




FTAMP 61.13.21

А.П. Ауешов¹ – негізгі автор, ©
К.Т. Арынов², Ч.З. Ескибаева³,
А.К. Диканбаева⁴, А.М. Тасболтаева⁵

 ^{1,2}Техн. ғылым. д-ры., профессор, ³Техн. ғылым. канд., доцент, ⁴PhD,
⁵Магистр

ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0002-3504-9117> ²<https://orcid.org/0000-0002-1440-8248>
³<https://orcid.org/0000-0002-8049-8851> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-9859-5545>
⁵<https://orcid.org/0009-0009-9011-1313>

 ^{1,3,4,5}М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
Шымкент қ., Қазақстан
 ²Инновациялық зерттеулер және технология институты,
Алматы қ., Қазақстан


@ ⁴dikanbaeva86@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/ИННК1114>

ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ ҚАЛДЫҒЫН МАГНИЙ ТҰЗДАРЫНА ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МАҢЫЗЫ

Андатпа. Жұмыста өнеркәсіптік («Қостанай минералдары» АҚ) шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдықтарды (ШАҚ) қышқылмен өндеудің тәжірибелік белгіленген шарттары мен режимдеріне сүйене отырып, құрамында негізінен серпентинит тобының минералдарынан (антигорит, хризотил және лизардит) тұратын шаңтәріздес қалдықтарды (ШАҚ) қайта өндеу схемасы жасалған, мұнда MgO және SiO₂ мөлшері 32-38 мас.% және 35-40 мас.%. сәйкес құрайды. ШАҚ-ты қышқылдық шаймалдау кезінде күкірт, тұз, азот қышқылдарын қолдана отырып, магний тұздарын MgSO₄, MgCl₂ және Mg(NO₃)₂ алудың жағдайлары келтірілді. Сонымен қатар, алынған магний тұздарының сапасы қазіргі заманғы сапа стандарттарына сәйкес келетіндігі, ал қышқылдарда ерімейтін қалдықтардың бетінде оның физика-химиялық қасиеттерін, соның ішінде оның қоршаған ортаға зиянды әсерін әлсірететін поликремний қышқылының тығыз аморфталған қабаты пайда болатындығы анықталды. Алынған мәліметтер мен тұжырымдар ШАҚ қалдықтардың күкірт, тұз және азот қышқылдарымен өзара әрекеттесулері барысында түзілетін реакция өнімдерін химиялық және рентгенофазалық талдаулардың нәтижелерінің негіздерінде тұжырымдалып, алынған магний тұздарының сапасы қолданыстағы, осы тұздарға арналған МЕМСТ-ғы көрсеткіштерімен салыстыра отырып анықталды. Магний сульфаты, хлориді және нитратын алу жағдайларының технологиялық өлшемдері мен шарттары берілді. Зерттеу нәтижелерінде хризотил-асбестті өндіру мен байытудың өндірістік шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдықтарын кәдеге жаратудың экологиялық-ресурстық үнемдеу технологиясы ұсынылды.

Тірек сөздер: хризотил-асбест, шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдық, магний сульфаты, магний хлориді, магний нитраты, қоршаған орта.

 Ауешов, А.П. Хризотил-асбест қалдығын магний тұздарына қайта өндеудің технологиясы және оның экологиялық маңызы [Мәтін] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева, А.К. Диканбаева, А.М. Тасболтаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.358-366. <https://doi.org/10.55956/ИННК1114>

Кіріспе. Шаңтәрізді асбестқұрамдас қалдық (ШАҚ) – хризотил-асбестті (ХА) байытудың технологиялық процестері кезінде үш сатылы ұсақтау (ірі, орташа, ұсақ) барысында түзіледі. Ұсақтау кезеңдерінде шаңды ұстау үшін циклондар мен аспирациялық жүйелер қолданылады. Олар ШАҚ-тың негізгі бөлігі ұсталатын қап сүзгілерімен жабдықталған. Қалдық, негізінен жалпы формуласы – $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$ серпентинит тобының минералдарынан тұрады: антигорит, хризотил және лизардит. Әдетте, олардың құрамында 32-38% MgO және 35-40% SiO_2 , аз мөлшерде Fe, Al, Ca, Cr және Ni бар. Тау-кен өндіру кәсіпорындарының деректері бойынша, ШАҚ-ның орташа жылдық түзілімі мен шығарылымының көлемі (құрамында хризотил-асбест мөлшері 1,0% дейін) жылына мың тоннадан асады. Құрамында зиянды асбесті бар ШАҚ, хризотил-асбестті технологиялық байыту үрдісінің қоршаған ортаға тигізетін зиянды негізгі қалдық болып табылады, осыған байланысты экологиялық кодекстің баптарына сәйкес жергілікті экология департаменттері тарапынан қатаң бақыланады.

Асбестқұрамдас қалдықтарды [1-3] және материалдарды кәдеге жарату бойынша көптеген зерттеулер жүргізілгенімен, осы уақытқа дейін магний қосылыстарын алу үшін өнеркәсіптік асбестқұрамдас қалдықтарды кәдеге жаратудың қолайлы схемалары жоқ. Сондықтан бұл зерттеу қазіргі заманғы сапа стандарттарына сәйкес келетін магний тұздарын алумен қатар, ШАҚ-ның қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту әдістерін әзірлеу мақсатында жүргізілді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Шаңтәріздес асбестті қалдық (ШАҚ). Осы зерттеуде пайдаланылған ШАҚ үлгісі хризотил-асбест өндіретін «Қостанай минералдары» АҚ-нан (Қазақстан) алынды. Өндірісте оларды хризотил-асбестті байытудың экологиялық қауіпті өндірістік қалдықтарының бірі болып табылатын «әмбебап минералды ұнтақ» деп те атайды. Зерттеуге алынған мөлшері – 10кг, олардың өлшемі 100-250 мкм бөлшектері бар фракциясы елеу әдісімен алынды. Бұл фракция 100°C кептіріліп, зерттеулерде қолданылды.

Реагенттер. Барлық пайдаланылған химиялық заттар аналитикалық дәрежеде «химиялық таза» болып табылады. Концентрлі күкірт, тұз және азот қышқылдары әртүрлі зерттеулер мен өлшеулерде қолдану үшін қажетті концентрацияға дейін сұйылтылды.

Химиялық талдау әдістері. ШАҚ және ШАҚ-пен қышқылдардың өзара әрекеттесу өнімдерінің толық химиялық элементтік талдауы INCA Energy 350 энергия-дисперсиялық микроанализ жүйесі бар сканерлеуші электронды микроскоп (JSM-6490LV, JEOL, Жапония) құрылғысы арқылы жүргізілді.

Рентгендік талдау DRON-3 дифрактометрінде Cu K мыс катодынан және никель фильтрінен сәулелену арқылы жүргізілді. Дифракциялық үлгілер минутына 2 градус/мин гониометрлік жылдамдықта бөлме температурасында дифракция максимумдарын ионизациялау арқылы ұнтақ әдісігі қолдануымен алынды. Рентгенограммалардың рефлекстерін интерпретациялау кезінде ASTM картотекасы пайдаланылды.

Ерітінділердің рН өлшемі «рН-340» приборында жүргізілді.

ШАҚ – күкірт қышқылы жүйесіндегі өзара әрекеттесуді зерттеу әдістемесі. ШАҚ-тың қышқылдық ыдырау үрдісін зерттеу келесі әдістемені қолдану арқылы жүзеге асырылды. Зерттеу араластырғыш пен термометрмен жабдықталған, V=5,0л реактор колбасында орындалды. Тәжірибе басталар алдында реакторға ШАҚ және судың есептелген мөлшері салынып, араластырғыш іске қосылды. Реактордағы суспензия температурасы есептелген температураға жеткенде, қышқылдың есептелген мөлшері

араластырғыштың айналу аймағына жіберілді, шаймалау температурасы белгілі бір есептік уақыт ішінде сақталды. Тәжірибе соңында қатты фазаның шөгу жылдамдығы, тұнбаның ылғалдылығы және ШАҚ-тан магний иондарының шаймалану дәрежесі (n, %) анықталды. Содан кейін, суспензия вакуумды сүзу арқылы бөлінді. Шаймалау қалдығы кремнеземмен байытылған қатты қалдық, реакция бейтарап (рН=7) болғанша сумен жуылды. Жуғаннан кейін, қатты шөгінді пеште 100-105°C температурада кептірілді. Шөгінді INCA Energy 350 энергетикалық дисперсиялық микроанализатор жүйелерімен біріктірілген SEM (JSM-6490LV, JEOL, Жапония) қондырғысының көмегімен талданды. ШАҚ-тың химиялық құрамы 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

ШАҚ-ң химиялық құрамы

SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	Басқалары
37,77	44,05	5,55	0,44	0,10	16,46

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. ШАҚ-тан магний тұздарын алу технологиясының оңтайландырылған режимдері:

Магний хлоридін алу. Дөңес табанды колбадағы 400 г мөлшеріндегі ШАҚ алдымен 0,4 л сумен өнделеді, содан кейін тамызғыш воронка арқылы 30-40 мл HCl қосып араластырады, реакциялық қоспаны 80-85°C дейін қыздырады, бұл температура термостаттау 1,0-1,5 сағатта сақталады. Суспензияға шамамен 0,5 сағаттан кейін 2,0-2,5 л су қосылады, ортаның қышқылдығы рН=1,1-1,2. Содан кейін рН=8 болғанша араластыра отырып, бейтараптандырғыштың қажетті мөлшерін қосады. Бұл кезде С/Қ=3,25 құрайды. Тұндырғаннан кейін суспензия сүзіледі. Фильтраттың сипаттамасы (тұз ерітіндісі – магний хлориді) – түссіз мөлдір сұйықтық, салмағы 2800-3105 г, тығыздығы d=1,14 г/см³, рН=7,8-8,0, магнийді шаймалау дәрежесі 40-45%.

Магний сульфатын алу. Басқа қышқылдардан айырмашылығы, күкірт қышқылымен өндеген кезде реакциялық қоспа 100°C дейін қызады, сондықтан қосымша қыздырудың қажеті жоқ, С/Қ=3,41. Бейтараптандыру және сүзуден кейін ерітінді түссіз болады, рН=8,0, магний сульфатының концентрациясы – 175 г/л, тығыздығы d=1,12 г/см³, магнийдің шаймалау дәрежесі 40-45%.

Магний нитратын алу. Өңдеу технологиясының әдістемесі тұз және күкірт қышқылдарына ұқсас. Айырмашылығы, өңдеу (синтез) 45-55°C, С/Қ=3,2, үрдіс 80°C температурада жүргізіледі. Суды, бейтараптандыратын реагентті қосып, сүзгіден өткізгеннен кейін шаймалау ерітіндісі сәл сарғыш түсті, рН=8,0, тығыздығы d=1,11 г/см³, магнийдің шаймалану дәрежесі – 40-45%.

Құрамында магний тұздары бар ерітінділерді өңдеу және олардың сандық көрсеткіштерін анықтау.

Құрғақ тұздар: Шаймалдау ерітінділерін (қажетті қышқылдармен) су моншасында (90°C) және кептіру шкафында (100°C) ұстау арқылы MgCl₂, MgSO₄ және Mg(NO₃)₂ кристалл түріндегі тұздары алынды.

Жоғарыдағы келтірілген әдістер арқылы ШАҚ-ты күкірт, тұз және азот қышқылымен өңдей отырып, әр тұздан 1,0 кг MgSO₄, MgCl₂ және Mg(NO₃)₂ тәжірибелік партиялары алынды.

Тұздардың сапасы құрамындағы ілеспе элементтерінің бар-жоғы тазалық көрсеткіштері бойынша тексерілді. ШАҚ-ның HCl, H₂SO₄ және HNO₃

қышқылдарымен қышқылдық өңдеуден және ерітінділерді тазалауымен алынған тұздардың химиялық талдауларының нәтижелері:

- магний сульфаты – негізгі зат $MgSO_4 \cdot 1,8H_2O$ – 99,29% және $CaSO_4$ – 0,71%;
- магний хлориді – негізгі зат $MgCl_2 \cdot 3,5H_2O$ – 98,77% және $CaCl_2$ – 1,23%;
- магний нитраты – негізгі зат $Mg(NO_3)_2 \cdot 1,3H_2O$ – 98,73% және $Ca(NO_3)_2$ – 1,27%.

М.Әуезов атындағы ОҚУ акредиттелген зертханасында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған кристаллды магний сульфаты физика-химиялық көрсеткіштері бойынша (МЕМСТ 4523-77, ТШ 2141-016-32496445-00, ТШ 400069905.043-2012) нормативтік құжаттардағы негізгі көрсеткіштерден кем түспейтіні 2 кестеде көрсетілген.

Кесте 2

Магний сульфатының тәжірибелік партиясының салыстармалы сипаттамасы

Көрсеткіштердің атауы	ТШ 2141-016-32496445-00	ТШ 400069905.043-2012	Тәжірибелік партия
Сыртқы көрінісі	Кристалды ұнтақ	Ақ түсті кристалды ұнтақ	Ақ түсті кристалды ұнтақ
Магний сульфатының мас. үлесі ($MgSO_4$), %	48,3 кем емес	48,3 кем емес	48,3
Суда ерімейтін қалдықтың мас. үлесі, %	0,4 кем емес	0,4 кем емес	0,35
Темірдің мас. үлесі (Fe), %	0,01 кем емес	Нормаланбайды	0,0075
Хлордың мас. үлесі (Cl), %	0,2 кем емес	Нормаланбайды	0,13
Натрий оксидіне есептегенді натрийдің мас. үлесі (Na_2O), %	0,1 кем емес	Нормаланбайды	0,08
Марганецтің мас. үлесі (Mn), %	0,01 кем емес	Нормаланбайды	0,01
Кальций оксидінің мас. үлесі (CaO), %	Нормаланбайды	Нормаланбайды	0,069
1-% ерітіндінің pH	Нормаланбайды	Нормаланбайды	6,5

Зертханалық сынақтардың нәтижелері мен зертханалық зерттеулердің деректерінде айтарлықтай алшақтық байқалмады. Әртүрлі мақсаттарда, қолдануға жарамды магний сульфатын алудың тиімді технологияларын әзірлеу үшін, ШАҚ-тан магний сульфатын өңдеумен әзірленген әдісін қолдану мүмкіндігі бар екендігіне болжам жасалды.

Қышқыл шаймалау қалдығы бетінің құрамы мен физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруін зерттеу.

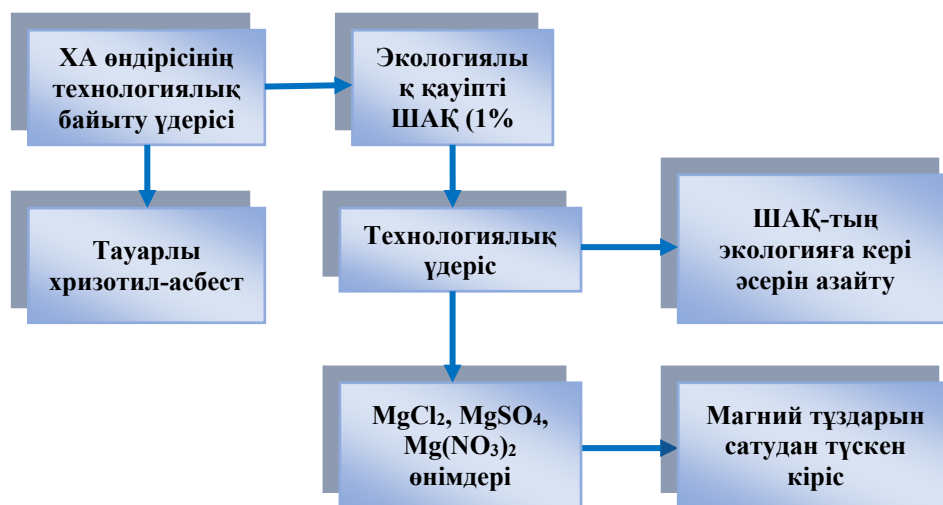
Хризотил-асбест пен күкірт қышқылының өзара әрекеттесуі кезінде ХА-тің беткі қабаттарының морфологиясы мен құрылымының өзгеріске ұшырайтыны және хризотил-асбест талшықтарының беткі қабаттарында $SiO_2 \cdot nH_2O$ поликремний қышқылының байытылған қабатының түзілуі орын алатындығы анықталды. Нәтижеде, ХА талшығының бетінде тығыздығы жоғары аморфталған қабаттың пайда болуы, хризотил-асбесттің физика-

химиялық қасиеттерінің, соның ішінде, биологиялық және канцерогендік белсенділігінің өзгеруіне әкеледі, яғни қалдықты экологиялық зиянсыз күйге келтіреді.

Өндірістік, экологиялық зиянды ШАҚ-ты магний тұздарына қайтаөндеу технологиясының принципіалды схемасы.

Технологияның принципіалды схемасы өндірістік экологиялық зиянды болып табылатын ШАҚ-тың бір мезгілде екі мақсатқа қолдану мүмкіндіктері бойынша жасалды: 1) олардан МемСТ талаптарына сай магний тұздарын $MgCl_2$, $MgSO_4$ және $Mg(NO_3)_2$ алу мүмкіндігі бойынша; 2) олардың экологиялық зиянды қасиеттерін заласыздандыру мүмкіндігі бойынша. Сұлба, ШАҚ-тың аталған қышқылдар әсерінен ыдырау үрдістерін зерттеу нәтижелері мен қышқылмен өңдеу барысында қышқылда ерімейтін қалдықтар құрамындағы (1,0%) хризотил-асбест талшықтарының беткі қабатында көрініс табатын сандық және сапалық өзгерістерді физика-химиялық талдау негізінде әзірленді.

ШАҚ-ты қышқылдық қайтаөндеуге әзірленген сұлба, қалдықтан (сапасы мен өзіндік құны бойынша) тұрақты бәсекеге қабілетті, МемСТ талаптарына сәйкес магний сульфаты, магний нитраты, магний хлоридін алуға мүмкіндік береді (1-сурет). Қышқылмен өндеуден және сумен жуудан кейін пайда болатын қалдық беттері $SiO_2 \cdot H_2O$ аморфталған қабатымен қапталып, физика-химиялық құрамы қоршаған ортаға экологиялық қауіп төндірмейді, өйткені олардың бастапқы қасиеттері, соның ішінде биологиялық және канцерогендік белсенділігі толығымен өзгереді.



Сурет 1. Магний тұздарын алу және оның қоршаған ортаға зиянды әсерін азайтуға бағытталған ШАҚ-ты қайтаөндеудің технологиясының принципіалды схемасы

Құрамында магний бар қосылыстарды тұтыну, химия өнеркәсібінің ажырамас бөлігі болып табылады. ШАҚ-ты қайтаөндеу бойынша алынған $MgSO_4$, $Mg(NO_3)_2$ и $MgCl_2$ магний тұздары – өнеркәсіпте магний оксиді, магний гидроксиді, магний тыңайтқыштары және металдық магнийді алу мен өндіруде бастапқы шикізаттар ретінде қолданылады. Сондықтан, құрамында 40-45% MgO бар, осы көп тоннажды экологиялық қауіпті техногендік қалдықтарды қайта өңдеу үшін ШАҚ-ты кәдеге жаратудың бұл схемасы,

қоршаған орта сапасының қауіпсіздігін жақсарту мәселелерін шешу тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар магнийдің өндірістік маңызды қосылыстарын алуда қолданыс табу мүмкіндігі үлкен.

Қорытынды. Сонымен, зерттеу нәтижелері өндірістік ШАҚ-ты қайта өңдеудің экономикалық және экологиялық тиімді жолдары бар екендігін көрсетеді.

ШАҚ-ты қайта өңдеудің ұсынылған сұлбасы, қазіргі қолданыстағы сапа стандарттарына сәйкес келетін, жоғары сапалы көрсеткіштеріне ие магний тұздарын $MgSO_4$, $MgCl_2$, $Mg(NO_3)_2$ алуға және қышқылдық шаймалаудан кейін құрамында ХА бар қалдықты қоршаған ортаға зиянсыз етуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Орешкин, Д.В. Утилизация асбестоцементных отходов в строительстве [Текст] / Д.В. Орешкин, К.Н. Попов, А.И. Лиляк, А.Г. Межов // Вестник МГСУ. –2011. – №1. – С. 1-3.
2. Каличенко, И.И. Способ переработки серпентинита [Текст] / И.И. Каличенко, А.Н. Габдуллин // Патент 2292300 Российская Федерация. МПК C01F5/02. заявл. 13.07.2005; опубл. 27.01.2007.
3. Сагарунян, С.А. Способ комплексной переработки серпентинитов [Текст] / С.А. Сагарунян, А.Г. Арустамян, Э.С. Агамян, А.М. Аракелян, А.С. Сагарунян // Патент 2953 А Республика Армения, МПК C01 B33/00, C09 C1/00. опубл. 2014.
4. Пенский, А.В. Способ получения магния из серпентинита [Текст] / А.В. Пенский, Н.А. Шундииков, Л.А. Гладикова // Патент 2244044 Российская Федерация, МПК7 C25 C3/04. заявитель и патентообладатель ОАО «АВИСМА титано-магниевый комбинат»; заявл. 16.12.2003; опубл. 10.01.2005. Бюл. № 1.
5. Козлов, В.А. Способ комплексной переработки отходов хризотил-асбестового производства [Текст] / В.А. Козлов, О.С. Байгенженов, К.К. Жусупов, В.В. Шевелев // Патент РК №29779, заявитель и патентообладатель РГП на ПХВ «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»; заявл. 14.03.2014; опубл. 15.04.2015. БЮЛ. №4.
6. Габдуллин, А.Н. Безотходная азотнокислотная переработка серпентинита – отхода асбестообогащительной промышленности [Текст] / А.Н. Габдуллин, И.И. Калиниченко, Е.Г. Печерских, В.С. Семенищев // Сборник докладов. II Международная научно-практическая конференция «Современные ресурсосберегающие технологии: проблемы и перспективы». – Одесса, 2012. – С. 50-52.
7. Велинский, В.В. Способ получения оксида магния [Текст] / В.В. Велинский, Г.М. Гусев // Патент 2038301 Российская Федерация, МПК6C01F5/06. заявл. 26.06.1991; опубл. 27.06.1995. БЮЛ. № 24.
8. Григорович, М.М. Способ комплексной переработки магний-силикатосодержащего сырья [Текст] / М.М. Григорович, Л.И. Мельник, Р.М. Кузьмина // Патент 2285666 Российская Федерация, МПК C01F5/06, C01B 33/142. заявл. 20.07.2005; опубл. 20.10.2006.
9. Джафаров, Н.Н. Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста [Текст] / Н.Н. Джафаров, В.А. Отлыгина // Горно-геологический журнал. –2020. – №4. – С. 4-8.
10. Beyseev O.B., Beyseev A.O., Shakirova G.S. Physico-Chemical and technological properties of Kazakhstan Natural mineral fillers as a basis for their use in the manufacture of composite Materials with special and medical purposes // Scientific-Practical Journal "Science and Innovations" NAS of Ukraine, 2005. Vol. 1, No.1. P. 112-115. <https://doi.org/10.15407/scin1.01.112>.
11. Велинский, В.В. Способ комплексной переработки серпентинита [Текст] / В.В. Велинский, Г.М. Гусев // Патент 2097322 РФ, МПК6 C01B33/142. – № 5028576/25; заявл. 24.02.1992; опубл. 27.11.1997; БЮЛ. № 5.

12. Ауешов, А.П. Способ переработки серпентинита [Текст] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева, А.А. Ауешов, А.М. Ибраева, К.Б. Алжанов, А.Б. Сатимбекова // Патент РК № 3570. – заявл. 02.07.18; опубл. 21.01.19. –2 с.
13. Ауешов, А.П. Реагентные технологии переработки отходов производства асбеста [Текст] / А.П. Ауешов, К.Т. Арынов, Ч.З. Ескибаева // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 118 с.
14. Fedoročková A., Plešingerová B., Sučik G., Raschman P., Doráková A. Characteristics of amorphous silica prepared from serpentinite using various acidifying agents // International Journal of Mineral Processing, 2014. Vol. 130. P. 42-47.
15. Zulumyan N., Isahakyan A., Beglaryan H., Melikyan S. A study of thermal decomposition of antigorite from dunite and lizardite from peridotite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2018. Vol.131. P.1201.

Бұл зерттеу ҚР ФБМ ҒК ҒҚ (AP19676952) қаржылық қолдауымен жүзеге асырылды.

Материал редакцияға 26.07.24 түсті.

А.П. Ауешов¹, К.Т. Арынов², Ч.З. Ескибаева¹, А.К. Диканбаева¹, А.М. Тасболтаева¹

¹*Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, г. Шымкент, Казахстан*

²*Институт инновационных исследований и технологии, г. Алматы, Казахстан*

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВОГО ОСТАТКА В СОЛИ МАГНИЯ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. В работе, исходя из экспериментально установленных условий и режимов переработки промышленных (АО «Костанайские минералы») пылевидных асбестосодержащих отходов (ПАО) кислотой, разработана схема переработки ПАО, состоящие в основном минерал группы серпентинита (антгорита, хризотила и лизардита), где содержание MgO и SiO₂ составляет 32-38 мас.% и 35-40 мас.%. соответственно. Приведено схемы получения солей магния MgSO₄, MgCl₂ и Mg(NO₃)₂ с использованием серной, соляной, азотной кислот при кислотном выщелачивании ПАО. Показано, что качество полученных солей магния соответствует современным стандартам качества, а на поверхности нерастворимых в кислотах остатках образуется плотный аморфный слой поликремниевой кислоты, изменяющие физико-химические свойства, в том числе и вредное воздействие на окружающую среду. Полученные данные и утверждения, обоснованы на основе результатов исследования продуктов реакции взаимодействия пылевидных отходов хризотил-асбеста и серной, соляной и азотной кислотами химическими и рентгенофазовыми анализами, качество полученных солей магния определено сравнением с показателями существующих ГОСТ-ов предназначенных для этих солей магния. Приведены технологические параметры и условия получения сульфата, хлорида и нитрата магния. На основании результатов исследования предложена эколого-ресурсосберегающая технологии утилизации хризотилсодержащих пылевидных отходов производства хризотил-асбеста.

Ключевые слова: хризотил-асбест, пылевидный асбестосодержащий отход, сульфат магния, хлорид магния, нитрат магния, окружающая среда.

A.P. Auyeshov¹, K.T. Arynov², Ch.Z. Eskibayeva¹, A.K. Dikanbayeva¹, A.M. Tasboltayeva¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

²Institute of Innovative Research and Technology, Almaty, Kazakhstan

TECHNOLOGY OF PROCESSING CHRYSOTILE ASBESTOS RESIDUE IN MAGNESIUM SALT AND ITS ECOLOGICAL SIGNIFICANCE

Abstract. In the work, based on experimentally established conditions and modes of processing industrial (Kostanay Minerals JSC) pulverized asbestos-containing waste (PAW) with acid, a scheme for processing PAW consisting mainly of a mineral of the serpentinite group (antigorite, chrysotile and lizardite), where the content of MgO and SiO₂ is 32-38 wt.% and 35-40% by weight, respectively. Schemes for the production of magnesium salts MgSO₄, MgCl₂ and Mg(NO₃)₂ using sulfuric, hydrochloric, and nitric acids during acid leaching of PAW are presented. It is shown that the quality of the obtained magnesium salts meets modern quality standards, and a dense amorphous layer of polysilicic acid forms on the surface of the acid-insoluble residues, changing their physico-chemical properties, including harmful effects on the environment. The obtained data and statements are substantiated on the basis of the results of the study of the reaction products of the interaction of powdery waste chrysotile asbestos and sulfuric, hydrochloric and nitric acids by chemical and X-ray phase analyses, the quality of the obtained magnesium salts is determined by comparison with the indicators of existing GOST (government) standards intended for these magnesium salts. The technological parameters and conditions for the production of sulfate, chloride and magnesium nitrate are given. Based on the results of the study, an ecological and resource-saving technology for the disposal of chrysotile-containing pulverized waste from the production of chrysotile asbestos is proposed.

Keywords: chrysotile asbestos, pulverized asbestos-containing waste, magnesium sulfate, magnesium chloride, magnesium nitrate, environment.

References

1. Oreshkin D.V., Popov K.N., Lilyak A.I., Mezhov A.G. Utilizaciya asbestocementnyh othodov v stroitel'stve [Disposal of asbestos-cement waste in construction] // Vestnik MGSU [Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering], 2011. No. 1. P. 1-3, [in Russian].
2. Kalichenko I.I., Gabdullin A.N. Sposob pererabotki serpentinita [Serpentinite processing method] // Patent 2292300 Russian Federation, IPC C01F5/02. declared 13.07.2005; published 27.01.2007, [in Russian].
3. Sagarunyan S.A., Arustamyan A.G., Agamyan E.S., Arakelyan A.M., Sagarunyan A.S. Sposob kompleksnoj pererabotki serpentinitov [Method for complex processing of serpentinites] // Patent 2953 A Republic of Armenia, IPC C01 B33/00, C09 C1/00. Published 2014, [in Russian].
4. Penskiy A.V., SHundikov N.A., Gladikova L.A. Sposob polucheniya magniya iz serpentinita [Method for obtaining magnesium from serpentinite] // Patent 2244044 Russian Federation, IPC 7 C25 C3/04. Applicant and patent holder JSC "AVISMA Titanium and Magnesium Plant"; declared 16.12.2003; published 10.01.2005. BYUL. No. 1, [in Russian].
5. Kozlov V.A., Bajgenzhenov O.S., ZHusupov K.K., SHEvelev V.V. Sposob kompleksnoj pererabotki othodov hrizotil-asbestovogo proizvodstva [Method for complex processing of chrysotile-asbestos production waste] // Patent of the Republic of Kazakhstan No. 29779, applicant and patent holder RSE on the Right of Economic Management "National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan"; declared. 14.03.2014; published. 15.04.2015, BYUL. No. 4, [in Russian].

6. Gabdullin A.N., Kalinichenko I.I., Pecherskih E.G., Semenishchev V.S. Bezothodnaya azotnokislottaya pererabotka serpentinita – othoda asbestoobogatitel'noj promyshlennosti [Waste-free nitric acid processing of serpentinite, a waste product from the asbestos processing industry] // Sbornik dokladov. II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Sovremennye resursosberegayushchie tekhnologii: problemy i perspektivy" [Collection of reports. II International scientific and practical conference "Modern resource-saving technologies: problems and prospects"], Odessa, 2012. P. 50-52, [in Russian].
7. Velinskij V.V., Gusev G.M. Sposob polucheniya oksida magniya [Method for producing magnesium oxide] // Patent 2038301 Russian Federation, IPC 6C01F5 / 06. declared. 26.06.1991; published. 27.06.1995. BYUL. No. 24, [in Russian].
8. Grigorovich M.M., Mel'nik L.I., Kuz'mina R.M. Sposob kompleksnoj pererabotki magnij-silikatosoderzhashchego syr'ya [Method for complex processing of magnesium-silicate-containing raw materials] // Patent 2285666 Russian Federation, IPC C01F5 / 06, C01B 33/142. declared. 20.07.2005; published. 20.10.2006, [in Russian].
9. Dzhafarov N.N., Otygina V.A. Vrednye primesi v volokne hrizotil-asbesta [Harmful impurities in chrysotile asbestos fiber] // Gorno-geologicheskij zhurnal [Mining and Geological Journal], 2020. No. 4. P. 4-8, [in Russian].
10. Beyseev O.B., Beyseev A.O., Shakirova G.S. Physico-Chemical and technological properties of Kazakhstan Natural mineral fillers as a basis for their use in the manufacture of composite Materials with special and medical purposes // Scientific-Practical Journal "Science and Innovations" NAS of Ukraine, 2005. Vol.1, No. 1. P. 112-115. <https://doi.org/10.15407/scin1.01.112>.
11. Velinskij V.V., Gusev G.M. Sposob kompleksnoj pererabotki serpentinita [Method for complex processing of serpentinite] // Patent 2097322 RF, IPC 6 C01B33/142. – No. 5028576/25. declared. 24.02.1992; published. 27.11.1997. BYUL. No. 5, [in Russian].
12. Aueshov A.P., Arynov K.T., Eskibaeva CH.Z., Aueshov A.A., Ibraeva A.M., Alzhanov K.B., Satimbekova A.B. Sposob pererabotki serpentinita [Serpentinite processing method] // Patent RK No. 3570. – declared. 02.07.18; publ. 21.01.19, [in Russian].
13. Aueshov A.P., Arynov K.T., Eskibaeva CH.Z. Reagentnye tekhnologii pererabotki othodov proizvodstva asbesta [Reagent technologies for processing asbestos production waste] // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 118 p., [in Russian].
14. Fedoročková A., Plešingerová B., Sučík G., Raschman P., Doráková A. Characteristics of amorphous silica prepared from serpentinite using various acidifying agents // International Journal of Mineral Processing, 2014. Vol. 130. P. 42-47.
15. Zulumyan N., Isahakyan A., Beglaryan H., Melikyan S. A study of thermal decomposition of antigorite from dunite and lizardite from peridotite // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2018. Vol.131. P.1201.