

FTAMP 61.31.41

Д.А. Кулбаева¹ – негізгі автор, | ©
Г.А. Сейтбекова², А. Шолақ³,
А.Н. Нұрлыбаева⁴, Н.С. Мурзакасымова⁵



^{1,5}Магистр, аға оқытушы, ^{2,3}Техн. ғылым. канд., ⁴PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0004-9225-9809> ²<https://orcid.org/0000-0001-7087-7180>

³<https://orcid.org/0000-0001-9904-9979> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-0329-6137>



^{1,2,3,4,5}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан



¹dikush63@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/YXJV4184>

ӨНДІРІС ҚАЛДЫҒЫ ФОСФОГИПСТІ ҚҰРЫЛЫСТА ГИПС БАЙЛАНЫСТЫРУШЫ МАТЕРИАЛ РЕТІНДЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Өндіріс қалдығы фосфогипсті қайта өңдеп кәдеге пайдалану мүмкіншіліктері анықталды. Фосфогипсті пайдалануға байланысты мәселелерді шешу, кейбір жағдайларда, құрамында фосфоры бар тыңайтқыштар өндіретін жана кәсіпорындарды салу және жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарды кеңейту немесе одан әрі пайдалану шарттары қарастырылды. Өндірістегі үйіндіден алынған фосфогипстің химиялық құрамы мен ауыр металдармен фосфогипстің химиялық құрамдары анықталды. «Өндіріс қалдығы фосфогипсті құрылыста гипс байланыстырушы материал ретінде зерттеу және қолдану» тақырыбы бойынша зерттеулер жүргізілді. Фосфогипстен гипс байланыстырушы материалды жасау бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізіліп зерттелінді. Жүргізілген зертхананың, сондай-ақ сыналатын материалдардың, үлгілердің және аспаптардың температурасы талап бойынша сақталынып отырды. Бөлмедегі температура, салыстырмалы ылғалдылықпен тұрақталынып отырды. Өндіріс қалдығы фосфогипсті құрылыс материалдарына пайдалану мүмкіншілігі қарастырылды. Тұтқырдағы металл қоспаларының мөлшерін анықтау және меншікті бетінің ауданын анықтау бекітілген әдістемелік нұсқаулықпен жасалынып анықталды.

Тірек сөздер: фосфогипс, экстракция, пульпация, фосфарит, арбитраж, сынама.



Кулбаева, Д.А. Өндіріс қалдығы фосфогипсті құрылыста гипс байланыстырушы материал ретінде зерттеу [Мәтін] / Д.А. Кулбаева, Г.А. Сейтбекова, А. Шолақ, А.Н. Нұрлыбаева, Н.С. Мурзакасымова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.246-254. <https://doi.org/10.55956/YXJV4184>

Кіріспе. Фосфор қышқылы фосфор тыңайтқыштарын, жемшөп қоспаларын және басқа да фосфор өнімдерін өндірудің негізгі шикізаты болып табылады. Қазіргі уақытта фосфатты тау жынысын дүниежүзілік тұтыну жылына 150 миллион тоннадан асады. Минералды тыңайтқыштар өндірісінде фосфатты жыныстың 85%-ға жуығы пайдаланылады. Фосфорлы тыңайтқыштар технологиясы табиғи фосфатты қышқылмен бөлуге негізделген. Фосфор тыңайтқыштарын алудың ең тиімді жолы – фосфаттарды фосфор қышқылымен өңдеу, өйткені бұл жағдайда концентрлі тыңайтқыштар

алынады. Сондықтан фосфорлы тыңайтқыштарды өндірудің негізгі шикізаты фосфор қышқылы болып табылады. Фосфор қышқылын алудың екі негізгі әдісі бар: экстракция және жылу.

Минералды тыңайтқыштар өндіретін кәсіпорындар ондаған миллион тонна қалдық шығарады. Фосфор минералды өңдеу өнеркәсібі орналасқан Жамбыл облысында қоршаған ортаны ластаушы зат болып табылады.

Фосфогипс «Қазфосфат» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің құрамына кіретін минералды тыңайтқыштар зауытының өндірістік қалдығы екені белгілі. Бүгінде бұл қалдық көлемі 15 миллион тоннаға жеткен. Сонымен қатар, жақында ЭФҚ екінші өндіріс орны ашылды. Бұл фосфогипс қалдығының едәуір екі еселенетінін көрсетеді.

Бүгінгі таңда Қазақстанда және ТМД елдерінде фосфор қышқылдары (ЭФҚ) негізіндегі суда еритін P_2O_5 бар қарапайым және күрделі тыңайтқыштар фосфатты заттарды күкірт қышқылымен экстракциялау арқылы өндіріліп, өңделеді. Алынған кальций сульфаты процесінің температурасына және сұйық фазадағы P_2O_5 концентрациясына байланысты дигидрат, гемигидрат немесе ангидрит түрінде кристалданады.

P_2O_5 есебінен жанама өнім ретінде түзілетін кальций сульфаты дигидрат немесе гемигидрат (ерітілмеген фосфат, жуылмаған фосфор қышқылы, кристалданған P_2O_5) фосфогипс және фосфогемигидрат деп аталады. Дегенмен, тасымалдау, сақтау және пайдалануды ескере отырып, бұл екі өнім көбінесе фосфогипс және құрғақ дигидрат деп аталады.

Фосфогипс – концентрленген, қарапайым және күрделі тыңайтқыштар өнеркәсібінің үлкен және өте ауыр қалдықтары. Кейбір зауыттарда өндірілетін фосфогипс мөлшері өте жоғары деңгейге жетті. Мысалы, «Қазфосфат» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі толық өндірістік қуаттылықпен жылына 2,0 млн тоннаға жуық фосфогипс құрайды. Фосфор тыңайтқыштары өнеркәсібі дамыған сайын фосфор тыңайтқыштарын қолдану көптеген себептерге байланысты маңыздырақ бола түседі:

– фосфогипсті жинау және сақтау жоғары инвестициялық және пайдалану шығындарымен байланысты;

– фосфогипс қорын құру үшін кейде егістікке жарамды үлкен жерлерді тазарту керек. Фосфогипсті полигондарда сақтау немесе сұйылтылған фосфогипс қоспаларын залалсыздандыру және полигондарға дұрыс тастау қоршаған ортаға зиянын тигізеді.

Фосфогипс шөгінділерінің қоршаған ортаға теріс әсері атмосфералық ауаның, жер асты және жер үсті суларының топырақ пен өсімдіктердің токсиканттарымен ластануынан, сондай-ақ жауын-шашын мен эрозиядан туындайды. Осылайша, құрғақ сақтау кезінде (алдын ала бейтараптандырусыз) фосфогипс газ фазасында орта есеппен 0,1% фторды, ал үйіндідегі шаңның тоннасына орташа есеппен 10 грамм фторды (шаң шығарындылары) бөледі; (радиусы 1,5 км-ге дейін) фторидтің шамамен 10% (зерттеу компанияларының мәліметтері бойынша) жаңбырмен шайылады [1].

Сондықтан кейбір жағдайларда фосфогипсті қолдану фосфорға бай тыңайтқыштар өндіру мәселесін шешудің шарты болып табылады. Қолданыстағы өндірістерді кеңейту немесе қосымша пайдалану үшін жаңа зауыттар құру.

Фосфогипсті қайталама шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігі табиғи гипс сияқты табиғи шикізатты алмастыра алатыны дәлелденді. ТМД елдерінің құрылыс және ауыл шаруашылығы материалдары өнеркәсібіндегі сұраныс жылына 20 млн тоннаға жетеді.

Гипс қосылған қалдықтар – ылғалдылығы 20-70% ылғалды ұнтақ немесе өзіне тән иісі мен түсі бар ауыр материал. Бұл дигидрат, гемидидрат, ангидрит кристалдарынан тұратын ұсақ ұнтақ немесе құрғақ күйінде араласқан Химиялық қалдықтардың қасиеттері жуылмаған қышқылдардың және олардан алынатын арнайы заттардың реакциялық қабілеті мен сапасына әсер етеді. Өндірістік қалдықтарды пайдалануға әсер ететін гипс байланыстырғыштарына құрамында гипсі бар қалдықтардағы фосфогипс фосфоамидрат жатады. Титаногипс, боргипс, фторгипс витаминін өндіретін гипс, қазір тек фосфогипс қолданылады [2].

Фосфогипс – минералдарды – апатит немесе фосфоритті күкірт қышқылымен өңдеу арқылы алынған экстракциялық фосфор қышқылы өндірісінің қалдық өнімі 1 формула бойынша көрсетілген:



Құрғақ дигидрат ретінде есептелген 1 тонна P_2O_5 үшін 4,3-5,7 тонна фосфогипс алынады. Фосфор – 20-40% ылғалды саз. Кептірілген ұнтақ көк түсті. Шаңның орташа тығыздығы 400-500, ал лайдың тығыздығы 600-900 кг. Құрылу жағдайларына байланысты кристалдар ине тәрізді, ұзындығы 20-80 мкм, ені 100 мкм, ұзындығы бірнеше жүз мкм. Олар негізінен түйіршікті агрегаттарды құрайды. Фосфордың меншікті ауданы 300-350 м²/кг.

Фосфогипстің негізгі химиялық қосылысы кальций сульфаты дигидраты болып табылады және оның мөлшері 98%-ға дейін 1-ші сортты гипске сәйкес келеді. Фосфордың негізгі қосылысы P_2O_5 фосфор ангидридi [3]. Фосфор ангидридiнің бір бөлігі бос, ал кейбіреулері аз еритін фосфатпен байланысады. Фосфогипс құрамында аз мөлшерде алюминий, темір, кальций және натрий оксиді, сондай-ақ ерімейтін күкірт, CaF_2 және H_2SiF_6 бар. Қоспалар цементті байланыстырғыштардың қасиеттеріне шешуші әсер етеді, өйткені фосфолипидтердің құрамында су қосылыстары көп болса, беріктігі қалыпты байланыстырғыштарды алу мүмкін емес.

Бүгінгі таңда тасу мен сақтау үшін көп капиталды қажет ететін фосфаттар сияқты гипсі бар қалдықтар бар. Сонымен қатар, қалдықтарды көму кезінде қоршаған орта ластанады, оны қорғау біздің еліміздің экономикасының маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл мәселенің шешімі – құрамында гипсі бар қалдықтарды пайдаланудың ең қолайлы жолын табу. Алып өнеркәсіп фосфаттар мен басқа да қалдық материалдардың негізгі тұтынушысына айналуы керек, өйткені олар табиғи гиганттардан екі есе көп және оларды игеру үшін көп қаражат қажет.

Фосфорды шикізат ретінде кеңінен қолдануға кедергі келтіретін негізгі мәселелер ластану, жоғары ылғалдылық және дисперсия болып табылады. Суда еритін P_2O_5 ластаушы заттар мен фторлы қосылыстардан фосфорды жою үшін әртүрлі әдістер қолданылады. Мысалы, фосфогипс әк сүтінің сулы ерітіндісімен немесе портландцементпен өңделеді. Бұл жағдайда фосфат $Ca_3(PO_4)_2$ -ге айналады, ал күрделі фторидтер CaF , ерімейтін кремний және алюминий болып табылады. Фосфорды кейде күкірт қышқылының әлсіз ерітіндісімен жуып, фосфор бөлшектерінің бетіне бекітілген фосфатты қосылыстарды кетіруге көмектеседі. Фосфордың кристалдық торының қосымша шығарындылары фосфорды суды тазарту кезінде қоспалардың сулы ерітінділерінде сусыздандыру кезінде пайда болады [4].

Фосфогипс қайта өңдеу арқылы жойылады. Фосфогипстің ылғалдылығы жоғары, сондықтан қыста қатып, жазда кеуіп қалады. Бұл көліктерді түсіру

орындарында тиеуді, тасымалдауды және түсіруді қиындатады. Сондықтан өнеркәсіпте тиімді пайдалану үшін фосфогипс түйіршіктелген болуы керек. Түйіршіктеу екі жолмен жүзеге асырылады: жартылай кептірілген фосфогипстің адгезиялық қасиеттерін қолдану және үлкен өлшемді орташа өлшемді пластиналар, шағын пластикалық пластиналар, үлкен бетон блоктары, гипс, гипс талшықтары үшін байланыстырушы қоспаларды қолдану. Парақтар, әрлеу, дыбыс жұтатын панельдер. Құрамында гипсі бар қалдықтардан (фосфогимс) алынған байланыстырғыштар жол құрылысында, минералды өңдеуде және ГКП байланыстырғыш өндірісінде қолданылады. Орташа және ұсақ түйіршікті құрылыс бұйымдарын өндіруде G-2-ден G-7-ге дейінгі стандартты, жылдам және баяу қатайтқыштар қолданылады. Қабырғасы жұқа немесе сәндік бұйымдарды өндіру үшін – бір маркалы тез және стандартты қатайтқыштар, бірақ орташа немесе ұсақ ұнтақтаумен байланыстыру мөлшері 0,2%-дан аспайды, металл қоспаларының мөлшері 1 кг. Тұтқыр 8 мг аспауы керек. Тұз қышқылында ерімейтін қоспалар 1% аспауы керек.

Жоғары сапалы байланыстырғыштарға ең аз G-5 сортты байланыстырғыштар, тұз қышқылында еритін қосылыстар және G-2-02 қалыпты және ұзын байланыстырғыштардан резервуарлардағы максималды қалдығы 12%-25% аспайтын байланыстар кіреді. Эректильді кідірту беті жеткілікті күшті және өңделген. Бұл сондай-ақ қалыптау үшін қолданылатын керамикаға, фарфорға және т.б

Жұмыстың маңыздылығы: Фосфор қалдықтары үлкен аумақты алып жатыр. Кейде ол ауыл шаруашылығы аймақтарын қамтиды. Ал ірі көлемдегі өндірістік қалдықтарды кәдеге жарату қоршаған ортаға кері әсер етуде.

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты фосфогипсті құрылыс материалы ретінде пайдаланудың орындылығын зерттеу.

Жұмыстың өзектілігі фосфогипсті құрылыс материалы ретінде пайдаланудың экономикалық және экологиялық проблемаларын шешу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Сынақтар жүргізілетін бөлменің, сондай-ақ сыналатын материалдардың, үлгілердің және аспаптардың температурасы $(293 \pm 3) \text{K}$ $(20 \pm 3)^\circ \text{C}$ сақталынып отырылады. Бөлмедегі салыстырмалы ылғалдылық $(65 \pm 10)\%$ тұрақталынып отырылады. Бөлменің температурасы мен ылғалдылығы күнделікті жұмыс журналында жазылады [5].

1. Сынама алу және үлгіні дайындау

1.1. Таңдау әдісінің мәні тестілеуге орташа үлгіні дайындау болып табылады

1.2. Сыналатын байланыстырғыштың әрбір партиясынан салмағы 10-нан 15 кг-ға дейінгі сынама алынады. Өндіріс зауытында жоспарлы бақылау кезінде, ең алдымен материал ағынынан жеке сынамалар оны буып-түю немесе үйіп жөнелту алдында алынады. Тұтқыр қаптамасыз жеткізілген кезде үлгіні төрт жерден бірдей бөліктерде көліктерден тікелей алынады. Қаптарға оралған байланыстырғышты жеткізу кезінде 10 қаптан сынама алынады; әрбір қаптың ортасынан салмағы 1,0-ден 1,5 кг-ға дейінгі сынама алынады.

1.3. Таңдалған үлгі мұқият араластырылады, содан кейін одан сынау үшін төртке бөлу арқылы салмағы 5-тен 7 кг-ға дейінгі соңғы үлгі алынады, ол екі тең бөлікке бөлінеді және жабық ыдыстарда сақталынады.

1.4. Соңғы үлгілердің бірі сынау үшін пайдаланылады, екіншісі арбитраж ретінде $(293 \pm 3) \text{K}$ $(20 \pm 3)^\circ \text{C}$ температурада сақталынады.

2. Ұнтақтаудың жұқалығын анықтау Әдістің мәні тордың өлшемі 0,2 мм електен өткеннен кейін қалған гипс байланыстырғыштың массасын анықтау болып табылады.

2.2. Ұнтақтаудың жұқалығын анықтау үшін қолданылған заттар:

- кептіру шкафы;
- ГОСТ 24104-80 бойынша 0,05 г дәлділігімен өлшеу қателігімен техникалық таразылар;
- ГОСТ 3584-73 бойынша мөлдір өлшемі 0,2 мм ұяшықтары бар елеуіш;
- 373 К (100°C) дейінгі шкаласы бар термометр;
- механикалық електен өткізуге арналған қондырғы.

2.3. Массасы 50 г, қателігі 0,1 г аспайтын өлшенген және пеште (323±5)К (50±5)°С температурада 1 сағат бойы алдын ала кептірілген байланыстырғыштың үлгісін елекке құйып және қолмен електен өткізіледі. Қолмен елеу кезінде електен 1 минут ішінде 0,05 г-нан байланыстырғыш өтсе, електен өткізу аяқталған болып саналады. Жеке үлгінің ұнтақтау жұқалығы електе қалған массаның бастапқы үлгінің массасына қатынасы ретінде 0,1%-дан аспайтын қателікпен пайызбен анықталады. Екі сынау нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні ұнтақтау жұқалығының мәні ретінде алынады.

Сынақ бөлмесінің температурасы және сыналатын материалдардың үлгілер мен құралдардың температурасы (293±3)К (20±3)°С деңгейінде сақталады. Бөлменің салыстырмалы ылғалдылығы (65±10%) көрсетілген. Зерттеу бөлменің температурасы мен ылғалдылығы күнделікті жұмыс журналдарында жазылады.

1. Сынама алу және дайындау.

1.1. Таңдау процесінің қысқаша сипаттамасы. Орташа үлгілерді талдауға дайындау.

1.2. Әрбір үдеткіштен 10-15 кг сынама талданады. Тұрақты зауыттық тексерулер кезінде үлгілер қаптамаға немесе жаппай жөнелтуге дейін материал ағынынан алынады. Жедел жеткізу үшін көліктен бірдей сома алынады. Қаптағы байланыстырғыштар таратылған кезде 10 қаптан үлгі алынады. Әр қаптың ортасынан 1,0-1,5 кг үлгі алынады.

1.3. Таңдалған үлгіні жақсылап араластырғаннан кейін талдау үшін төрт бөлікке бөледі де, салмағы 5-7 кг соңғы үлгіні алып, екіге бөліп, жабық ыдыста сақтайды.

1.4. Соңғы үлгілердің бірі талдау үшін пайдаланылады, ал екіншісі (293±3)К (20±3)°С сүзгі ретінде сақталады.

2. Ұнтақтаудың жұқалығын анықтау.

2.1. Әдістің қысқаша сипаттамасы 0,2 мм електен өткеннен кейін қалған гипстік байланыстырғыш материалдың массасын анықтау.

2.2. Өлшемдердің дәлдігін анықтау үшін қолданылатын материалдар:

- Кептіргіш пеш;
- ГОСТ 24104-80 бойынша 0,05 г өлшеу қателігі бар техникалық стандарттар;
- ГОСТ 3584-73 бойынша ұяшық бөлшектер 0,2 мм.;
- 373 К (100°C) температура өлшейтін термометрі;
- Механикалық қондырғыдан өткен жабдықтары.

Пеште 2,3 (323±5)К (50±5)°С температурада 1 сағат кептіргеннен кейін, 0,1 г үлгіні 50 г ағаш елекке құйып, таңдайды. Қолмен сынау кезінде 0,05 г қысқыш арқылы 1 секунд өткенде сынақ аяқталды деп есептелді. Қалдық масса

үлгі массасының бір бөлігі ретінде анықталады, ал үлгі қателігі 0,1% аспайды. Екі сынақ нәтижесінің есептелген орташа мәні дәлдік мәні ретінде қабылданады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Өндірістегі үйіндіден алынған фосфогипстің химиялық құрамы 1-кесте мен ауыр металдармен фосфогипстің химиялық құрамдары 2-кестеде анықталды.

Кесте 1

Үйіндіден алынған фосфогипстің химиялық құрамы (күрғақ зат бойынша,%)

Сынама	P ₂ O ₅ жалпы	P ₂ O ₅ сулы	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄	жалпы	F сулы	K ₂ O	Na ₂ O	pH 1%
1	0,73	0,08	32,21	жоқ	0,094	0,18	52,31	0,19	0,06	0,41	0,08	6,25
2	0,73	0,07	31,52	жоқ	0,25	0,20	48,25	0,28	0,11	0,35	0,14	6,51
3	0,71	0,06	30,87	жоқ	0,20	0,19	47,61	0,15	0,10	0,50	0,20	6,37

Кесте 2

Ауыр металдармен фосфогипстің химиялық құрамы (күрғақ зат бойынша,%)

Сынама	Pb	Cd	Zn	Ni	Cr	Mn	Cu	As
1	0,0030	жоқ	0,073	0,0009	0,0028	жоқ	жоқ	0,00032
2	0,0028	жоқ	0,0056	0,0007	0,0020	жоқ	жоқ	0,00041
3	0,0026	жоқ	0,0064	0,0009	0,0027	жоқ	жоқ	0,00028

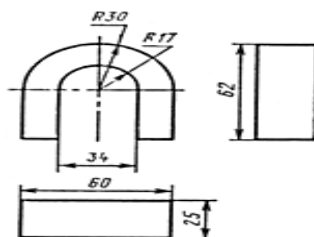
1-ші және 2-кестелерде анықталған көрсеткіштері бар заттардың антикоррозиялық, сіңімділіктерімен, тез және қатты қатаюлық, байланыстырғыш қасиетіліктерімен анықталады.

Фосфогипстен гипс байланыстырушы материалды жасау бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді. Жасалынған жұмыстар қолданылған әдебиеттердің әдістемелік нұсқауларынан қолданылып жасалынды. Жұмыстар келесідей жүргізілді:

3. Тұтқырдағы металл қоспаларының мөлшерін анықтау

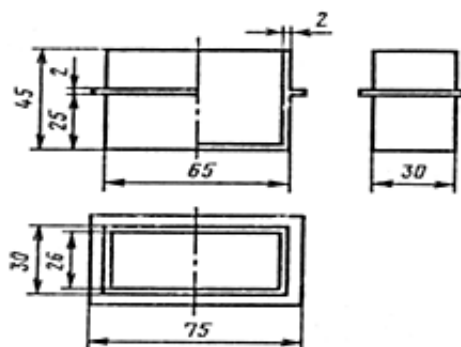
3.1. Жабдық

– ЮН 13 ДҚ24 таға тәрізді қорытпасынан жасалған тұрақтылы магнит;
Магниттік индукциясы 120 мТ ГОСТ 17809-72 1-суретте көрсетілген;



Сурет 1. Таға тәрізді магнит

– плексиглас магниттің ұштарын киюге арналған қондырғысы 2-суретте көрсетілген;



Сурет 2. Саптама

- плексигласпен немесе шынымен қапталған - 1000×500 мм өлшемді жақтары бар тақтайша;
- ГОСТ 23676-79 және ГОСТ 24104-80 бойынша қолданылатын таразылар;
- тегістеуге арналған өнімді араластыратын шпатель;
- сағат әйнегі.

3.2. Сынақ өткізу

Жалпы үлгіден салмағы 1 кг үлгісі алынып, ол тақтаға құйылады және қалыңдығы 0,5 см-ден аспайтын қабатта байланыстырғыш шпательмен тегістелінді. Жабысқан байланыстырғышы бар металл қоспаларының бөлшектері саптаманы алу арқылы магниттен мерзімді түрде жойылады және ақ қағаз парағына құйылады. Металл қоспаларын бөлу алты рет қайталанады. Әрбір оқшаулау алдында сынақ байланыстырушы араласады және жұқа қабатқа таралады. Металл қоспалары жабысатын байланыстырғыштан бөлінген материал орналасқан қағаздың артқы жағында магнитті жылжыту арқылы бөлінеді. Металл қоспаларын бір жерде шоғырландырғаннан кейін олар сағат шынысына ауыстырылады. Сағат шынысына жиналған металл қоспасы 0,0002 г аспайтын қателікпен аналитикалық таразыда өлшенді.

Бүкіл үлгіден 1 кг сынамалар алынды, пластинаға құйылды, қалыңдығы 0,5 см ғана байланыстыратын қабаттың қырғышымен тегістелді, саптамаға және ақ қағазға құйылды. Металл қоспасын бөлу алты рет қайталанды. Әрбір изолятордың алдында сынақ қоспасы араласады және жұқа қабатқа таралады. Металл қорытпасы жабысқан байланыстырғыштан бөлініп, бөлінген материал орналасқан қағаздың артқы жағына магнитті түрде тасымалданады. Қорытпалар бір жерде шоғырланғаннан кейін сағат шынысына ауыстырылады. Сағат кристалында жиналған металл құрамы 0,0002 граммнан аспайтын қателікпен аналитикалық таразыда өлшенді.

Нәтиже: 0,005 мг.

4. Меншікті бетінің ауданын анықтау

4.1. Құрылғы

Қабат арқылы ауаның кедергісін өлшеуге негізделген белгіленген қалыңдығы мен көлденең қимасының ауданындағы байланыстырғыш ADP-1 (PSKH-2) құрылғысына бекітілген нұсқауларға сәйкес.

Тығыздық мәні есептеулерді орындау үшін алынды:

- гипс шикізатынан – 2,3 г/см³ алынды;
- құрылысқа, қалыптау гипсіне – 2,65 г/см³ алынды;
- техникалық гипс үшін – 2,75 г/см³ алынды.

Нәтиже: 9,67%.

Қорытынды. Жұмыс өндіріс қалдығы фосфогипстен құрылыста гипсті байланыстырғыш ретінде қолдану бойынша зерттеулер жүргізілген. Минералды зауыты қалдығы фосфогипсті өңдеу арқылы фосфогипстен құрылыс гипсті байланыстырғыш ретінде пайдалану жолдары берілген. Өндірістегі үйіндіден алынған фосфогипстің химиялық құрамы мен ауыр металдармен фосфогипстің химиялық құрамдары анықталды. Барлық талаптар мен қажетті стандарттарға сәйкес келетін құрылысқа лайықты материал алу үшін фосфогипстен жасалған гипс арқалықтарының алынған үлгілерінің механикалық беріктігіне талдаулар жүргізілді. Болашақта қосымша сынақтар жоспарлануда.

Әдебиеттер тізімі

1. Алдашов, Б.А. Утилизация отходов переработки фосфоритов Каратау – путь к конкурентоспособной экономике и оздоровлению экологии [Текст] / Б.А. Алдашов, В.И. Лисица. – Алматы: Ғылым, 2007. – 428 с.
2. Копылев, Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты [Текст] / Б.А. Копылев //Л.: Химия. – 1981. – 224 с.
3. Ферронской, А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). [Текст]: справочник / А.В. Ферронской. – Изд-во АСВ. –2004. – 26 с.
4. Солдаткин, С.И. Проблемы использования фосфогипса в дорожном строительстве [Текст] / С.И. Солдаткин, А.Е. Хохлов // Инженерная геология. – 2019. – С. 58-61.
5. Сакович, А.А. Переработка фосфогипса на ангидритовое вяжущее и сульфоалюминатную добавку к цементу [Текст] / А.А. Сакович, А.А. Мечай, М.В. Новик // Химия и технология неорганических веществ. –2008. – С. 134-138.

Материал редакцияға 15.04.24 түсті.

**Д.А. Кулбаева¹, Г.А. Сейтбекова¹, А. Шолак¹,
А.Н. Нурлыбаева¹, Н.С. Мурзакасымова¹**

¹*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ФОСФОГИПСА В КАЧЕСТВЕ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. Определены возможности переработки и использования отходов фосфогипсового производства. Рассмотрены условия решения проблем, связанных с использованием фосфогипса, в ряде случаев строительство новых предприятий по производству фосфорсодержащих удобрений и расширение или дальнейшее использование существующих предприятий. Определен химический состав фосфогипса, полученного из промышленных отходов, и химический состав фосфогипса с тяжелыми металлами. Проведены исследования на тему «Исследование и использование отходов производства фосфогипса в качестве гипсового вяжущего в строительстве». Велись научно-исследовательские работы по производству гипсового вяжущего материала из фосфогипса. Поддерживалась необходимая температура проводимой лаборатории, а также испытываемых материалов, образцов и инструментов. Температура и относительная влажность в помещении стабилизировались по требованиям. Рассмотрена возможность использования отходов производства фосфогипса в качестве строительных материалов. Определение количества примесей

металлов в связующем и определение удельной поверхности определяли по утвержденным методическим указаниям.

Ключевые слова: фосфогипс, экстракция, пульпация, фосфорит, арбитраж, проба.

D.A. Kulbaeva¹, G.A. Seitbekova¹, A. Sholak¹, A.N. Nurlybaeva¹, N.S. Murzakasymova¹

¹ *M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

RESEARCH OF INDUSTRIAL WASTE PHOSPHOGYPSUM AS A GYPSUM BINDING MATERIAL IN CONSTRUCTION

Abstract. The possibilities of processing and using waste from phosphogypsum production have been determined. The conditions for solving problems associated with the use of phosphogypsum are considered, in some cases the construction of new enterprises for the production of phosphorus-containing fertilizers and the expansion or further use of existing enterprises. The chemical composition of phosphogypsum obtained from industrial waste and the chemical composition of phosphogypsum with heavy metals have been determined. Research was conducted on the topic "Study and use of phosphogypsum production waste as a gypsum binder in construction". Research work was carried out on the production of gypsum binder material from phosphogypsum. The temperature of the laboratory, as well as the tested materials, samples and instruments, was maintained at the required temperature. The temperature and relative humidity in the room have stabilized. The possibility of using phosphogypsum production waste as building materials is considered. Determination of the amount of metal impurities in the binder and determination of the specific surface area were determined according to approved guidelines.

Keywords: phosphogypsum, extraction, pulpatation, phosphorite, arbitration, sample.

References

1. Aldashov B.A., Lisitsa V.I. Utilizatsiya otkhodov pererabotki fosforitov Karatau – put' k konkurentosposobnoy ekonomike i ozdorovleniyu ekologii [Disposal of Karatau phosphorite processing waste - the path to a competitive economy and environmental improvement]. – Almaty: Science, 2007. – 428 p., [in Russian].
2. Kopylev B.A. Tekhnologiya ekstraktsionnoy fosfornoj kisloty [Technology of extraction phosphoric acid] // L.: Chemistry, 1981. – 224 p., [in Russian].
3. Ferronskoy A.V. Gipsovyye materialy i izdeliya (proizvodstvo i primeneniye). [Gypsum materials and products (production and application)]: reference book. – Publishing house ASV, 2004. – 26 p., [in Russian].
4. Soldatkin S.I., Khokhlov A.Ye. Problemy ispol'zovaniya fosfogipsa v dorozhnom stroitel'stve [Problems of using phosphogypsum in road construction] // Inzhenernaya geologiya [Engineering Geology], 2019. P. 58-61, [in Russian].
5. Sakovich A.A., Mechay A.A., Novik M.V. Pererabotka fosfogipsa na angidritovoye vyazhushcheye i sul'foaluminatnuyu dobavku k tsementu [Processing of phosphogypsum into anhydrite binder and sulfoaluminate additive to cement] // Khimiya i tekhnologiya neorganicheskikh veshchestv [Chemistry and technology of inorganic substances], 2008. P. 134-138, [in Russian].