқыштарын әзірлеу. Нанотехнологияны тыңайтқыштар өндірісіне енгізу сонымен қатар ерігіштік пен тиімділік қасиеттері жақсартылған өнімдерді жасауға мүмкіндік беретін перспективалы бағыт болып табылады. Биотехнологиялық инновациялар, соның ішінде топырақтағы қоректік заттардың қолжетімділігін жақсарту үшін микроорганизмдерді пайдалану да өндіріс орындарында қолданылады. Сонымен қатар, тұрақтылық күш-жігері Өндіріс қалдықтарын қайта өңдеу және қайта пайдалану әдістерін біріктіруді қамтиды, бұл экологиялық әсерді азайтуға және ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Тыңайтқыштарды өндіру процесіне цифрлық технологиялар мен автоматтандыруды енгізу өндірістік процестерді оңтайландыруға ғана емес, сонымен қатар дайын өнімнің жоғары дәлдігі мен сапасын бақылауға мүмкіндік береді. Бұл инновациялар тыңайтқыштар өндірісін тиімдірек, экологиялық таза және заманауи ауыл шаруашылығының қажеттіліктеріне бейімдей отырып, агрохимия саласында жаңа көкжиектер ашады.

Кәсіпорындарда енгізілетін кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері тақырыбын жалғастыра отырып, экологиялық тұрақтылық пен экономикалық тиімділікке айтарлықтай назар аударған жөн. Инновациялық тәсілдердің ішінде энергияны тұтынуды азайтуға және өндірістің барлық кезеңдерінде қалдықтарды азайтуға бағытталған әдістер ерекшеленеді. Мысалы, қалдықтарды тазарту мен кәдеге жаратудың озық технологиялары қолданылады, бұл кәсіпорындардың экологиялық ізін азайтып қана қоймай, сонымен қатар өндірістің жабық циклдарын құруға ықпал етеді.

Климаттың өзгеруіне және аграрлық саясаттың өзгеруіне бейімделу тыңайтқыштардың жаңа түрлерін дамытуда да шешуші рөл атқарады. Жауын-шашын деңгейінің, температураның және басқа да экологиялық факторлардың өзгеруін ескере отырып, әртүрлі топырақ жағдайлары мен климаттық аймақтарда тиімді жұмыс істей алатын тыңайтқыштарды жасау жолдары зерттелуде.

Сонымен қатар, кәсіпорындардың күш-жігері логистика мен тыңайтқыштарды таратуды жақсартуға бағытталған. Бұл тасымалдау және сақтау процесінде шығындарды азайтатын қаптамаларды әзірлеуді, сондай-ақ оларды тұтынуды азайтатын және қолдану тиімділігін арттыратын тыңайтқыштарды дәл қолдану жүйелерін қамтиды.

Инновациялық процестерде ғылыми және зерттеу ұйымдарымен ынтымақтастық, сондай-ақ халықаралық ауқымда білім мен технологиялармен алмасу маңызды рөл атқарады. Бұл озық ғылыми жетістіктерді өндірістің практикалық қажеттіліктерімен үйлестіруге, ауыл шаруашылығының қазіргі және болашақ талаптарына жауап беретін жаңа буын тыңайтқыштарын жасауға мүмкіндік береді.

Осылайша, кешенді аралас тыңайтқыштарды өндірудің инновациялық әдістері ауылшаруашылық өндірісінің тұрақтылығын арттыруға бағытталған ғылыми жетістіктердің, технологиялық прогрестің және экологиялық жауапкершіліктің синтезін білдіреді.

Кешенді аралас тыңайтқыштар өндірісіндегі инновациялық әдістер тақырыбын жалғастыра отырып, тұрақты тәжірибелерді өндіріс процесінің барлық аспектілеріне біріктірудің маңыздылығын атап өткен жөн. Бұл тиімдірек тыңайтқыштар жасау үшін озық технологияларды пайдалануды ғана емес, сонымен қатар экологиялық зиянды азайтатын және экономикалық орындылықты арттыратын процестерді енгізуді білдіреді.

Негізгі бағыттардың бірі-жергілікті ресурстар мен жағдайларды барынша пайдаланатын тыңайтқыштарды әзірлеу. Бұл топырақтың әртүрлі түрлеріне және климаттық жағдайларға бейімделуді ғана емес, сонымен қатар тыңайтқыш өндірісінің шикізаты ретінде жергілікті қалдықтар мен жанама өнімдерді жоюды қамтиды, бұл сыртқы ресурстарға тәуелділікті азайтуға және қалдықтарды азайтуға көмектеседі.

Өндірістік процестерге автоматтандырылған және цифрлық технологияларды енгізу тиімділікті арттыруда және қалдықтарды азайтуда да маңызды рөл атқарады. Деректерге негізделген басқару жүйелерін пайдалану процестерді оңтайландыруға, өндіріс дәлдігін жақсартуға және энергия мен ресурстарды тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, тыңайтқыштарды өндірудің инновациялық әдістері топырақ денсаулығын жақсартуға және биоәртүрлілікті сақтауға бағытталған өнімдерді әзірлеуді де қамтиды. Бұған сау топырақ микрофлорасын қалпына келтіруге және сақтауға көмектесетін микроорганизмдермен немесе басқа қоспалармен байытылған тыңайтқыштар кіруі мүмкін.

Тұтастай алғанда, кешенді аралас тыңайтқыштар өндірісіндегі үздіксіз инновациялар ауыл шаруашылығындағы тұрақты дамудың кең тенденциясының бөлігі болып табылады. Бұл күш-жігер тыңайтқыштардың өнімділігі мен тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар агрохимияға экологиялық жауапты және экономикалық тұрақты көзқарасты қолдайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Заманауи кәсіпорындарда енгізілген кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері.

2. Инновациялық тәсілдердің ішінде энергияны тұтынуды азайтуға және қалдықтарды азайтуға бағытталған әдістер

Дәріс 25-26. Әр түрлі мақсаттағы ауылшаруашылық дақылдары үшін кедей фосфат шикізатынан күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері.

Дәріс жоспары:

1. Нашар фосфор шикізатынан кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері.
2. Агрономиялық және экологиялық аспектілерді ескеретін интеграцияланған тәсілдер.

Нашар фосфор шикізатынан кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері әртүрлі мақсаттағы дақылдар үшін шектеулі ресурстарды пайдалану тиімділігін жақсартуға бағытталған агрохимиядағы инновациялық тәсілді білдіреді. Бұл әдістерге тыңайтқыштардағы фосфор концентрациясын арттыруға мүмкіндік беретін жетілдірілген флотация және химиялық өңдеу процестері сияқты фосфор шикізатын байытудың озық әдістері кіреді. Биотехнологиялық әдістерді, соның ішінде кедей шикізаттан фосфорды тиімді алуға қабілетті микроорганизмдердің ерекше штамдарын қолдануға ерекше назар аударылады. Сондай-ақ, тыңайтқыш процестерін қалдықтарды азайтуға және жанама өнімдерді қайта пайдалануға бағытталған өндірістік циклдармен біріктіру маңызды аспект болып табылады. Дәл егіншілік технологияларын енгізу олардың қоректік заттарға ерекше қажеттіліктерін және әртүрлі топырақ пен климаттық жағдайларға бейімделуін ескере отырып, дақылдардың белгілі бір түрлеріне оңтайландырылған кешенді аралас тыңайтқыштарды жасауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер ауылшаруашылық өндірісінің тиімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар фосфор ресурстарын тұрақты пайдалануға ықпал етеді, бұл әсіресе жаһандық экологиялық қиындықтар мен табиғи ресурстардың шектеулілігі жағдайында маңызды.

Нашар фосфор шикізатынан күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері тақырыбын жалғастыра отырып, осы саладағы заманауи технологиялар мен зерттеулер тыңайтқыштардың сапасын ғана емес, сонымен қатар экологиялық тұрақтылығын жақсарту үшін белсенді дамып келе жатқанын атап өткен жөн. Бір мысал, тыңайтқыштардағы қол жетімді фосфор деңгейін жоғарылату үшін жетілдірілген химиялық және физикалық процестерді қолдану, соның ішінде термиялық өңдеу және нашар фосфат шикізатының химиялық модификациясы.

Бұл әдістердің ерекшелігі-олардың дақылдардың әртүрлі түрлеріне, соның ішінде дәнді дақылдарға, көкөністерге және жеміс өсімдіктеріне бейімделу қабілеті, бұл агрономдарға өсімдіктердің нақты қажеттіліктерін тиімді қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Мысалы, қоректік заттардың өзгермелі қатынасы бар тыңайтқыштарды әзірлеу әртүрлі агроклиматтық жағдайларда өсімдіктердің қоректенуін басқаруға көмектеседі.

Сонымен қатар, тыңайтқыштардың топырақ пен қоршаған ортаға әсері ескеріледі. Топырақтың теріс әсерін азайту жолдары зерттелуде, мысалы, қышқылдықты азайту және минералдардың шамадан тыс қанығуын болдырмау, бұл топырақ құрылымын жақсартуға және оның құнарлылығын арттыруға әкелуі мүмкін.

Бұл процесте оңтайландырылған қасиеттері бар тыңайтқыштарды әзірлеу үшін молекулалық модельдеу мен компьютерлік модельдеуді қоса алғанда, озық зерттеу әдістерін қолдану маңызды рөл атқарады. Бұл ғалымдар мен инженерлерге максималды тиімділік үшін тыңайтқыштардың химиялық және физикалық қасиеттерін дәл болжауға және өзгертуге мүмкіндік береді.

Осылайша, нашар фосфор шикізатынан кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістері жоғары өнімділік пен қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ете отырып, тұрақты және тиімді ауыл шаруашылығына жаңа мүмкіндіктер ашады.

Нашар фосфор шикізатынан күрделі аралас тыңайтқыштарды алудың инновациялық әдістерін талқылауды жалғастыра отырып, агрономиялық және экологиялық аспектілерді ескеретін интеграцияланған тәсілдердің маңыздылығын атап өткен жөн. Өсімдіктердің қоректік заттардың сіңуін жақсартуға ерекше назар аударылады, бұл егіннің өнімділігін арттырып қана қоймайды, сонымен қатар артық сіңірілмеген тыңайтқыштардың әсерінен қоршаған ортаның ластану қаупін азайтады.

Инновациялық технологиялар өсімдіктердің тұрақты және ұзақ қоректенуін қамтамасыз ететін қоректік заттардың баяу және бақыланатын шығарылуы бар тыңайтқыштарды әзірлеуді қамтиды. Бұл әсіресе ауа-райының күтпеген жағдайлары өсімдіктердің қоректік заттарға деген қажеттілігіне әсер етуі мүмкін климаттың өзгеруі жағдайында өте маңызды.

Спектроскопия және микроскопия сияқты озық зерттеу әдістерін енгізу тыңайтқыштардың топырақпен және өсімдіктермен өзара әрекеттесу механизмдерін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Бұл білім әртүрлі топырақ жағдайында тиімді жұмыс істей алатын, топырақтың құнарлылығын жақсартатын және өсімдіктердің сау өсуін қамтамасыз ететін тыңайтқыштардың дамуына ықпал етеді.

Сондай-ақ, өндірістік процестердің экологиялық тұрақтылығын арттыруға бағытталған күш-жігерді атап өту маңызды. Энергия тұтынуды және парниктік газдар шығарындыларын азайтатын, сондай-ақ жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын технологияларды әзірлеу тыңайтқыштар өндірісінің экологиялық әсерін азайтудың кілті болып табылады.

Қорытындылай келе, нашар фосфор шикізатынан кешенді аралас тыңайтқыштар өндірудің инновациялық әдістері ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы үшін жаңа көкжиектер ашады. Олар дақылдардың өнімділігі мен сапасын арттыруға ғана емес, сонымен қатар планетамыздың қоршаған ортасы мен ресурстарына жауапкершілікпен қарауды қамтамасыз етеді.

Нашар фосфор шикізатынан күрделі аралас тыңайтқыштарды өндірудің инновациялық әдістері тақырыбын жалғастыра отырып, әртүрлі агроклиматтық жағдайларға арнайы бейімделген тыңайтқыштарды дамытуға назар аударған жөн. Мұндай тыңайтқыштар ауылшаруашылық өндірушілеріне топырақ ортасы мен климаттық жағдайлардағы өзгерістерге тиімдірек жауап беруге көмектеседі, бұл әсіресе жаһандық климаттық өзгерістерге қатысты. Мысалы, құрғақ немесе құрғақ жағдайларға арналған тыңайтқыштарда топырақтың ылғалдылығын сақтауға немесе өсімдіктердің құрғақшылыққа төзімділігін арттыруға көмектесетін арнайы қоспалар болуы мүмкін.

Сондай-ақ, бұл тыңайтқыштардың фермерлер үшін, әсіресе дамушы елдерде экономикалық қол жетімділігін арттыруға көп күш жұмсалды. Бұған өндіріс құнын төмендету ғана емес, сонымен қатар тыңайтқыштарды жеткізу мен таратудың жалпы шығындарын азайтуға көмектесетін логистикалық және тарату модельдерін әзірлеу кіреді.

Өндірістің қауіпсіздігі мен тұрақтылығы мәселелеріне де үлкен мән беріледі. Инновациялық әдістер жұмысшылардың денсаулығы мен қауіпсіздігіне қауіп-қатерді азайтатын, сондай-ақ тыңайтқыштарды өндіруге, сақтауға және пайдалануға байланысты экологиялық тәуекелдерді азайтатын процестерді пайдалануды қамтиды.

Ұзақ мерзімді перспективада осы инновациялық әдістерді әзірлеу және енгізу ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыруға ғана емес, сонымен қатар жаһандық деңгейде азық-түлік қауіпсіздігі мен тұрақты дамуды қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұған дақылдардың сапасы мен өнімділігін арттыру, қоршаған ортаға әсерді азайту және өндірушілердің кең ауқымы үшін тыңайтқыштардың қолжетімділігін арттыру арқылы қол жеткізіледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Нашар фосфор шикізатынан кешенді аралас тыңайтқыштарды алудың жаңа әдістері.
2. Биотехнологиялық әдістер.
3. Спектроскопия және микроскопия зерттеу әдістері.
4. Агрономиялық және экологиялық аспектілерді ескеретін интеграцияланған тәсілдер.

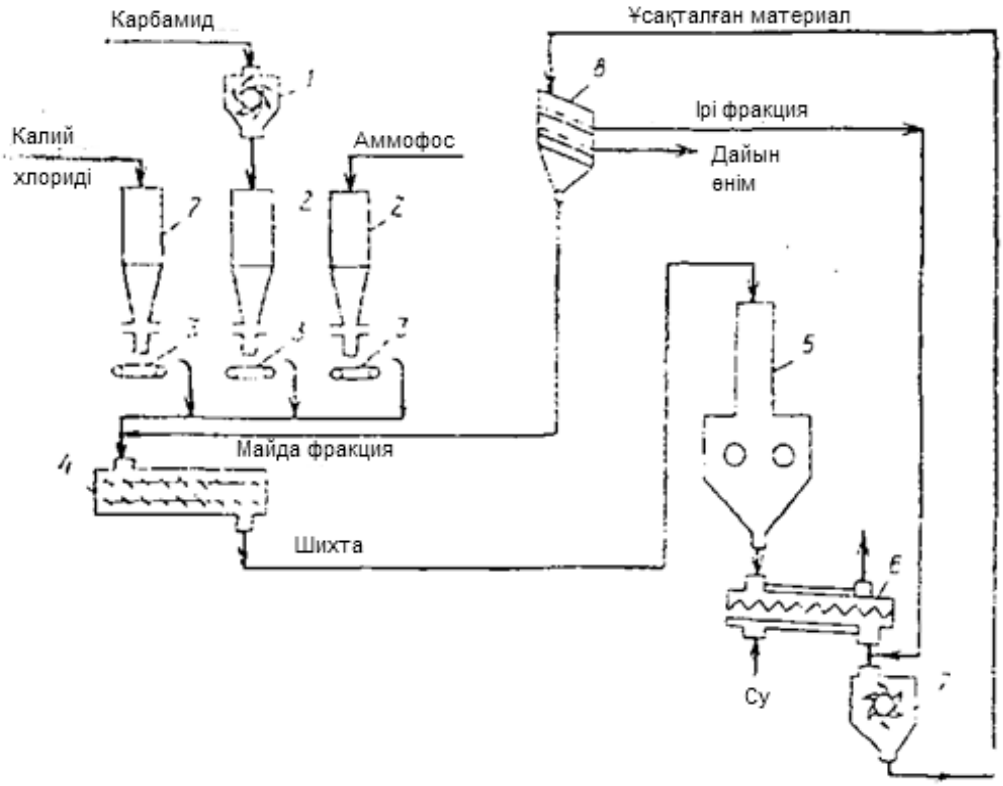
Дәріс 27-28. Тукоқоспаларды өндірудің жай-күйі мен перспективалары

Дәріс жоспары:

1. Құрғақтукоқоспаларды өндіру.
2. Тукоқоспаларды өндірудің перспективалары

Құрғақ тукқоспасын түйіршіктелген, ірі кристалды немесе ұнтақ жай (біртекті) және күрделі тыңайтқыштарды механикалық араластыру арқылы алады. Қазіргі кезде тукқоспасын өндірудің көп тараған үш жүйесі бар.

Жергілікті локалды жүйеде қоспаны тыңайтқышты тарату орталығында іске асырылады. Тұтынушылар талабына сәйкес әртүрлі тыңайтқыштарды жеке алады, араластырады, пайдаланатын жерге жеткізеді. Бұл жүйе икемді, қоректік элемент арақатынасын талапқа сәйкес реттейді. Екінші типті тукқоспасы жүйесінде бастапқы компоненттерді алып келу тукқоспасын дайындайтын зауыт жұмысына байланысты жүргізіледі.



1, 7-ұсақтағыш; 2-бункерлер; 3-қанықтырғыштар; 4-араластырғыштар; 5-саусақты толықтырғыш; 6-жарғыш; 8-елек

Сурет 17 – Престеу әдісті тыңайтқыштар өндірісінің үлгісі:

Алынған тыңайтқыш түйіршіктері жатпайды, жабыспайды, мықты. Тек, бұл әдістің негізіг кемшілігі, өнімділігі төмен, энергия шығыны артық, т.б.

Үшінші типті тукқоспа дайындау жүйесінде өндірістік қондырғыда іске асады. Тукқоспасының негізгі маркаларын қаптама немесе төгілмелі түрінде тұтынушыға жібереді. Тукқоспаны даярлау үшін күрделі тыңайтқыштың базалық маркалары пайдаланады.

Мысалы, базалық түйіршіктер құрамы 10-25-25, 14-37-12, 12-36-16 тыңайтқышты карбамидпен механикалық араластыру арқылы қажетті компонентті тыңайтқышты 18-18-18, 22-22-11 т.б. алады.

Сапалы тукқоспасын алу белгілі бір химиялық, физика-химиялық және физика-механикалық қасиеттері бар компоненттерді дұрыс таңдауға көп байланысты.

Компоненттер дұрыс таңдалмаған кездерде тукқоспаның физикалық қасиеті төмендеуі мүмкін немесе қоректік заттардың азаюы болады. Мысалы, сілтілі типті тыңайтқыштарды – томасшлакты, фосфатшлакты аммиак селитрасымен араластырғанда, аммиак шығыны артады.

Басқа кезде, мысалы, кептірілген ұнтақ суперфосфатын аммоний сульфатымен араластырғанда тыңайтқыш қатаяды, гипс түзіледі, оны жерге себу қиындығы болады.

Карбамидті немесе карбамид құрамдас күрделі тыңайтқышты аммиак селитрасымен араластыруға болмайды (немесе аммоний сульфаты бар тыңайтқыш), себебі тыңайтқыштың ылғалданғыштығы (гигроскопиялығы) тез көтеріледі, сұйық фаза пайда болады.

Мысалы, суперфосфаты аммиак селитрасымен аралстырғанда, келесі реакция жүреді де күшті ылғалданғыш кальций нитраты түзіледі:

$NH_4NO_3+H_3PO_4=NH_4H_2PO_4+HNO_3$(65)
$2NH_4NO_3+Ca(H_2PO_4)_2=2NH_4H_2PO_4+Ca(NO_3)_2$(66)

Карбамидті суперфосфатпен араластырғанда, тыңайтқыштың топталу қасиеті төмендейді, себебі, стабильді $Ca(H_2PO_4)_2\cdot4CO(NH)_2$, $CaHPO_4$, $Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O$, $CO(NH_2)_2\cdot H_3PO_4$, $CaSO_4\cdot4CO(NH_2)_2$қосымша су бөлінеді, тыңайтқыш жабысқыш, тұтқырлы болады.

Комплексті тыңайтқыштарды бірнеше компоненттерді араластыру арқылы өндіргенде химиялық реакциялардың жүруі нәтижесінде қоректік заттардың белгілі бір мөлшері шығындалады (ұшады, ретроградация болады т.б.). Бұл процесті тыңайтқыштар антоганизмі деп атайды.

Керісінше, калий тыңайтқыштарын суперфосфатпен, аммоний сульфатымен, аммоний нитратымен арластырғанда алынатын комплексті тыңайтқыш сапасы жақсарады.

Бұл процесті тыңайтқыштардың синергизмі деп атайды.

Диаммонийфосфатты суперфосфатпен араластырған кезде су бөлінеді:

$(NH_4)_2HPO_4+Ca(H_2PO_4)_2\cdot H_2O\rightarrow CaHPO_4+2NH_4PO_4+H_2O$(67)

Күрделі NPK тыңайтқыштардыың жабысуының көтерілуі келесі реакция арқылы түсіндіріледі. Мысалы, моноаммонийфосфат. Карбамид және калий хлоридін араластырғанда қосалқы реакция жүреді:

$CO(NH_2)_2+NH_4Cl\rightarrow CO(NH_2)_2\cdot NH_4Cl$(68)

$NH_4H_2PO_4$ пен KCl реакциясы карбамид бар кезде тез жүреді, $CO(NH_2)_2\cdot NH_4Cl$ түзілгенде, реакция оңға қарай жылжиды.

Құрғақ тукқоспаның компоненттерінің жеке қасиеттері алуан түрлі (кесте 15).

Кесте 15 – Минералды тыңайтқыштардың физико-химиялық және механикалық қасиеттері

Тыңайтқыш	Ылғалдылық, %	25^{0}С гигроскопиялық нүкте	Жатқышты, МПа	1-4 мм түйіршіктер, %	Статикалық төзімділік, МПа	Аққыштық,	Тығыздық, кг/м^3	
							пикнометрлік	төгілген
Аммонийлі селитра	0,2-0,3	59-64	0,001-0,01	95-98	1,0-3,2	223-274	1730	920-980
Карбамид:	0,1-0,3	72-75	0-0,002	95-98	0,8-1,6	223-229	1350	760-830
Суперфосфат:								
жай	2,7-3,6	64-68	0	90-93	1,0-2,3	191-217	2500	950-1060
қос	2,7-3,8	60-64	0	80-90	1,5-3,4	191-217	2200	930-1030
Кальций полифосфаты	0,1-0,2	50-55	0	91-98	11,4-16,0	299-347	2540	1060-1180
Суперфос	1,4-2,4	65-70	0	91-99	7,8-10,6	280-315	2550	1020-1200
Калий хлориді:								
прес. түйіршіктелген	0,2-0,6	62-69	0,01-0,02	84-91	2,0-4,7	255-264	2050	990-1120
Жатқыштық ірі дәнді	0,2-0,5	68-74	0-0,04	45-66	-	319-382	1920	1100-1250
Аммофос	0,4-0,8	68-74	0	995-99	3,0-11,0	223-248	1800	990-1100
Аммофосфит	0,9-1,2	65-70	0	89-99	5,0-9,0	315-328	2020	1050-1160
Диаммонийфосфат	0,6-0,9	70-75	0-0,01	98-99	7,0-9,0	258-287	1700	920-1020
Аммоний полифосфаты	0,4-1,3	58-65	0-0,02	74-98	4,0-10,5	204-229	1800	840-9520
Нитрофос	0,6-1,0	58-61	0-0,1	95-96	3,0-10,0	178-191	1850	1050-1156
Нитрофоска	0,6-1,4	57-61	0-0,05	97-98	3,5-12,5	226-242	2030	1160-1290
Нитроаммофос	0,5-0,7	55-60	0,05-0,07	93-99	2,7-5,1	245-255	1750	860-950
Нитроаммофоска	0,3-0,5	51-53	0,03-0,04	97-98	4,0-6,4	223-239	1820	880-980
Диаммофоска	1,2-1,7	60-65	0,02	96-99	6,5-9,5	277-296	1830	950-1050

* Тыңайтқыштың ылғалдылығы МЕСТ 2085.1-75 бойынша анықталған, гигроскопиялық нүктесі – Пестовтың эксикаторлық әдісімен, жатқыштығы – МЕСТ 21560.4-76 бойынша, гранулометриялық құрамы МЕСТ 21560.1-76-1,82 бойынша, түйіршіктердің статикалық төзімділігі – МЕСТ 21560.276-2,82 бойынша, аққыштық – диаметрі 20 мм болатын тесіктен массалық ағын жылдамдығымен бойынша, тығыздығы –

петройлей эфирінде пиктометриялық әдіс бойынша және (аққыштық немесе төгілгіштік) – жалпы қолданылатын әдіс бойынша.

Оларды араластыру арқылы алынған тукқоспасы макрогетерогенді ортаға айналады, компоненттің біреуі артық болғанда жүйедегі тепе-теңдік бұзылады.

Туктарды араластыратын қондырғы сипаттамасы.

Тукқоспасын даярлаудың технологиялық процесі келесі негізгі операциялардан тұрады.

-жеке тыңайтқышты (компонентті) араластыруға дайындау;

-тыңайтқышты үлестік (дозалыққа) беруге әкелу;

-үлестік беру (дозалы беру);

-араластыру;

-даяр қоспаны тасымалдауға шығару немесе қоймаға жіберу.

Тукоқоспасын дайындайтын қондырғылар әртүрлі: олар, мақсатына, эксплуатация ерекшелігіне, конструкциясына (стационарлы, жылжымалы), өнімділігіне, жүк ағындарына (горизонтальды, тік, комбинациялы), негізгі жабдықтың жұмыс істеу режиміне (үздіксіз, үзілісті), компоненттерді үлестік беру әдісіне (массалық, көлемдік), энергиямен қамтамассыз ету жағдайына байласынысты жіктеледі.

Тукоқоспасының ерекше жағдайсыз қасиеті – олардың агрегацияға түсуі – компоненттердің түрлі факторлардың әсерінен қайтадан таралу жағдайы (конустық топталуы, вибрация т.б. басқа факторлардан тукқоспасының химиялық біртектілігінің бұзылуы).

Тукоқоспаның түрлі химиялық құрамындағы біртексіздік жағдайы кесте 88 келтірілген.

Ескерту: N – карбамид; $N_{аа}$ – аммоний селитрасы; $P_с$ – жай суперфосфат; $P_{ск}$ – қос суперфосфат; $К_{і.к.х.}$ – ірі дәнді калий хлориді; $К_{т.к.х.}$ – престеу әдісімен алынған калий хлориді.

Келтірілген мәліметтер бойынша араласудың нашар сапасы (V=12,5-12,6%) түйіршіктік құрамы керектік заттардың концентрациясы әртүрлі кезде байқалады ($N_М$, $N_{а.с.}$, $P_с$, $K_{х.к.}$).

Сапалы араластырылған қоспа (V=6,3-6,5%) түйіршіктік, концентрациялау бірнеше компоненттерді пайдаланғанда байқалады.

Бақылау сұрақтары:

1. Құрғақ тукоқоспалар.
2. Тукоқоспаларды өндірудің жағдайы
3. Тукоқоспаларды өндірудің перспективалары

Дәріс 29-30. Фосфор-қышқыл технологиясы бойынша әртүрлі топырақ түрлеріне теңдестірілген NPK тыңайтқыштары мен теңгерімсіз күрделі тыңайтқыштарды алу технологиясы.

Дәріс жоспары:

1. Фосфаттарды күкірт қышқылымен өңдеу.
2. Әртүрлі топырақ түрлеріне теңдестірілген NPK тыңайтқыштары мен теңгерімсіз күрделі тыңайтқыштарды алу технологиясы.

Фосфаттарды күкірт қышқылымен өңдеу арқылы алынатын негізгі өнімдерге жәй суперфосфат және экстракциялық фосфор қышқылы (ЭФК) жатады. Олар халық шаруашылығындағы көп қолданылатын өнімдерге жатады.

Жай суперфосфат фосфор тыңайтқышына жатады. Оны өндірісте алу жолы үш сатыдан тұрады: фосфат шикізатымен күкірт қышқылын араластыру, камерада өнімнің пісірілуі, қоймада одан әрі ыдырау дәрежесін жоғарылату. Дайын өнім 75-80% қатты, 20-25% сұйық заттардан тұрады. Оның құрамында кальций сульфаты мен монокальцийфосфат (жалпы өнімнің 27-37%) тұздары болады.Суперфосфаттың сұйық фазасы фосфор қышқылы, фосфат тұздарымен қаныққан, ерітіндіден тұрады. Суперфосфаттың сапасын, ондағы суда ерігіш, сіңімді түрлеріндегі P_2O_5 санымен анықтайды. Өнімде 14-ден 21% аралығындағы P_2O_5(сіңімді) болуы керек.

Фосфатты күкірт қышқылымен ыдыратқанда жүретін негізгі реакциялар екі сатыдан тұрады:

$Ca_5(PO_4)_3F + 5H_2SO_4 = 3H_3PO_4 + 5Ca\,SO_4 + HF$ (79)

$Ca_5(PO_4)_3F + 7H_3PO_4 + H_2O = 5Ca(H_3PO_4)_2 \cdot H_2O + HF$ (80)

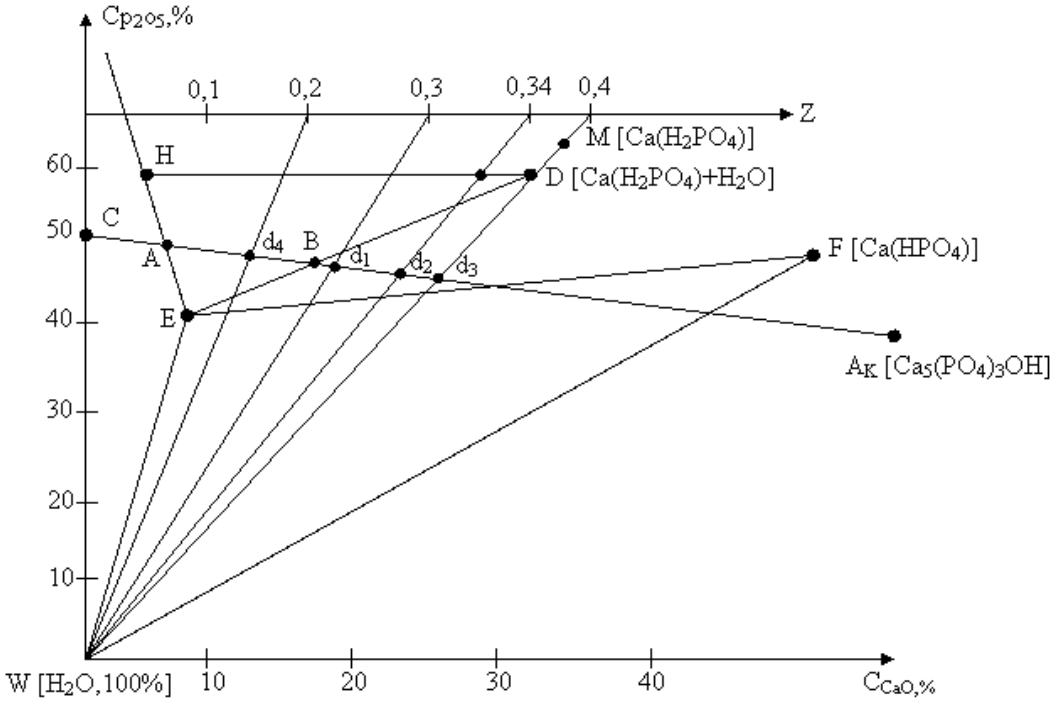
Өнімде реакция нәтижесінде пайда болған$5Ca(H_3PO_4)_2 \cdot H_2O$ тұзынан басқа, одан аз ерігіштігі бар $CaHPO_4$,$MgHPO_4$, сонымен қатар, Al_2PO_4, $FePO_4$ тұздары болады. Әртүрлі кезеңде, жалпы фосфаттағы фтордың 55-60% газ фазасына бөлініп, қалғандары фторсиликат, фторидтер түрінде өнімнің құрамында қалады.

Бірінші сатыда фосфаттың ыдырау коэффициенті 70% шамасында болады. Қалған фосфат екінші сатыда, бірінші сатыда пайда болған фосфор қышқылымен әрекеттеседі. Демек, екінші сатыдағы жүретін реакция фосфор қышқылының концентрациясымен байланысты болады.

Сурет18- диаграммада, $CaHPO_4$тұзының кристалдана бастауының геометрикалық орны болып, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ тұзы кристалданатын ДЕН және $CaHPO_4$ пен $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ тұздарының бірлесіп кристалданатын ДЕF, аймақтарында ЕД түзу сызығы болады. ЕД түзу сызығын жоғарылату үшін, САК түзу сызығын жоғарылату керек. Олардың жоғарылауы апатитті ыдыратуға қолданатын фосфор қышқылының концентрациясына байланысты болады. Жоғары фосфор қышқылын пайдаланғанда ЕД түзу сызығындағы В нүктесі Д нүктесіне жақындайды. Шекті ыдырау дәрежесін төмендегі формуламен табады.

$$К_р = \frac{CB}{Cdi};$$

мұнда di – нүктесінің орны $СА_к$ түзу сызығында орналасады. (di нүктесі фосфор қышқылының мөлшерімен байланысты)
di – нүктесін W мен Z арқылы жүргізілген түзу сызығымен анықтайды.



Сурет18 –80^{0}С CaO-P_2O_5-H_2O жүйесінің ерігіштік изотермиясы

Күкірт қышқылының ыдырауға кететін мөлшерін (9), (10) реакциялар арқылы орындайды. Фосфаттағы 1 моль P_2O_5 санына 2,33 моль H_2SO_4 кетеді. 1масс.б. апатитке кететін күкірт қышқылының мөлшері, масс.б:

$$2,33*98*0,394/142 = 0,634 \text{ мас.б. } H_2SO_4$$

Ыдырату процесін жеделдетуге, іс жүзінде күкірт қышқылының мөлшерін 0,68-0,72 масс.б. беріледі.

Төмендегі49кестедежайсуперфосфаттыңсипаттамасыкелтірілген.

Жайсуперфосфаттыңтехнологиялықсхемасыәдебиеттердетолыққелтірілген.

Суперфосфаттың физикалық қасиетін жетілдіру үшін, оны түйіршіктейді және жай суперфосфат өндірісте камералық технологиямен алынады. 1,5–2 сағат арасында камерадағы ыдырау коэффициенті 85-86%, ал Қаратау фосфаритін өңдегенде 83-84%-ке жетеді.

Кесте 16 – Жай суперфосфат сипаттамасы

Фосфат шикізаты	Мөлшері,%				Ыдырау дәрежесі,%	Өнім шығымы,к/кг шикізат
	P_2O_5 (жалп.)	P_2O_5 (сің-і)	P_2O_5 (бос)	H_2O		

Апатит концентраты	21,5	20,2	5,0	9,8	94	1,83
Қаратау фосфориті	15,6	14,0	5,0	10,5	94	1,67

Экстракциялық фосфор қышқылы (ЭФК) төмендегі реакция арқылы алынады:

$$Ca_5(PO_4)_3F+5H_2SO_4+nH_3PO_4=(n+3)H_3PO_4+5CaSO_4*mH_2O+HF \quad (81)$$

Сұйық фазадағы H_3PO_4-дегі қоспалардың мөлшерлеріне, температураға байланысты қатты фазасына ангидрит (m=0), полугидрат (m=0,5) немесе дигидрат (m=2) тұнбаға түседі. Осыған сәйкес өндірісте ЭФК ангтдрит, полугидрат және дигидрат әдістерімен алынады.

Өндірісте дигидрат әдісі, игеріленген әдіске жатады. Осы әдіспен ЭФК алу процесін жеделдетуді, технологиялық режимді тұрақтандыру, жаңа аппараттарды өндіріске енгізу жолдарымен жүзеге асыруда. Дигидрат әдісімен шикізаттың түріне байланысты болып алынған ЭФК концентрациясы 22-32% P_2O_5 аралығында болады.

Көптеген өндірістер ЭФК-дағы P_2O_5 концентрациясының жоғарылығын керек етеді. Осыған байланысты соңғы кезде ЭФК-ны полугидрат әдісімен алуды көздеп, көп өндірістерде алынуда.Одан басқа, сульфат кальцийдің бір түрінен екінші түріне қайта кристалдау әдісімен концентрлі ЭФК-ны алу жолы да ашылды. Бұл әдістің өзінше кемшіліктері жетерлік. Төменгі кесте 50 әртүрлі әдіспен алынған ЭФК-ның негізгі көрсеткіштері берілген.

Полугидрат-дигидратты әдістерінің кемшіліктері: процестің ұзақтығы, технологиялық схемасының күрделігі.

Жоғарыда көрсетілген ЭФК алу әдістерінен, отанымызда әзірше ди- және полугидрат әдістері қолданады. Бірақ, бастапқы шикізаттың орнына тек қана апатит концентратін қолданады. Тек бірнеше зауыттарда ғана дигидрат әдісімен Қаратау фосфоратинен ЭФК алынуда. ЭФК-ны Қаратау фосфоритінен алынудағы кемшіліктерге, оның алынған қышқылдағы концентрациясының төмендігі (20-22% P_2O_5), өнімде шығатын P_2O_5-тің санының аздығы (92-93%) жатады.

Кесте 17 – Әртүрлі жолмен алынған ЭФК-ның негізгі көрсеткіштері (апатит концентраті)

Процесс	Кезеңдердегі температура,^{0}C		Жалпы жалғастылығы,с	ЭФК-дағы шыққан P_2O_5,%	ЭФК концентрациясы, P_2O_5,%	Тұнбадағы жалпы P_2O_5,%
	I	II				
Дигид-ратты	65-75	-	6-8	97-98	28-32	0,6-1,2
Полуги-дратты	90-100	-	4,0-5,0	92-95	38-55	1-3,5

Полугид. дигид.екі рет филь-трлеу	90-100	50-65	10-14	98-99	30-32	0,2-0,4
Дигид.-полугид.	70-75	85	4-5	98-99	33-35	0,2-0,3
Дигид.-полугид.2рет фильт.	70-75	85	4-5	98-99	33-35	0,2-0,3

Графикалық есептерге тиісті алғашқы мәліметтер:

100кг апатитке күкірт қышқылының мөлшері, n,кг,мкг –70

Күкірт қышқылының концентрациясы,%С -68

Температура,^{0}С

Камерада -100

Қоймада -40

Алғашқы жүйенің жалпы масса салмағынан, буландыру дәрежесі,%

1 стадияда -3

2 стадияда -7

Графикалық есептерге арнап суретте 100^{0}С үйлесімділікпен жүйелердің $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ және $CaO-P_2O_5-H_2O$ изотермалары келтірілген.

Графикалық талдау жүргізу үшін 73суретте 100^{0}С сыйыстырылған $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ жүйесінің $CaO-P_2O_5-H_2O$ және $SO_3-P_2O_5-H_2O$ изотермалары берілген [II]. Жүйенің 40^{0}С $CaO--P_2O_5-H_2O$ изотермиясы келтірілген.

Диаграммада $CaO-P_2O_5-SO_3-H_2O$ 100^{0}С жүйенің $SO_3-P_2O_5-H_2O$ изотермиясының сол жағында сулы (eEW) және сусыз (e'E'W') проекциялары көрсетілген. $SO_3-P_2O_5-H_2O$ үшбұрышында сулы проекциясында кристалданатын фосфат тұздарының ($CaHPO_4$, $Ca(H_2PO_4)ЃH_2O$) өрісі P_2O_5 осымен eEW изотермиясы аралығында болады, олардың мөлшері өте аз, яғни бұл фосфаттар жүйедегі SO_3-тің мөлшері 1%-тен кем болғанда ғана өмір сүре алады.

Оң жақтағы $CaO-P_2O_5-H_2O$ үшбұрышында 40 және 100^0 температурада екі изотерманың проекциялары (WE,'K) және (WE,E_2) келтірілген. Төменде схемаға түсініктеме бере отырып, графикалық талдау жүргіземіз. Сонан соң осы схема бойынша материалдық баланс орындалады.

Диаграмманың жоғары жағында фосфор қышқылы бейтараптану дәрежесінің (Z) ыдырау дәрежесімен ($К_р$) байланысы берілген.

Күкірт қышқылы берілген мөлшерде апатитпен араластырылады ($SA_к$). Қоспаның 1 стадияда ыдырау нәтижесінде алынған пульпаның құрамын анықтайтын нүкте $ASA_к$ түзу сызығында жату керек.

1 стадияда ыдырау процесінің нәтижесінде, пульпа 3% өзінің бастапқы салмағынан буландырумен азаяды. Демек, буландырғаннан соң оның ф.т.с. CW булану сәулесі арқылы С нүктесіне орналасады. Мұнда СА кесіндісінің ұзындығы, СА+AW кесінділерінің қосындысының 3%–болады. Осы жағдайда, 1 стадия соңында, жүйе сусыз сульфат кальций кристалдарынан (ф.т.с.S_1) және сұйық фазасы фосфор қышқылынан тұрады. Фосфор

қышқылы концентрациясын S_1 мен С нүктелері арқылы жүргізілген түзу сызықты ерігіштік изотермиясы осьна дейін жүргізіп, түйіскен жердегі P_2O_5 (В) концентрациясы фосфор қышқылының концентрациясы етіп қабылдаймыз.

100 кг апатит концентрациясына 68%-тік күкірт қышқылымен әрекеттестіргенде, оның шығыны:

$$S=n\cdot C_s=70:0,68=70/0,68=102,941 \text{ кг.}$$

оның шінде:

$$SO_3\text{-}80\cdot 70/98=57,143\text{кг, } H_2O\text{-}102,94\text{-}57,143=45,798 \text{ кг.}$$

Апатиттің МЕСТ 51188-72 бойынша құрамы: 39,4%P_2O_5, 52%CaO, 3,0%F,46% "бөгде қоспалар", 10% H_2O. Диаграммада бейнелеуде тек қана апатитті еске алу керек. Оның салмағы "бөгде қоспаларды" есептемегенде

$$A^0_к=100\text{-}4,6=95,4 \text{ кг.}$$

Онда апатиттің құрамында: P_2O_5=39,4*100/95,= 41,4%.

$$CaO=52*100/95,5=54,5\%.$$

1 стадияның соңында, фосфор қышқылының бейтараптану дәрежесі Z=0 тең болғанда, диаграмманың жоғарғы бөлігінен $К_р$=77,7%. Демек, апатиттің 1 стадияда реакцияға түскен мөлшері:

$$A_к=A^0_к\cdot 0,777=74,228 \text{ кг.}$$

оның ішінде: P_2O_5-39,4·0,777=30,61 кг, және CaO=52*0,777=40,604 кг.

Сонымен 1 стадияданың соңында булануды есепке алмасақ жүйенің массасы

$$A=A_к+S=102,94+74,228=177,169 \text{ кг.}$$

оның ішінде:

P_2O_5-39,4·0,777=30,576 кг, немесе 17,25%

CaO-52·0,777=40,60 кг, немесе 22,60%

H_2O-47,101 кг (45,798+1,0)кг, немесе 26,59%

F-3·0,777=2,31 кг,немесе 1,34%.

А нүктесінің $SA_к$ түзу сызығының бойында орналасқан жерін табу үшін, кесінділер ережесін пайдаланып төменгі кесінділердің қатынастары арқылы табамыз.

$$A:A_к=SA_k:SA$$

бұл жерде SA_k кесіндісінің ұзындығы диаграмма бойынша 83 мм.

Осыдан $SA=A_k\cdot 83:A$ =74,228Ў83/177,169=34,77 мм.

1 стадияда судың булану мөлшері:

$$W=A=177,169Ł0,03=6,088 \text{ кг.}$$

Онда буландырылған жүйенің салмағы:

$$C=A\text{-}W=177,169\text{-}6,088=171,081 \text{ кг.}$$

Оның ішінде:

P_2O_5-30,575 кг, немесе 17,87%

CaO-40,04 кг, немесе 23,40%

SO_3-57,143 кг, немесе 33,40%

H_2O-47,101-6,088=41,013 кг, немесе 23,979%

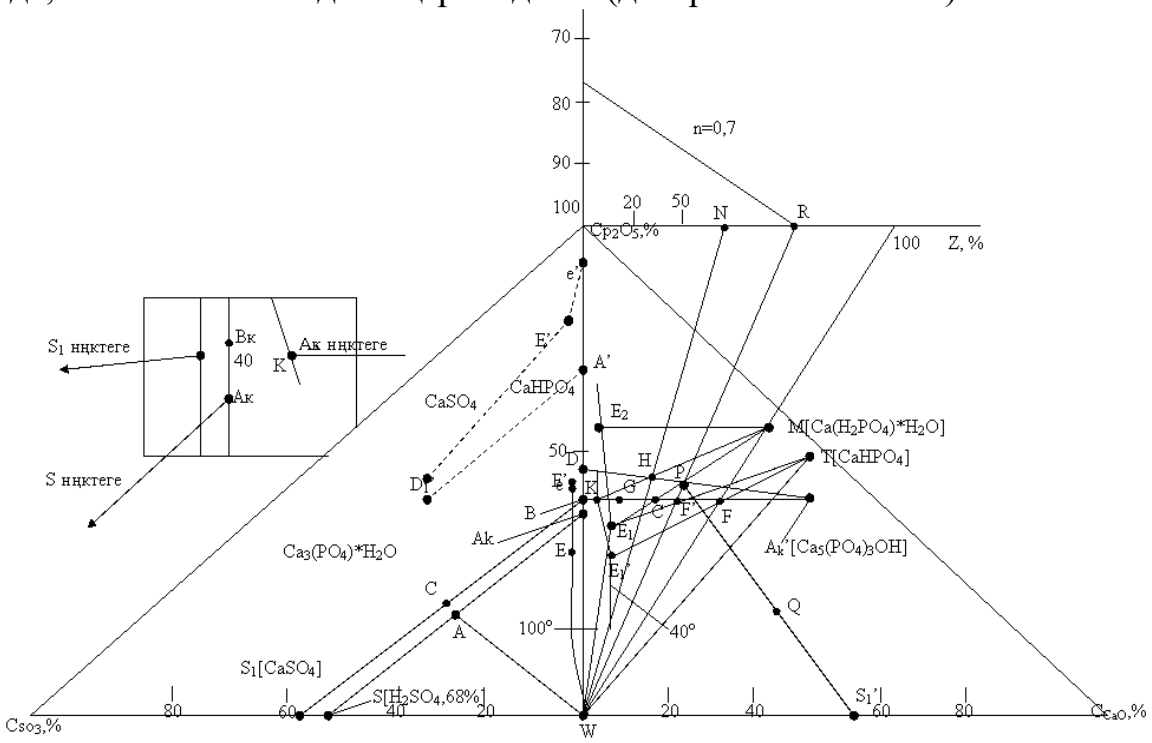
F-2,31 кг, немесе 1,35%.

кесінділердің қатынасы

W:A=AC(AC+WA)

Осыдан AC=W:44(A-W)=6,088*44/(171,169-6,088)=2,62 мм.

мұнда, 44 мм-WA кесіндісінің ұзындығы (диаграмма бойынша)



Сурет19 –Апатиттен алынған жай суперфосфатқа талдау. Жүйенің сыйыстырылған изотермалары:

CaO-P_2O_5- SO_3-H_2O (SO_3-P_2O_5-H_2O - проекциясы) және (CaO-P_2O_5- H_2O проекциясы) 100^0C

С жүйесі $CaSO_4$ кристалдарынан (S_1) және 41,4% P_2O_5 қышқылынан (В) тұрады, оның массасын былай табады:

$CaSO_4$ массасы S_1= C*0,568 =97,174 кг

(бұл жерде 0,568-BC:BS_1сінділер ұзындығының қатынасы, диаграмма бойынша ол қатынас 50/88 мм тең). Оның ішінде CaO-97,174*56/136=40,01 кг, SO_3-57,158 кг.

Фосфор қышқылының массасы

B =C-S_1= 171,081-97,174=73,834 кг.

оның ішінде: P_2O_5-73,834*0,414=30,56 кг және H_2O-43,277 кг.

$CaSO_4$ теориялық шығымы: 57,143/0,588=97,149 кг.

Фосфор қышқылының шығымы: 39,4*0,777/0,414=74,3 кг.

бұл жерде

0,5882-$CaSO_4$-тің құрамындағы SO_3 саны (80/136=0,588).

0,414-фосфор қышқылындағы P_2O_5-тің массалық үлесі.

0,777-1 стадиядағы ерітіндіге өткен P_2O_5-тің үлесі.

Диаграмманың оң жағындағы үшбұрыш арқылы 2 стадияда жүретін процестерді түсіндіру.

II стадиядағы ыдырау процесінің жүрісі $CaO-P_2O_5-H_2O$ үшбұрышындағы $BA_к'$ біріктіру сызығымен сәйкестелінген,өйткені осы уақытқа дейін SO_3 толығымен әрекеттесіп ерімейтін $CaSO_4$ тұнбасына айналған.

Осы жағдайда 100^0C максималды ыдырау дәрежесін көрсететін С нүктесі, $Ca(H_2PO_4)_2 \diagup H_2O$ кристалданатын E_1ME_2 изотерма өрісімен, $Ca(H_2PO_4)_2 \diagup H_2O$ және $CaHPO_4$ бірігіп кристалданатын ME_1 және TE_1 түзу сызықтары арасындағы кристалдану өрістерімен шектелген ME_1 түзу сызығында орналасқан.

Ыдырау процесінің нәтижесінде, жүйенің ф.т.с. G нүктесіне түскенде, сұйық фазадан $CaHPO_4$ тұзы кристалдана бастап, ол фосфат түйіршіктерін ұсақ кристалдармен орап, тығыздалған қабыршақтарға айналдырып, ыдырау процесін тоқтатуға әкеліп соғады.

Теория бойынша, ыдырау дәрежесін суперфосфатта 100%-ке дейін жеткізуге болады, бірақ ол үшін белгілі жағдайларды туғызу керек.

Диаграммада RW түзу сызығында жатқан (n=0,7 Z=0, K_p=100%) F' нүктесі 40^0C-та $Ca(H_2PO_4)_2H_2O$ кристалдану өрісінде орналасқан. F' нүктесі $CaHPO_4$-тің кристалдану өрісінен анағұрлым алшақта жатады. ($E_1'M$ сызығынан алшақта). Демек, температураны төмендету арқылы $CaHPO_4$ тұзын кристалданбайтын етумен бірге ыдырату процесін жеделдетуге болады.

2 стадияда ыдырау процесінде ыдырау процесінде одан әрі булануы болады. (жалпы массаның 7%-і). Іс жүзінде кездесетіндей ыдырау дәрежесін 95% -ке тең етіп алсақ, онда жүйенің ақырғы жағдайы WN сәулесімен қанағаттанады. Бұл жағдайда судың булануын еске алмасақ, жүйенің құрамы G нүктесіне сәйкестелінген болар еді. G' нүктесі $CaHPO_4$ тұзының кристалдану өрісінде болғандықтан, ыдырау процесінің тоқталуына әкеп соғады. Сонда да болса белгілі, Іістадия процесінде пульпа буланғанда суды жоғалтады. Демек, жүйеден суды буландырғанда (булану сәулесі WN) жүйенің ақырғы фигуративтік нүктесі берілген дәрежеге дейін буландырғанда булану сәулесі H нүктесінде түйіседі.

H нүктесінің жағдайы суперфосфаттың ақырғы фосфат комплекті құрамы болып, оның 100 және 40^0C температурада $Ca(H_2PO_4)_2 \diagup H_2O$ тұзының кристалдану өрісінде болуы, жүйені салқындатумен ыдырату дәрежесін 100%-ке дейін көтеруге мүмкіндігі барлығына дәлел бола алады.

Бақылау сұрақтары:

1. Фосфаттарды күкірт қышқылымен өңдеу арқылы алынатын негізгі өнімдер.
2. Фосфор-қышқыл технологиясы бойынша әртүрлі топырақ түрлеріне теңдестірілген NPK тыңайтқыштары мен теңгерімсіз күрделі тыңайтқыштарды алу технологиясы.
3. Полугидрат-дигидраттыәдістерініңкемшіліктері.

Магистраттардың оқу жетістіктерінің нәтижелерін бағалау критерийлері

Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдық сандық көрсеткіші	% көрсеткіш	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау	Магистранттың білімін бағалау критериялары
A	4,0	95-100	Өте жақсы	Магистрант пән бойынша теориялық білімді терең меңгерген, МӨЖ бойынша тапсырманы орындауға шығармашылықпен қарайды және оларды уақытылы тапсырады, ақпараттық ресурстармен белсенді жұмыс істейді, зертханалық жұмыстарды жоғары деңгейде орындау дағдыларын меңгерген, орындалған жұмыстардың нәтижелерін өңдей алады және өз бетінше қорытынды жасай алады.
A-	3,67	90-94		Магистрант теориялық білімді өте жақсы меңгерген, МӨЖ бойынша тапсырманы орындауға жауапкершілікпен қарайды және оларды уақытылы тапсырады, ақпараттық ресурстармен белсенді жұмыс істейді, зертханалық жұмыстарда эксперименттік жұмыстарды орындау дағдыларын меңгерген, орындалған жұмыстардың нәтижелерін өңдей алады және өз бетінше қорытынды жасай алады.
B+	3,33	85-89	жақсы	Магистрант бағдарламалық материалды, толық, дәйекті, сауатты түрде тапсырмалардың барлық түрлері бойынша жауаптарды баяндайды, теориялық білімді дұрыс қолданады, зертханалық жұмыстарды орындаудың қажетті дағдыларын меңгерген және олардың нәтижесі бойынша өз бетінше қорытынды жасай алады, ұсынылған әдебиеттерді пайдалану дағдылары бар, МӨЖ бойынша тапсырмалардың барлық түрлерін уақтылы орындайды.
B	3,0	80-84		Магистрант бағдарламалық материалды меңгерген, маңызды емес қателермен жауап береді, оқытушының жетекшілігімен теориялық білімдерін дұрыс қолданады, зертханалық жұмыстарды орындау дағдыларын игереді және оқытушының басшылығымен олар бойынша қорытынды жасай алады, ұсынылған әдебиеттерді пайдалану дағдылары бар, жіберілген қателерді жою арқылы тапсырмалардың барлық түрлерін уақтылы орындайды.
B-	2,67	75-79		Магистрант бағдарламалық материалды меңгерген, маңызды емес қателіктермен

				жауаптарды баяндайды, оқытушының жетекшілігімен теориялық білімдерін дұрыс қолданады, зертханалық жұмыстарды орындау дағдыларын игереді және оқытушының басшылығымен олар бойынша қорытынды жасай алады, ұсынылған әдебиеттерді пайдалану дағдылары бар, оқытушының көмегімен жіберілген қателерді жою арқылы тапсырмалардың барлық түрлерін уақтылы орындайды.
С+	2,33	70-74		Магистрант негізгі материалды игерген, жауаптар кезінде дұрыс тұжырымдамайды, зертханалық эксперименттерді өз бетінше орындау қиынға соғады, тапсырмаларды орындауда жеке әдістерді, ұсынылған әдебиеттерді қолдану дағдыларын, оқытушының жетекшілігімен бағдарламалық материалдың жеке бөлімдерін жалпылау дағдыларын игереді, мұғалімнің көмегімен жіберілген қателіктерді түзете алады.
С	2,0	65-69	қанағаттанарлық	Магистрант негізгі материалды игерген, жауаптар кезінде дұрыс тұжырым жасамайды, материалды ұсынуда жүйелілік жоқ, зертханалық эксперименттерді өз бетінше орындау қиынға соғады, тапсырмаларды орындауда жеке әдістерді игереді, ұсынылған әдебиеттермен жұмыс жасауда қиындық туғызады, бағдарламалық материалдың жеке бөлімдерін жалпылау кезінде қиындық тудырады, мұғалімнің көмегімен жіберілген өрескел қателіктерді түзете алады.
С-	1,67	60-64		Магистрант негізгі материалды игерген, жауаптар кезінде тұжырым жасау туралы жеткіліксіз түсінік береді, материалды ұсынуда жүйелілік жоқ, зертханалық эксперименттерді өз бетінше орындау айтарлықтай қиын, тапсырмаларды орындауда жеке әдістерді жеткіліксіз меңгерген, ұсынылған әдебиеттермен жұмыс жасауда қиындық туғызады, бағдарламалық материалдың жеке бөлімдерін жалпылау кезінде қиындық туғызады, мұғалімнің көмегімен, жіберілген өрескел қателіктерді түзете алады.
Д+	1,33	55-59		Магистрант негізгі материалдың жеке бөлімдерін игерген, жауаптар кезінде тұжырымдардың түсінілмеуін көрсетті, материалды ұсынуда бірізділік жоқ, зертханалық жұмыстарды өз бетінше орындау, ұсынылған әдебиеттерді қолдануда

				айтарлықтай қиындықтар байқалады, жіберілген қателіктерді түзету кезінде қиналады, жіберілген қателіктерді жою арқылы тапсырмаларды уақтылы орындамайды.
Д	1,0	50-54		Магистрант негізгі материалдың жеке бөлімдерін игеруде қиналады, материалды ұсынуда бірізділік жоқ, зертханалық жұмыстарды өз бетінше орындауда, ұсынылған әдебиеттермен жұмыс жасауда айтарлықтай қиналады, жіберілген қателіктерді түзетуде айтарлықтай қиындықтар бар.
FX	0,5	30-49	қанағаттанарлықсыз	Магистрант жауап беру кезінде тұжырымдардың түсініксіздігін көрсетеді, тапсырмаларды орындау үшін теориялық білімдерін қолдана алмайды, жіберілген қателіктерді жоя отырып, тапсырмалардың барлық түрлерін уақтылы орындамайды.
F	0	0-29		Магистрант теориялық материалды игермеген, МӨЖ бойынша тапсырмаларды орындамайды, оқулықтармен жұмыс істеу дағдыларын игермеген, зертханалық жұмыстарда эксперименттік жұмыстарды орындау дағдыларықалыптаспаған.

Әдебиеттер

Негізгі:

1. Күрделі және күрделі аралас минералды тыңайтқыштардың технологиясы мен даму тенденциясы [Текст] : 6М072000 - "Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы" маман. магистр. арналған оқулық / У. Қ. Бишімбаев [и др.]. - Шымкент : Нұрлы Бейне, 2015. - 380 с.

2. Күрделі және күрделі аралас минералды тыңайтқыштардың технологиясы мен даму тенденциясы : оқулық / У. Қ. Бишімбаев [и др.]. - Алматы : Эпиграф, 2016. - 388 с.

3. Бішимбаев У.К.,Жантасов К.Т., Молдабеков Ш., Петропавловский И.А., Дормешкин О.Б., Жантасова Д.М., Джанмулдаева Ж.К. Күрделі және күрделі аралас минералды тыңайтқыштардың технологиясы мен даму тенденциясы.Оқулық. - Шымкент: М.әуезов атындагы ОҚМУ, 2015.

4. Құрамында микроэлементтері бар минералды тыңайтқыштардың инновациялық технологиялары, оқулық / т.ғ.д., профессор Жантасов Қ.Т. редакциясымен. – Алматы, Эверо, 2018. -142 бет. https://elib.kz/kk/search/read_book/4064/

5. Жантасов К.Т., Искандиров М.З., Айбалаева К.Д., Алтеев Т.А., Новик Д.М., Жантасова Д.М. Современные технологии переработки минерального сырья [Текст] : учебник для магистрантов спец. 6М072000- "Химическая

технология неорганических веществ". - Шымкент: Нұрлы Бейне, 2015. - 474 с.

6. Бестереков У.Б. и др. Химия и технология производства технических солей : учебное пособие для магистрантов спец. 6М072000- "Химическая технология неорганических веществ" - Шымкент: Нұрлы Бейне, 2015. - 195 с.

7. Жантасов К.Т. , Жантасов М.К. Минералды шикізатты қазып алу және өндеуге дайындау технологиясы: 050720- "Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы" мамандықтарының студ. арналған оқу құралы – Шымкент: ЮКГУим. М. Ауезова, 2012. -276б.

8. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений [Текст] : учебник для вузов по спец. "Химическая технология неорганических веществ"; Допущено госуд. комитетом СССР по народному образования / М. Е. Позин. - Л. : Химия, 1989. - 352 с.

9. Қадірбаева, А.А. „Фосфорлы және күрделі - аралас тыңайтқыштар технологиясы” пәнінен зертханалық жұмыстарды ұйымдастыру және өткізуге арналған әдістемелік нұсқау : / А. А. Қадірбаева, Р. Р. Якубова, Н. Т. Сагиндикова. - Версия . - Шымкент : ОҚМУ, 2017

10. Бишімбаев У.Қ., Молдабеков Ш.М., Жантасов Қ.Т., Анарбаев А.А., Ү.Бестереков. Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы. оқу құралы. М.О. Әуезов атындағы ОҚМУ. - Алматы : "Кітап" баспасы, 2007 - .3-ші том : Минералды тыңайтқыштардың химиялық технологиясы. - 544 с.

Қосымша әдебиеттер:

1. Пайдалы қазбалар орындарын ашық өңдеу және тіршілік қауіпсіздігі. Оқу құралы./ Қ.Т. Жантасов, М.Қ. Жантасов, А.А. Қадірбаева, А.С. Наукенова – Алматы: Эвро баспасы, 2014.-328 бет.

2. Жантасов К.Т., Айбалаева К.Д., Франгулиди Л.Х. и др. Технологическое оснащение производства желтого фосфора. Учебник. /Под ред. проф. Жантасова К.Т.–Шымкент: ЮКГУ им. М. О. Ауэзова, 2013.–37с.

3. Жантасов К.Т., Молдабеков Ш.М., Бишимбаев В.К., Мырхалыков Ж.У., Жантасов М.К. Состояние производства минеральных удобрений и пути повышения их качества // Труды Международной научно-практической конференции «Ауезовские чтения». «Казахстан на пути обществу знаний: инновационные направления развития науки, образования и культуры». Шымкент, ЮКГУ им. М.Ауезова, 2012, т.6.-294с.

4. Жантасов К.Т., Бишимбаев В.К., Айбалаева К.Д. Сложно-смешанные удобренные удобрения пролонгированного действия, содержащие влагоудерживающие вещества и микроэлементы / Труды Междунородной научно-практической конференции «Ауезовские чтения. Инновационные направления развития науки, образования развития науки, образования и культуры». Шымкент, ЮКГУ им.М.Ауезова, 2011.т.5-341с.

5. Сапаров А.С. Плодородие почвы и продуктивность культур. Алматы, 2006.-244 с.

6. Алдашев Б.А., Лисица В.И. Инновационные технологии химической переработки фосфоритов Каратау и утилизации фосфорсдержащих отходов. Алматы: Ғылым, 2006.-248с.

7. Фишер И.Э., Филонов В.Н. Некоторые результаты агрохимического обследования почв// Сборник трудов «Состояние и перспективы развития почвоведенния». Алматы, 2005.-С. 103-104.

8. Ахметов Т.Г. и др. Химическая технология неорганических веществ. – М.: Химия, 2002. Т.2, с. -593.

9. Экологическая статестика. Статистический сборник. Алматы 2001.

10. Минералды тынайтқыштар технологиясы: Оқу құралы/ А.А. Анарбаев– 2001ж.

Жантасов Қ.Т., Қамбарова Г.Ә.

«Күрделі минералды тыңайтқыштардың перспективті технологиялары»
пәнінен

ДӘРІСТЕР ЖИНАҒЫ

2024 ж. басуға қол қойылды
Қағаз форматы Х ^{X}Y 1/16
Типографиялық қағаз. Офсетті қағаз. Көлемі 5,4.
Таралымы_____дана. Тапсырма № ____

© М.О.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу Университеті, 2024 ж.