

Код МРНТИ 52.47.29

Д.М. Жантасова, *К.Т. Жантасов, Р.Р. Якубова, Р.А. Исаева
М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті (Шымкент қ., Қазақстан)

МАҚСАТТЫ ӨНІМ АЛУ ҮШІН ТАБИҒИ-ТЕХНОГЕНДІК ШИКІЗАТ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЭЛЕМЕНТТІК ЖӘНЕ ОКСИДТІК ҚҰРАМДАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. 2024 жылғы 01 шілдедегі №648/24-ЕКЛ шартына сәйкес «Қазфосфат» ЖШС мен «М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КЕАК арасында фосфогипсті табиғи фосфориттерді байыту процесінің қалдықтарына жатқызу бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді. Экстракциялық фосфор қышқылын алу кезінде минералогиялық және гранулометриялық сипаттамалары және алюминий өндірісінің қалдықтары бойынша мәліметтер берілген. Мұның бәрі мақсатты өнімдерді – түсті металдарды, бейорганикалық тұздарды және табиғи ресурстарды кәдеге жаратудың инновациялық технологияларын әзірлеуге бағытталған. Күкірт қышқылын алу жолымен, сондай-ақ алюминий өндірісінің қалдықтары Алматы қ. «Цельсим» ЖШС-де және «М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті» КЕАК-те алу жүргізілді.

Түйінді сөздер: шикізат, химиялық құрам, техногендік қалдықтар, кәдеге жарату, қайта өңдеу, металдар, нысаналы өнімдер, экология, құрылыс материалдары.

Study of elemental and oxide compositions of natural and man-made raw materials resources to obtain target products

Abstract. In accordance with the agreement No. 648/24-ECL dated July 01, 2024, research work was carried out between Kazphosphate LLP and Non-profit limited Company «South Kazakhstan University named after M. Auezov» on the attribution of phosphogypsum to the waste of the enrichment process of natural phosphorites. Data on mineralogical and granulometric characteristics and waste from aluminum production are given in the extraction of phosphoric acid by extraction. All this is aimed at the development of innovative technologies for the disposal of Target products – non-ferrous metals, inorganic salts and Natural Resources. Extraction of sulfuric acid, as well as waste from aluminum production, was carried out in LLP «Celsim» in Almaty and Non-profit limited Company «South Kazakhstan University named after M. Auezov».

Key words: raw materials, chemical composition, man-made waste, disposal, processing, metals, target products, ecology, building materials.

Исследование элементных и оксидных составов природно-техногенных сырьевых ресурсов для получения целевой продукции

Аннотация. В соответствии с договором №648/24-ЕКЛ от 01 июля 2024 года между ТОО «Казфосфат» и НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» проведены научно-исследовательские работы по отнесению фосфогипса к остаткам процесса обогащения природных фосфоритов. Приведены сведения по минералогическим и гранулометрическим характеристикам и остаткам производства алюминия при экстракционной фосфорной кислоте. Все это направлено на разработку инновационных технологий утилизации целевых продуктов – цветных металлов, неорганических солей и природных ресурсов. Получение серной кислоты, а также отходов алюминиевого производства произведено в ТОО «Цельсим» г. Алматы и НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова».

Ключевые слова: сырье, химический состав, техногенные отходы, утилизация, переработка, металлы, целевые продукты, экология, строительные материалы.

Кіріспе

Адам мен әлемдік қауымдастықтың әл-ауқаты қоршаған ортаның фаунасы мен флорасына зиян келтіретін көптеген факторлар мен экологиялық аспектілерге байланысты.

Қазіргі заман жағдайында әлемдік кеңістіктің барлық тенденциялары табиғи және қайталама техногендік ресурстарды кешенді және қалдықсыз қайта өңдеу қажеттілігімен тығыз байланысты. Бұл көп тонналық өнеркәсіптік қалдықтарды инновациялық технологиялар бойынша экологиялық таза өнімдерге кәдеге жаратуға және қайта өңдеуге әкеп соғады.

Қайталама техногендік қалдықтарды кәдеге жарату мен қайта өңдеудің геоэкологиялық проблемалары Қоршаған ортаны қорғаумен ғана емес, өнеркәсіптік өңірлердің тікелей экономикалық дамуымен де байланысты. Сонымен қатар, өндірістің техногендік қалдықтарының пайда болуы табиғи ресурстарды ұтымсыз пайдаланудың көрсеткіші болып табылады, олардың көптеген қорлары сарқылу алдында тұр.

Осыған байланысты өнеркәсіптік қалдықтарды оңалту тек табиғи-ресурстық қана емес, сонымен қатар табиғатты қорғау, геоэкологиялық және экономикалық міндет ретінде де өзекті болып табылады. Сондықтан қалдықтарды уақтылы кәдеге жарату және қайта өңдеу өндіріс тиімділігін арттыру және қайталама техногендік шикізатқа ұқыпты қарау құралы болып табылады, сонымен қатар биосферадағы тепе-теңдікті қалпына келтірудің табиғи және міндетті шарты болып табылады.

Қазақстан Республикасында түрлі өңірлік және Мемлекеттік бағдарламалар жұмыс істейді, олардың негізгі

мақсаты елдің тұрақты даму жағдайларын қамтамасыз ету болып табылады. Нормативтік, жаратылыстану және технологиялық базаны құру экономиканың барлық деңгейлерінде қалдықтармен жұмыс істеу саласындағы мемлекеттік саясатты қамтамасыз етеді. Бұл техногендік қалдықтармен қоршаған ортаның ластануын азайтуға және жоюға, экожүйеге жүктемені азайтуға, олардың экологиялық-экономикалық тұрақтылығын арттыруға, сондай-ақ техногендік қайталама шикізат ресурстарын шаруашылық айналымға барынша тарту есебінен табиғи ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер

Инновациялық процестің перспективалық бағыттарының бірі Өңірлік өнеркәсіптік кешендер жағдайында техногендік қалдықтарды толық өңдеу болып табылады. Ол қалдықтардан тапшы құрылыс материалдарын, таза оксидтер түріндегі металдарды, асыл, түсті және сирек металдарды, радиоактивті заттарды және жоғары пайдалану қасиеттері бар басқа элементтерді қалпына келтіруді және алуды қамтиды. Бұл стратегияны іске асыру техногендік қалдықтардың едәуір миллиондаған көлемдері жинақталған елдің шикізат қауіпсіздігі мәселесін бір мезгілде шеше отырып, бастапқы табиғи ресурстарды тұтынуды 30%-ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

Мысалы, Қаратау бассейнінің әртүрлі кен орындарындағы фосфориттердің минералогиялық және химиялық құрамдарының ерекшеліктері оларды минералды тыңайтқыштар немесе техникалық тұздар алына-

тын фосфор қышқылына өңдеу тәсілдерін алдын ала анықтайды [1–3].

Іс жүзінде фосфориттегі P_2O_5 құрамына байланысты фосфориттерді өңдеудің екі әдісі бар – химиялық және электротермиялық.

Экстракциялық фосфор қышқылын алудың химиялық әдісімен құрамында кемінде 24,5% P_2O_5 және шамамен 2% MgO бар кенді ұсақ ұнтақталған фосфорит кенін күкірт қышқылымен шаймалау арқылы ұсынылған жиынтық реакциядан төмен өңдеу жүргізіледі:



Каратау бассейнінің фосфориттерінде кальций фосфатынан басқа күкірт қышқылымен оңай ыдырайтын кварцит, алюмосиликат және глауконит дәндері бар.

Фосфорит ұнының элементтік құрамы 1-кестеде келтірілген.

Фосфорит ұнының химиялық құрамы бойынша жүргізілген зерттеулерге сәйкес, рентген-флуоресцентті талдауға сәйкес, ол толығымен дерлік сао, P_2O_5 , SiO_2 -ден тұрады, аз мөлшерде Fe_2O_3 , MgO , F , Al_2O_3 , SO_3 және K_2O қоспалар түрінде ұсынылған.

Сонымен қатар, фосфорит рудасында карбонаттар мен кремнийде магний карбонаттарының болуы күкірт қышқылының шығынын арттырады.

Шаймалау процесінде түзілетін магний сульфаты мен фосфаты фосфор қышқылының ерітіндісін айтарлықтай ластайды және оның белсенділігін төмендетеді. Сонымен қатар, магний фосфогипстің кристалдану процесіне айтарлықтай әсер етеді және бөлінетін кальций сульфаты кристалдарының мөлшерінің азаюына әкеледі [2].

Газ фазасына шығатын газдармен тасымалданатын фтор қосылыстары сумен сіңіп, H_2SiF_6 түзеді:



Фосфор қышқылының ерітіндісінде бар бір жарым темір мен алюминий оксидтері экстракция процесіне де әсер етеді, күкірт қышқылының шығынын арттырады және фосфор қышқылының сұйық фазаға шығуын азайтады. Алынған фосфор қышқылының құрамында 32% дейін P_2O_5 .

«Минералды тыңайтқыштар зауыты» ЖШС-нің 50 жылдан астам жұмысында өнеркәсіптік аймақтың экологиялық жағдайын бұзатын миллиондаған тонна фосфогипс жинақталған. Олардың құрамында әртүрлі түсті және сілтілі жер металдары, сондай-ақ өсімдіктердегі метоболизация процесіне өте қажет микроэлементтер бар.

2-кестеде фосфогипстің оксидтік, ал 3-кестеде фосфогипстің элементтік құрамы көрсетілген.

Фосфорит ұнының элементтік құрамы

Elemental composition of phosphorite flour

Элементный состав фосфоритовой муки

Кесте 1

Table 1

Таблица 1

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)									
	O	Ca	P	Si	Al	S	Fe	Mg	F	K
Фосфорит ұны	41,87	29,67	12,29	8,80	1,14	0,33	1,29	1,82	2,09	0,71

Фосфогипстің оксидтік құрамы

Oxide composition of phosphogypsum

Оксидный состав фосфогипса

Кесте 2

Table 2

Таблица 2

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)									
	SG ₃	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	TiO ₂	F
Фосфогипс	47,32	31,92	17,6	0,24	0,19	0,23	0,77	0,75	0,21	0,75

Фосфогипстің элементтік құрамы

Elemental composition of phosphogypsum

Элементный состав фосфогипса

Кесте 3

Table 3

Таблица 3

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)										
	θ	Si	Fe	P	Al	S	Ti	Mg	Ca	K	F
Фосфогипс	51,03	0,79	0,18	0,32	0,38	17,82	0,12	0,11	21,37	18	0,72

Нәтижелер және талқылау

Фосфогипсті физика-химиялық зерттеу нәтижесінде гипс түзетін негізгі оксидтер SO_3 (47,32%) және CaO (31,92%) екендігі анықталды. Кремний диоксиді, SiO_2 (17,6%) және Fe_2O_3 , MgO , K_2O , P_2O_5 , Al_2O_3 , TiO_2 қосылыстары қоспа оксидтері мен микроэлементтер болып табылады.

Сондықтан тұтқыр заттарды өндіруде әртүрлі салалардағы арзан техногендік қалдықтарды ұтымды пайдалану мәселесі көптеген ғалымдар мен практиктердің назарын көптен бері аударып келеді.

Ұзақ уақыт бойы тұтқыр материалдарды алу үшін классикалық табиғи шикізат пен шлак, әртүрлі өндірістердің жанама өнімі қолданылды.

XXI ғасырдың басталуымен материалтану ғалымдарының көпшілігі көптеген тоннажды техногендік шлам қалдықтарына назар аударды. Бұл жағдай жаңа құрылыс материалдарын шығаруды кеңейтуге және олардың құнын едәуір төмендетуге ықпал етеді.

Шламдар мен жартылай құрғақ ұнтақ өнімдері химия өнеркәсібінің фосфор қосалқы өнеркәсібіндегі және алюминий өндірісіндегі көптеген өндірістік процестердің ажырамас бөлігі болып табылады.

Шламның химиялық құрамы шығу көзіне байланысты әр түрлі болуы мүмкін.

Шламдардың пайда болуының негізгі көздеріне тау-кен өнеркәсібі, мұнай өндіру және мұнай өңдеу, металлургия, химия өнеркәсібі, сондай-ақ энергетика жатады. Бұл салаларда шикізатты өндіру, тасымалдау және өңдеу процестері жүреді, нәтижесінде шламдар пайда болады [4–7].

Фосфориттерді электротермиялық әдіспен өңдеудің екінші әдісі құрамында 20–23% P_2O_5 бар фосфориттерді өңдеуге жарамды, элементтік сары фосфор алынады және оның негізінде таза, қоспасыз термиялық фосфор қышқылы бар [3–5].

Электротермиялық әдіспен алынған электротермофосфор шлактары цемент өндірісінде толығымен дерлік сатылады кремний және кальций құрамында қоспа бар [3].

Алюминий өндірісінде қызыл шлам пайда болады – Байер және Байер-агломерация әдістерімен алюминий тотығын өндіру кезінде қалдық ретінде жиналатын жұқа дисперсті, сұйық пластикалық материал. Бокситтерді Байер әдісімен гидрохимиялық өңдеудің қызыл шламдарында галлий, титан, цирконий және скандий сияқты сирек кездесетін элементтер бар [5–11].

Мазмұны бастапқы массаның 5%-на дейін жететін сирек жер элементтері (RSE) және қалдық сілтілер ($NaOH$, KOH) өндіріске қатысуы мүмкін. Сондықтан, қызыл шламнан P3Э карбонатты шаймалаудың ұсынылған әдісі оны өңдеу процесінде және ресурстарды тиімді үнемдеу үшін сілтілі ерітіндіні карбонизациялау процесінде. Мұндай карбонатты шаймалау және карбонизация процесінің қосымша артықшылығы-негізінен көмірқышқыл газымен ұсынылған қалдық газдарды пайдалану. Қызыл шламды карбонатты шаймалау кезінде титанның 30%-на дейін және цирконийдің 50%-на дейін, сондай-ақ жеке концентраттарға бөлініп, өтімді өнімдерге өңделетін бірқатар бағалы металдарды алуға болады [5, 10–11].

Өнеркәсіптік сапа алюминий құрамында кендер олардың құрамындағы глинозем мөлшері, сипаты және қоспалар жиынтығы бойынша бағаланады.

Металдың негізгі көзі-боксит жоғары отқа төзімді өнімдерді өндіруге кетеді, мысалы, жасанды корунд. Шөгінді тау жыныстарында глинозем гидраттары (35–70%), кремний, безді және басқа оксидтер араласады.

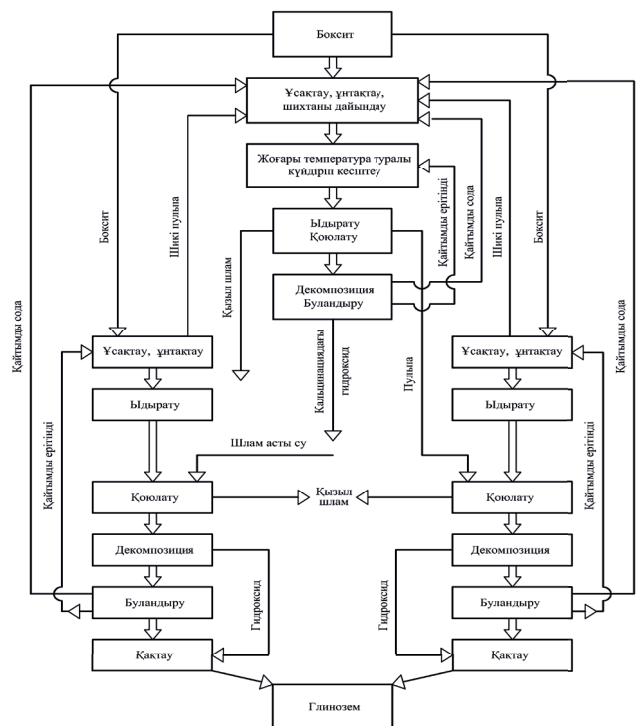
Алюминийдің өнеркәсіптік өндірісінде боксит кені шикі түрінде қолданылады. Әлемдік нарықта олар боксит пен алюминий тотығымен сауда жасайды.

ТМД елдерінде боксит кен орындары бар аумақтардың таралуы біркелкі емес. Орал кен орындары айтарлықтай таралу көлеміне ие, Батыс Қазақстан мен ТМД-ның еуропалық аймағы боксит кендерінің кен орындарының сәл аз аудандарына ие.

Алюминий өнеркәсібі боксит кенін өндіру, алюминий тотығын өндіру және алюминийді балқыту объектілерінің аумақтық қашықтығымен сипатталады.

Ресейде бокситтер 10 маркаға бөлінеді, олар глинозем құрамы мен кремний Модулінің көлемімен (зиянды қоспа) ерекшеленеді.

Өнеркәсіптік өндірісте қолданылатын алюминий тотығын алу әдістері 3 бағытқа бөлінеді: қышқыл, электротермиялық және сілтілі, олардың ішінде сілтілік әдіс ең көп қолданылады [5, 10].



Сурет 1. Павлодар алюминий комбинатының Айт бокситтерінен алюминий тотығын өндірудің технологиялық схемасы.

Figure 1. Technological scheme for the production of alumina from Ayet bauxites of Pavlodar aluminum combine.

Рис. 1. Технологическая схема производства оксида алюминия из бокситов Айт Павлодарского алюминиевого комбината.

Алюминий тотығын өндірудің кейбір әдістері бокситті 1000 °С дейін қыздырғанда сусыздандыруды, салқындатуды, шар диірменінде ұнтақтауды, сода мен бормен араластыруды, сондай-ақ агломерацияны қамтиды. Натрий алюминатын алу үшін масса ұсақталады, сумен шайылады және натрий алюминатының ерітіндісі алынады.

Басқа сілтілі әдістермен бокситтен алынған глинозем сулы ерітінді алу үшін кенді сілтімен өңдеу арқылы байланысады [5, 10–12].

Алынған сулы ерітінді тұндырғыштағы қоспалардан бөлінеді және келесі кезеңде натрий алюминаты, берілген қысым мен температурада қосылады. Содан кейін сұйықтық кремнийден тазартылады және кристалды алюминий гидроксиді түскенге дейін көмірқышқыл газымен өңделеді. Тұнба жуылады, кептіріледі және қыздырылады, содан кейін 1-суретте көрсетілген технологиялық схемаға сәйкес алюминий тотығы алынады.

4 және 5-кестеде алюминий комбинатының мамандары ұсынған бокситтердің, күл қожының және көміртек-тің безді құмарының гранулометриялық және химиялық құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Олардың құрамы М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің зертханасында жүргізілген.

Без құмарындағы глинозем гиббист, каолинит түрінде кездеседі және ішінара құрамында темір бар қосылыстарда – гетит, гематит және сидеритте таралады.

Бокситтегі темір қосылыстарының фазалық құрамы гематит, сидерит және ішінара гетитпен ұсынылған 6-кесте.

7, 8 және 9-кестелерде «М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан зерттеу университетінде» өткізілген темір бокситті шлам, күл қожы және көміртек сынамаларының элементтік және салмақтық құрамдарының талдаулары көрсетілген.

4–7 кестелерде көрсетілген мәліметтерді талдау нәтижесінде өндірістік аймақтардың экологиясын жақсарту және адам тіршілігінің қауіпсіздігін жоғарлату мақсатында қалдықтардан сирек кездесетін түрлі түсті элементтерді өңдеп алу мүмкіндігі бар екендігі анықталды. Бұл – ғылыми зерттеу нәтижелерін алуға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Алдын ала зерттеу нәтижесінде мыналар анықталды:

1. Фосфорит ұнындағы элементтік фосфордың мөлшері шамамен 12,3%, ал фосфогипстеги қалдық фосфор 0,32% құрайды.

Кесте 4

Безді құмардың гранулометриялық және химиялық құрамы

Table 4

Granulometric and chemical composition of glandular sands

Таблица 4

Гранулометрический и химический состав железистых песков

Атауы	Гранулометриялық құрамы (%)						
	(+5) мм	(-5+3) мм	(-3+1) мм	(-1+0,63) мм	(-0,63+0,25) мм	(-0,25+0,15) мм	(-0,15) мм
Безді құмар	0,2–1,0	0,8–2,3	12–20	13–20	27–35	8–12	30–35
	Химиялық құрамы (%)						
	<i>Na₂O</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>	<i>CaO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>SO₃</i>	<i>CO₂</i>
	0,3–0,7	15–17	6,5–7	4,5–5,5	53–60	2–3	6,5–10,5

Кесте 5

Фракциялар бойынша безді құмардың химиялық құрамы

Table 5

Chemical composition of glandular sands by fractions

Таблица 5

Химический состав железистых песков по фракциям

Фракция, мм	Фракцияның құрамы, %	Құрамы (%)							
		<i>Na₂O</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>SiO₂</i>	<i>CaO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>SO₃</i>	<i>CO₂</i>	<i>FeO</i>
(+5)	0,26	1,1	31,6	8,5	5,1	25,1	-	4,0	3,8
(-5+3)	3,05	0,76	33,0	6,4	5,2	26,2	1,64	7,21	6,6
(-3+1)	23,98	0,74	28,6	6,8	5,3	34,2	2,23	9,03	9,0
(-1+0,63)	17,43	0,91	22,1	7,1	5,7	41,3	2,22	10,29	10,6
(-0,63+0,25)	29,1	1,12	15,3	7,9	5,6	49,6	2,0	10,10	10,6
(0,25+0,15)	10,95	1,06	11,8	9,3	4,1	58,0	1,80	5,25	6,3
(-0,15)	14,25	0,79	10,0	6,5	2,6	67,9	2,0	2,48	3,2

Кесте 6

Безді құмдардың фазалық құрамы

Table 6

Phase composition of glandular sands

Таблица 6

Фазовый состав железистых песков

Құмның құрамына кіретін минералдар (%)							
Каолинит	Гиббсит	Гетит	Анатаз	Кварц	Сидерит	Гематит	Кальцит
9–14	13–18	2,7–3,4	2,3–2,7	1,3–2,2	10–15	39–47	3–5

Кесте 7

Темір боксит шламының химиялық құрамы

Table 7

Chemical composition of iron bauxite sludge

Таблица 7

Химический состав шлама железного боксита

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)								
	C	O	Na	Al	Si	S	Ca	Ti	Fe
Темір боксит шламы	7,54	43,55	1,80	2,30	5,28	0,27	21,01	1,05	17,21

Кесте 8

Күл қожының химиялық құрамы

Table 8

Chemical composition of fly ash

Таблица 8

Химический состав летучей золы

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)										
	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe
Күл қожы	21,02	45,47	0,41	0,16	10,19	17,71	0,22	0,41	0,64	0,64	3,14

Кесте 9

Көміртектің химиялық құрамы

Таблица 9

Химический состав углерода

Table 9

Chemical composition of carbon

Сынаманың атауы	Сынаманың құрамындағы элементтердің атауы (%)									
	C	O	F	Na	Al	S	K	Ca	Fe	Na
Көмір	71,83	5,27	13,85	2,74	2,15	1,50	0,19	0,72	0,89	0,85

2. Фосфогипстің құрамында металдар мен сілтілі жер металдары және олардың оксидтері бар: кремний, темір, алюминий, кальций, магний, титан, калий – минералды немесе органоминералды тыңайтқыштардың құрамында қолдануға болатын микроэлементтер. Фосфогипстеги Фтор тазартуды қажет етеді.

3. Фосфогипс, оның құрамында алюминий силикаттары мен кальций силикат қоспаларының едәуір болуына байланысты, құрылыс индустриясында тұтқыр материалдарды өндіруде қолданыла алады.

4. Қызыл шламның, атап айтқанда, боксит құмының темірінің химиялық құрамын талдау нәтижелері бойынша минералды тыңайтқыштар өндірісінде немесе құрылыс индустриясында тұтқыр ретінде қолдануға болатын фосфогипс сияқты элементтердің болуы анықталды.

5. Электрондық микроскоп ерітіндісінде жүргізілген боксит құмының, күл қожының және көміртектің элементтік талдауы алюминий өндірісінің бұл қалдықтарын органико-минералды тыңайтқыштарды алу кезінде

қолдануға болатындығын анықтауға мүмкіндік береді. фосфорит ұнымен, фосфогиппен және қызыл шламмен белгілі бір қатынас. Негізгі компоненттен басқа тыңайтқыштардың құрамындағы микроэлементтер, натрий,

калий және құрамында көміртегі бар заттар сулы ортада егіс алқаптарын суару кезінде сілтілі металдармен химиялық реакцияларға түседі және өсімдіктерді метоблизациялау үшін өте қажет гуматтарды шығарады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қаратау фосфориттерін қайта өңдеу. Позина М.Е., Кобылева Б.А., Белова В.Н., Ершова В.А. редакциямен. Л.: Химия, 1975. 272 б. (орыс тілінде)
2. Б.А. Кобылев. Фосфор қышқылын алу технологиясы. 2-ші басылым. Қайта өңдеу: Л.: Химия, 1981. 224 б. (орыс тілінде)
3. Жантасов К.Т., Айбалаева К.Д., Франгулиди Л.Х. және т.б. Сары фосфор өндірісінің технологиялық жабдықталуы: Оқулық, басылым: Алматы: Эверо, 2014. 444 б. (орыс тілінде)
4. «Қазфосфат» ЖШС мен «Фосфогипсті табиғи фосфориттерді байыту процесінің қалдықтарына жатқызу бойынша теориялық-талдамалық және эксперименттік зерттеулер» ФЗЖ туралы есебі, УДК: 661.632.1., 541.1:661.2/.6:631.8 (07). Тақырыптың жетекшісі т.ғ.д., профессор Жантасов К.Т., Шымкент, 2024. 83 б. (орыс тілінде)
5. Юкай З., Ченглонг З. Амфотерлі металдардың қауіпті қалдықтары және мырыш пен қорғасынның гидрометаллургиялық процестері. Кітапта: Ластануды бақылау және амфотерлі металдардың қауіпті қалдықтарының сілтілі гидрометаллургиясы үшін ресурстарды қайта пайдалану. 2017. Шығ. 18. Б. 1–11 (ағылшын тілінде)
6. Дилуэй К. Азаматтық құрылыста геотехникалық материал ретінде пайдалану үшін Қызыл шламның сипаттамалық қасиеттерін бағалау // Халықаралық инженерлік және технологиялық жетістіктер журналы. 2014. Т. 7. № 3. Б. 1053–1059 (ағылшын тілінде)
7. Абрамов А.А. Қатты пайдалы қазбаларды өңдеу байыту және кешенді пайдалану: оқу. 2 т. М.: ММТУ, 2004 (орыс тілінде)
8. Эсетлили Б.Ч., Япрак Г., Анач Д. Тыңайтқыштардың табиғи радиоактивтілігі Түркияның Эге аймағының ауылшаруашылық жерлерінде кеңінен қолданылады // Фресениус Экологиялық Бюллетені. 2015. Шығ. 24. Б. 2837–2842 (ағылшын тілінде)
9. Сабирзянов Н.А., Яценко С.П. Бокситтерді кешенді өңдеудің гидрохимиялық әдістері: Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 386 б. (орыс тілінде)
10. Антрекович Дж., Штайнлехнер С. Құрамында мырыш, қорғасын және мыс бар жанана өнімдерді тиімді пайдалану. Кітапта: Минералдар, металдар және материалдар сериясы: Чам: Спрингер, 2019. Б. 243–249 (ағылшын тілінде)
11. Тамақ қалдықтарынан түзілетін органикалық қышқылды сұйықтықты пайдаланып ластанған топырақтан ауыр металдарды қалпына келтіру: Cd, Cu және Zn жою және топырақ құнарлығын арттыру / Дай С. [және т. б.] // Қоршаған ортаға әсері. 2017. Т. 18. Шығ. 24. Б. 15260–15269 (ағылшын тілінде)
12. Скандий концентратын алу арқылы глинозем өндірісінің үйінді шламын өңдеу / Пягай И.Н. [және т. б.] // Тау-кен институтының жазбалары. 2016. Т. 218. Б. 225 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Pererabotka fosforitov Karatau. Pod red. Pozina M.E., Konyleva B.A., Belova V.N., Ershova V.A. [Processing of Karatau phosphorites. Edited by Pozina M.E., Konyleva B.A., Belova V.N., Yershova V.A.]. Leningrad: Khimiya, 1975. 272 p. (in Russian)
2. B.A. Kopylev. Tekhnologiya ekstraktsionnoi fosfornoj kisloty. 2-e izd. pererab. [Phosphoric acid extraction technology. 2nd ed. Reprint]. Leningrad: Khimiya, 1981. 224 p. (in Russian)
3. Zhantsov K.T., Aybalayeva K.D., Frangulidi L.H. et al. Tekhnologicheskoe osnashchenie proizvodstva zheltogo fosfora: ucheb. [Technological equipment for the production of yellow phosphorus: textbook]. Almaty: Evero, 2014. 444 p. (in Russian)
4. Otchet o NIR «Teoreticheski-analiticheskie i eksperimental'nye issledovaniya po otneseniyu fosfogipsa k otkhodu protsessy obogashcheniya prirodnikh fosforitov s polucheniem tselevoi produktsii» s TOO «Kazfosfat» [Research report «Theoretical, analytical and experimental studies on the attribution of phosphogypsum to the waste of the process of enriching natural phosphorites to obtain target products» from Kazphosphate LLP], UDC: 661.632.1., 541.1:661.2/.6:631.8 (07). Head of the topic, Doctor of Technical Sciences, Professor K.T. Zhantsov, Shymkent, 2024. 83 p. (in Russian)
5. Yukai Z., Chenglong Z. Hazardous waste of amphoteric metals and hydrometallurgical processes of zinc and lead processing. In book: Pollution control and reuse of resources for alkaline hydrometallurgy of hazardous waste of amphoteric metals, 2017. Vol. 18. 1–11 pp. (in English)

6. Dilway K. Assessment of the characteristic properties of red sludge for possible use as a geotechnical material in civil engineering // *International Journal of Engineering and Technology Achievements*. 2014. V. 7. No. 3. 1053–1059 pp. (in English)
7. Abramov A.A. *Pererabotka obogashchenie i kompleksnoe ispol'zovanie tverdykh poleznykh iskopaemykh: ucheb. v 2 t. [Processing, enrichment and integrated use of solid minerals: textbook: in 2 volumes]*. Moscow: MGTU, 2004 (in Russian)
8. Esetlili B.Ch., Yaprak G., Anach D. Natural radioactivity of fertilizers widely used on agricultural lands of the Ege region in Turkey // *Fresenius Environmental Bulletin*. 2015. Vol. 9. Issue 24. 2837–2842 pp. (in English)
9. Sabirzyanov N.A., Yatsenko S.P. *Gidrokhimicheskie sposoby kompleksnoi pererabotki boksitov [Hydrochemical methods of complex bauxite processing]*. Yekaterinburg: UrO RAN, 2006. 386 p. (in Russian)
10. Antrekowitsch J., Steinlechner S. Efficient utilization of zinc-, lead- and coppercontaining by-products. In book: *The Minerals, Metals & Materials Series: Cham: Springer, 2019. 243–249 pp. (in English)*
11. Reclamation of heavy metals from contaminated soil using organic acid liquid generated from food waste: Removal of Cd, Cu, and Zn, and soil fertility improvement / Dai S. [et al.] // *Environ scipllut Res Int*. 2017. V. 24. Issue 18. 15260–15269 pp. (in English)
12. *Pererabotka otval'nogo shlama gliozemnogo proizvodstva s izvlecheniem skandievogo kontsentrata [Processing of alumina production sludge with the extraction of scandium concentrate]*, / Pyagai I.N. [et al.], *Zapiski Gornogo instituta [Notes of the Mining Institute]*. 2016. V. 218. 225 p. (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Переработка фосфоритов Каратау. Под ред. Позина М.Е., Коньлева Б.А., Белова В.Н., Ершова В.А. Л.: Химия, 1975. 272 с. (на русском языке)*
2. *Копылев Б.А. Технология экстракционный фосфорной кислоты. 2-е изд. перераб.: Л.: Химия, 1981. 224 с. (на русском языке)*
3. *Жантасов К.Т., Айбалаева К.Д., Франгулиди Л.Х. и др. Технологическое оснащение производства желтого фосфора: учеб.: Алматы, Эверо, 2014. 444 с. (на русском языке)*
4. *Отчет о НИР «Теоретически-аналитические и экспериментальные исследования по отнесению фосфогипса к отходу процесса обогащения природных фосфоритов с получением целевой продукции» с ТОО «Казфосфат», УДК:661.632.1., 541.1:661.2/.6:631.8 (07). Рук. темы д.т.н., профессор Жантасов К.Т., Шымкент, 2024, 83 с. (на русском языке)*
5. *Юкай З., Ченглонг З. Опасные отходы амфотерных металлов и гидрометаллургические процессы переработки цинка и свинца. В кн.: Контроль загрязнения и повторное использование ресурсов для щелочной гидрометаллургии опасных отходов амфотерных металлов, 2017. Т. 18. С. 1–11 (на английском языке)*
6. *Дилуэй К. Оценка характерных свойств красного шлама для возможного использования в качестве геотехнического материала в гражданском строительстве // Международный журнал достижений инженерии и технологий. 2014. Т. 7. № 3. С. 1053–1059 (на английском языке)*
7. *Абрамов А.А. Переработка обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учеб. в 2 т. М.: МГТУ, 2004 (на русском языке)*
8. *Эсетлили Б.Ч., Япрак Г., Анач Д. Естественная радиоактивность удобрений, широко используемых на сельскохозяйственных землях региона Эге в Турции // Экологический бюллетень Фрезениуса. 2015. Т. 9. Вып. 24. С. 2837–2842 (на английском языке)*
9. *Сабирзянов Н.А., Яценко С.П. Гидрохимические способы комплексной переработки бокситов: Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 386 с. (на русском языке)*
10. *Антрекович Дж., Штайнлехнер С. Эффективное использование побочных продуктов, содержащих цинк, свинец и медь. В кн.: Серия минералы, металлы и материалы: Чам: Спрингер, 2019. С. 243–249 (на английском языке)*
11. *Извлечение тяжелых металлов из загрязненной почвы с использованием органической кислотной жидкости, полученной из пищевых отходов: удаление Cd, Cu и Zn и улучшение плодородия почвы / Дай С. [и др.] // Воздействие на окружающую среду. 2017. Т. 24. Вып. 18. С. 15260–15269 (на английском языке)*
12. *Переработка отвального шлама глиноземного производства с извлечением скандиевого концентрата / Пягай И.Н. [и др.] // Записки Горного института. 2016. Т. 218. С. 225 (на русском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Жантасов К.Т., т.ғ.д., профессор, ғылыми-зерттеу зертханасының меңгерушісі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), k_zhantasov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2600-1610>

Жантасова Д.М., «Экология» кафедрасының Ph.D докторанты, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), dina_mj74@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2041-5812>

Якубова Р.Р., т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), yarr-57@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1813-1933>

Исаева Р.А., т.ғ.к., «Экология» кафедрасының профессоры, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті КеАҚ (Шымкент қ., Қазақстан), razia_68@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3752-9103>

Information about the authors:

Zhantasov K.T., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Zhantasova D.M., Doctoral student of the Department of Ecology, Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Yakubova R.R., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Isayeva R.A., Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Ecology, Non-profit joint-stock company «M. Auezov South Kazakhstan University» (Shymkent, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Жантасов К.Т., д.т.н., профессор, заведующий научно-исследовательской лаборатории, НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)

Жантасова Д.М., Ph.D докторант кафедры «Экология», НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)

Якубова Р.Р., к.т.н., доцент, НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)

Исаева Р.А., к.т.н., профессор кафедры «Экология», НАО «Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова» (г. Шымкент, Казахстан)



СПТО КРАНЫ
WWW.CRANE-EXPO.RU

17-19 июня 2026
г. Москва, ВДНХ,
57 павильон

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СПТО КРАНЫ

СПЕЦТЕХНИКА И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ