

8D07160 - Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы дәрежесін алу үшін
Райымбеков Еркебұлан Батырбекұлының
«Қазақстан Республикасы фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын байыту технологияларын дайындау» тақырыбындағы
диссертациялық жұмысының

АҢДАТПАСЫ

Мәселенің өзектілігі. Қаратау фосфорит алабы еліміздегі фосфорлы қосылыстарды өндіретін өндірістері үшін негізгі шикізат көзі болып табылады. Әлемдік деңгейде ол ірі фосфорит кен орнына жатады. Қаратау бассейндегі фосфорит жыныстарының қоры P_2O_5 бойынша шамамен 700 млн тоннаны құрайды.

Фосфориттерді өндірудің жер асты және ашық тәсілдері бар екендігі белгілі. Қазақстан Республикасында фосфориттерді ашық тәсілмен өндіру кезінде сұрыптаусыз қазылып, кен орындары айналасында фосфат-кремнийлі қатпар тастар күйіндегі қалдықты тау жыныстары көп қордаланады. Олар орташа P_2O_5 мөлшері 14-15% болатын Қаратау фосфориттерінің теңгерімнен тыс қорын құрайды. Қазіргі таңда фосфат-кремнийлі қатпар тастар күйіндегі қалдықты тау жыныстарының 25 млн тоннасы жинақталған. Жақын болашақта аталған қалдықты тау жыныстарының 18-19 млн. т. жинақталады деп күтілуде. Оның біршама бөлігі қордалану орнында байытуға ұшыратылып, фосфорлы өнімдер өндірісіне жөнелтілуде. Осы кезде олардың химиялық құрамына байланысты карбонатты және кремнийлі байыту қалдықтары түрлеріндегі жаңа екіншілей қалдықтар түзілуде. Аталмыш қалдықтар тек бір ғана Жаңатас суспензиялық байыту фабрикасы аумағында құрамында P_2O_5 мөлшері шамамен 15% болатын 350 мың тонна құрайды. Ал, Қаратау флотациялық байыту фабрикасы аумағындағы осындай екіншілей қалдық мөлшері 13 млн. тонна құрайды. Оның құрамындағы P_2O_5 орташа мөлшері шамамен 14-17%. Жоғарыда аталған екіншілей фосфаттық қалдықтарды байытып, фосфор саласы өндірістеріне қолданысқа ұсыну мәселелері бүгінде ұтымды шешімін тапқан жоқ. Бірқатар, бүгінге белгілі, қақтау, флотациялау әдістері мен арнайы депресанттар, беттік активті заттар қолданыстарында жүргізілген ізденістер нәтижелері зертханалық зерттеулер деңгейлерімен ғана шектеліп, тиімділігі мен ұтымдылығы дәйекті негізделмегендіктен, өндірістік жағдайларда әлі күнге дейін қолданысқа ендірілмеуде.

Сонымен қатар, еліміздегі фосфор саласы үшін аса маңызды өзекті мәселелердің бірі фосфатты шикізаттардың кедей қорларын өндірістік қолданысқа ендіру мүмкіндіктерін анықтау. Бұл мақсатта оларды байытудың технологиялық шешімдерін іздестіріп, тауып, қолданысқа ендіру қажет. Қазіргі кезде қолданыстан тыс қалған төменсұрыпты фосфориттердің қоры шамамен 20 млн. т. құрайды. Қазіргі кезде қолданыстағы фосфорит кен орындарының сарқылуы, олардың құрамындағы негізгі көрсеткіштің төмен

және орта деңгейде болуы отандық тау-кен шикізаты мен олардан өндірілетін өнімдердің әлемдік нарықта сұраныстың төмендеуі салдарынан оларды байытудың тиімді әдісін әзірлеу Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 13 тамыздағы №1042 Қаулысымен бекітілген «Қазақстан Республикасының геология саласын дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасының» [1] мақсатты міндеттеріне сәйкес келеді.

Осы орайда, жарамдылығы төмен фосфорит шикізаттары мен қалдықтарды байытудың жаңа, оңтайлы технологиялық, экономикалық тиімді, экологиялық қауіпсіз мүмкіндіктерін анықтап, алынған нәтижелерді қолданысқа ендіру «Қазақстан-2050» даму стратегиясының мақсатты мазмұнына сай келетін өзекті мәселе болып табылады.

Ғылыми-зерттеу жұмысының жоспармен байланысы. Диссертациялық жұмыс М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, «Бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» кафедрасының 2016-2020 жж. арналған Б-16-02-03 «Шикізатты байытудың және өнеркәсіптің әртүрлі салаларының табиғи кен-минералдық ресурстары мен техногендік қалдықтарынан бейорганикалық қосылыстар синтезі өнімдерін алудың баламалы-инновациялық технологияларын жасау жөніндегі зерттеулер» және 2021-2025 жж. арналған ҒЗЖ-21-03-02 «Бейорганикалық өнімдерді, экологиялық қауіпсіз тыңайтқыштарды және минералдық шикізат пен техногендік қалдықтар негізінде өсімдіктердің өсуін ынталандырғыштарды алудың жаңа перспективалы технологияларын әзірлеу және дәстүрлі технологияларын жетілдіру» ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспары аясында орындалған.

Зерттеу жұмысының нысандары. Жаңатас кен орнының фосфат-кремнийлі қатпар тастары, Ақжар және Шилісай кен орнының төменсұрыпты фосфориттері; байытылған фосфатты концентраттар, байытудан түзілген жанама өнімдер.

Зерттеу әдістері. Химиялық талдау жүргізуде фотометриялық, гравиметриялық және титриметриялық зерттеу әдістері қолданылды. Үлгілердің элементтік-салмақтық анықтауда кескінді электронды микроскобы қолданылды. Минералогиялық құрамын анықтау металлографиялық микроскопта орындалды, ал инфрақызыл спектроскопия ИК-Фурье аспабында жүргізілді. Рентген-дифракциялақ талдау Қ.Сәтпаев атындағы ҚазҰТЗУ құрамына енетін Металлургия және кен байыту институты базасындағы Bruker D8 диффрактометрінде (Германия) жүзеге асырылды. Төменсұрыпты фосфориттерді сірке қышқылымен байыту үрдістерінің термодинамикалық талдауы заманауи, көп функционалды, максималды энтропия және Гиббс энергиясын минимизациялау принципіне негізделген HSC 9.3 бағдарламалық кешені қолданылды. Алынған тәжірибелік деректердің статистикалық және математикалық өңдеуі Статистика Онлайн қолданбасында жүргізілді.

Зерттеудің мақсаты және міндеттері. Фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты (Ақжар, Шилісай фосфориттері) мен қалдықтарының (фосфат-кремнийлі қатпар тастар) құрамындағы фосфор

бестотығы (P_2O_5) бойынша сірке қышқылының көмегімен байытудың ғылыми негізделген технологиясын жасау.

Мақсатқа жету үшін келесі ғылыми міндеттер шешілді:

– белгілі ғылыми жарияланымдар мен патенттік ізденістер негізінде төменсұрыпты фосфат шикізатын байытудың әдістері мен тәсілдеріне талдау жасау;

– химиялық талдау, элементтік-салмақтық, ИК-спектроскопиялық, рентген-дифракциялық және минералогиялық талдау негізінде Жаңатас кен орнының фосфат-кремнийлі қатпар тастары, Ақжар және Шилісай кен орнының төменсұрыпты фосфориттерінің заттық құрамын анықтау;

– фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын сірке қышқылының көмегімен байыту үрдістерінің химизмін зерттеу және термодинамикалық негіздеу;

– байыту үрдістерінің оңтайлы режимдік көрсеткіштерін анықтау, осында орын алатын үрдістердің кинетикасын зерттеу, тәжірибелік деректерді статистикалық және математикалық өңдеу;

– байытылған концентраттардың және жанама өнімдердің физикалық-химиялық қасиеттерін сипаттау, жарамдылығын бағалау;

– фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын сірке қышқылының көмегімен байыту үрдістерінен қалған ацетатты ерітінділерді регенерациялау үрдісін зерттеу, оңтайлы режимдік көрсеткіштерін анықтау;

– байыту үрдісінің принципіалдық сызбанұсқасын әзірлеу, техника-экономикалық негізделуін жүргізу;

– фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын сірке қышқылының көмегімен байыту технологиясын әзірлеу.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы:

– алғашқы рет фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты (Ақжар, Шилісай фосфориттері) мен қалдықтарын (фосфат-кремнийлі қатпар тастар) сірке қышқылының көмегімен байыту үрдісінің заңдылықтары орнатылды;

– байыту үрдісінде температура мен уақытта көрсеткіштерін арттырған сайын реакция жылдамдығының 2-3 есеге төмендеуі анықталды. Себебі, фосфат шикізаты құрамындағы карбонаттар мен сірке қышқылының әрекеттесуі нәтижесінде қойыртпақта түзілетін ацетат тұздары зерттелуші үрдіске айтарлықтай диффузиялық кедергі келтіреді. Фосфат шикізатын сіркеқышқылды байыту үрдісінің есептелген «болжамды» белсендіру энергиясы үш шикізат түрі үшін сәйкесінше 24,5 кДж/моль, 19,7 кДж/моль және 23,3 кДж/моль тең, сондай-ақ көрсетілген мәндер негізінде зерттелуші үрдістің сыртқы диффузиялық аймақта орын алатындығы анықталды;

– фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты (Ақжар, Шилісай фосфориттері) мен қалдықтарын (фосфат-кремнийлі қатпар тастар) сірке қышқылының көмегімен байыту үрдістерінің химизмі орнатылды және термодинамикалық негізделді;

Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар:

- Жаңатас кен орнының фосфат-кремнийлі қатпар тастары, Ақжар және Шилісай кен орнының төменсұрыпты фосфориттерінің заттық құрамы;
- фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты (Ақжар, Шилісай фосфориттері) мен қалдықтарын (фосфат-кремнийлі қатпар тастар) сірке қышқылының көмегімен байыту үрдістерінің химизмі және термодинамикалық талдау нәтижелері;
- байыту үрдістерінің анықталған оңтайлы режимдік көрсеткіштері, осында орын алатын үрдістердің кинетикасы, тәжірибелік деректерді статистикалық және математикалық өңдеу нәтижелері;
- байыту үрдісінің әзірленген принципіалдық сызбанұсқасы, техника-экономикалық негізделуі;
- байытылған концентраттардың және жанама өнімдердің зерттелген физикалық-химиялық қасиеттері, жарамдылығын бағалауы;
- фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын сірке қышқылының көмегімен байыту үрдістерінен қалған ацетатты ерітінділерді регенерациялау үрдісінің химизмі, анықталған оңтайлы режимдік көрсеткіштері.

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы.

- Жаңатас кен орнының фосфат-кремнийлі қатпар тастары, Ақжар және Шилісай кен орнының төменсұрыпты фосфориттерін сірке қышқылының көмегімен байытудың экономикалық тиімді технологиясы әзірленді.
- байыту үрдісі төмен температура мен қысқа уақыт аралығында жүргізілетіндігі анықталды;
- байыту нәтижесінде алынған концентраттардың жарамдылығын бағалау барысында оларды фосфор өндірісінде қолдану мүмкіндігі анықталды;
- байыту үрдісінен қалған өнімдерді кәдеге жарату, регенерациялау үрдістерінің мүмкін екендігі де зерттелді;
- жүргізілген зерттеулер нәтижесінде пайдалы модельге патент алынған.

Сенімділік дәрежесі және нәтижелер апробациясы.

Алынған нәтижелердің сенімділігі заманауи зертханалық құрылғылар мен жабдықтарды, зерттеулерді жүргізудің апробацияланған әдістерін қолдану, сондай-ақ тәжірибелік деректерді статистикалық өңдеу әдістерін пайдаланумен расталады. Фосфор саласының жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтарын сірке қышқылының көмегімен байыту үрдісінің апробациясы «ҚазФосфат» ЖШС Жамбыл филиалы (ЖЖФЗ) зерттеу-ізвестіру зертханасында жүргізілген тәжірибелік-зертханалық сынақтар түрінде жүргізілді.

Жұмыс тақырыбы бойынша жарияланымдар.

Web of Science/Scopus деректер базасына енетін журналдарда жарияланған ғылыми мақалалар:

1. Beneficiation of phosphate-siliceous slates via acetic acid // International Journal of Chemical Reactor Engineering (De Gruyter). – 2021. – Vol. 19, №11. – P. 1187-1195.

2. Review of methods and technologies for the enrichment of low-grade phosphorites // *Reviews in Inorganic Chemistry*. – 2022.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласындағы бақылау комитетінің тізбесіне енетін басылымдарда жарияланған ғылыми мақалалар:

1. Қаратау фосфориттерінің жарамдылығы төмен шикізаты мен қалдықтары өндірістік тауарлы шикізат ретінде // Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Хабаршысы. – 2020. – №1(137). – Б. 664-668.

2. Review of methods for enrichment of phosphate raw materials in the world // *Bulletin of the Karaganda University, Chemistry Series*. – 2020. – №2(98). – P. 92-96.

3. Recovery of used acetic acid via sulfuric acid // *Bulletin of the Karaganda University, Chemistry Series*. – 2020. - №4(104). – P. 149-162.

Конференция еңбектерінде:

1. Resource Indicators of Phosphate Raw Materials in the World // *Proceeding VII International Conference «Industrial Technologies and Engineering» (ICITE – 2021) (Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan University, 2021. – 10-11 November 10-11. – Vol. 1. – P. 60-62.*

Диссертация құрылымы мен көлемі.

Диссертациялық жұмыс 137 беттен, соның ішінде 4 бөлімнен, 61 сурет пен 60 кестеден, 154 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен, 4 қосымшадан тұрады.