

Код МРНТИ 52.13.05

*А.М. Габитова¹, З.Ж. Абдрашева¹, Е.А. Абеуов², А.И. Ананин³¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан),²Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан),³РМК «ҚР МШКӨ ҰО» «ШФЗТКМИ түстімет» (Өскемен қ., Қазақстан)

ӨНДІРІЛГЕН КЕН ОРЫНДАРЫН ЖОҒАРЫ ТЫҒЫЗДЫҚТАҒЫ БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫМЕН ТОЛТЫРУ

Аннотация. Кен орындарын ұзақ уақыт пайдалану барысында жинақталған байыту қалдықтарының көлемі жүздеген миллион текше метрге дейін жетеді. Мұндай ірі көлемдегі қалдықтарды сақтау ауыл шаруашылығы, орман және басқа да маңызды жер қорларынан бағалы аумақтарды шығарып тастауға әкеледі. Сондықтан қалдық қоймаларын орналастыру мәселесі экологиялық және техникалық тұрғыдан өзекті болып отыр. Жүргізілген зерттеулер байыту қалдықтарын қайта пайдалану мүмкіндігін, әсіресе толтырмалау үшін қоюландырылған қалдықтарды қолданудың тиімді екенін көрсетті. Қоюландыру процесі қалдықтардың жалпы мөлшерін азайтып, суды қайталама қолдану арқылы су ресурстарын үнемдеуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге ұзақ уақыт бойы сұйылтылған күйінде тұрақты сақталатын, қабыршақтанбайтын, жақсы реологиялық қасиеттерге ие икемді пасталық материал алынады, бұл оны жер асты кеністігін қауіпсіз толтыруда қолдануға жағдай жасайды.

Түйінді сөздер: паста, толтырым, жерасты жұмыстар, қазылған кеңістік, байыту қалдықтары, «қоюлатылған» қалдықтар.

Laying of mined-out mine spaces with high-density enrichment tailings

Abstract. During long-term ore mining, enrichment tailings can accumulate to hundreds of millions of cubic meters, and their storage demands large land areas, creating environmental and technical challenges. Research demonstrates that reusing tailings – particularly thickened tailings – is an effective backfilling approach. Thickening reduces waste volume, conserves water, and produces a stable paste-like material that remains uniform without segregation, ensuring safe filling of mined-out spaces. Thickened tailings also improve backfill stability, lower subsidence risks, and enhance underground safety. Their controlled consistency allows reliable, energy-efficient pipeline transport. Integrating tailings into backfill supports sustainable mining by reducing waste-storage areas and decreasing the need for natural aggregates, making thickened tailings a valuable solution for modern mining operations.

Key words: paste, bookmark, underground mining, enrichment tails, «condensed» tails.

Закладка выработанных пространств рудников хвостами обогащения высокой плотности

Аннотация. Объем отходов обогащения при эксплуатации рудных месторождений может достигать сотен миллионов кубических метров. Их длительное хранение требует отвода значительных площадей под хвостохранилища, усиливая экологическую нагрузку и повышая затраты на защитные гидротехнические сооружения. Опыт показывает, что одним из наиболее эффективных решений является использование «сгущенных» хвостов в закладочных смесях. Сгущение снижает общий объем отходов, повышает степень обезвоживания и позволяет возвращать большую часть воды в оборот. Полученный материал обладает стабильной текучестью и однородной структурой, может длительно оставаться в разжиженном состоянии без расслоения, что облегчает его транспортировку и укладку в выработанное пространство. Применение сгущенных хвостов повышает безопасность горных работ, улучшает устойчивость закладочного массива и снижает экологическое воздействие предприятий.

Ключевые слова: паста, закладка, подземная разработка, выработанное пространство, хвосты обогащения, «сгущенные» хвосты.

Кіріспе

Қазіргі таңда жер қойнауын тиімді және экологиялық қауіпсіз пайдалану әлемдік тау-кен өнеркәсібі үшін стратегиялық маңызға ие. Кен өндіру көлемінің артуы мен байыту процестерінің күрделенуі нәтижесінде қалдықтардың жиналуы жедел өсіп, олардың көлемі жүздеген миллион текше метрге дейін жетеді. Мұндай қалдықтарды дәстүрлі әдістермен сақтау – құнды жер қорларын пайдаланудан шығару, экологиялық тәуекелдердің артуы және қосымша инфрақұрылымдық шығындардың ұлғаюы сияқты бірқатар күрделі мәселелерді туындатады [1, 2, 3].

Соңғы жылдары байыту қалдықтарын қайта өңдеп, оларды жер асты кеңістіктерін толтыруда қолдану бағытында ғылыми қызығушылық артып келеді. Зерттеу нәтижелері көптеген шахталарда пасталық толтырмаларды сорғыларды қолданбай-ақ құбыр арқылы тасымалдау мүмкін екенін көрсетті, бұл технологиялық және экономикалық тиімділіктің жаңа деңгейін қамтамасыз етеді. Қоюландырылған қалдықтарды пайдалану қалдық көлемін азайтып қана қоймай, пастаның реологиялық қасиеттерін жақсартып, оның құбыр желісі арқылы тұрақты әрі циклдік режимде берілуіне мүмкіндік береді.

Бұл тәсіл пасталық толтырымның беріктік және дренаждық қасиеттері жоғары жасанды массивтерді қалыптастыруына жағдай жасайды. Осылайша, «қоюлатылған» байыту қалдықтарын қолдану тау-кен кәсіпорындары үшін экологиялық жүктемені азайтуға, цемент шығынын төмендетуге және өндірістік процестердің жалпы тиімді-

лігін арттыруға бағытталған маңызды технологиялық шешім болып табылады [4, 5].

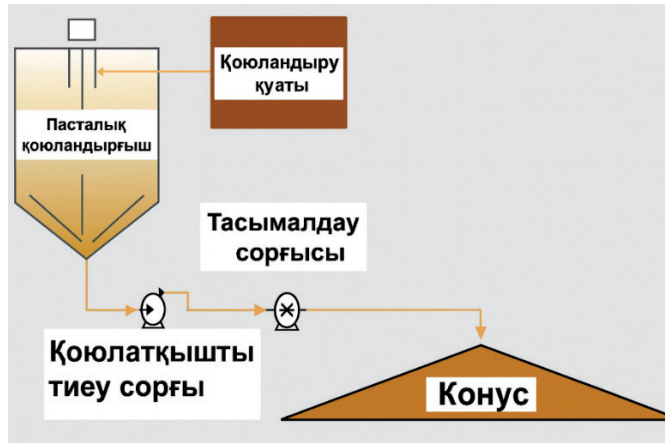
Зерттеу материалдары мен әдістері

Паста қоюландыру технологиясы тау-кен өндірісіндегі бірқатар маңызды мәселелерді тиімді шешеді. Қалдықтарды қоюлату тұндырғыштарға тәуелділікті азайтып, зауытта қайта қолдануға жарамды таза су алуға мүмкіндік береді. Паста тоғандарда қауіпсіз сақталады: ол түбіне шөгіп, тығыз күйде қалып, жоғарғы қабаттағы судың әсеріне ұшырамайды және қажет болса шахталарды толтыруға пайдаланылады. Бұл технология қалдықтардың конустық үйінділерін қалыптастырып, олардың ауданы мен ағып кету қаупін дәстүрлі әдістермен салыстырғанда айтарлықтай төмендетеді.

Бүгінгі таңда пастаны қоюландыру технологиясы тау-кен өнеркәсібіндегі көптеген мәселелердің ұзақ мерзімді шешімін қамтамасыз ете алады.

Осылайша, паста қымбат фильтрацияға балама ретінде кен қазбаларын (шахталарды) толтыру үшін оңтайлы материал болып табылады. Қайта толтыру үшін жоғары берік паста қажет болса, ол байланыстырғышпен (мысалы, портландцемент) және сумен араластырылады, ол айдау және құбырлар кезінде тұтқырлықты бақылау үшін қосылады [6, 7].

Паста – байланыстырушы қоспа шахта ұңғымасына айдалады, содан кейін ауырлық күшінің әсерінен құю нүктесіне тасымалданады. Кен қазбаларын пастамен қайта



Сурет 1. Пастаны дайындау технологиясы.
Figure 1. Paste preparation technology.
Рис. 1. Технология приготовления пасты.



Сурет 2. СЦ-5П паста қоюландырғышы.
Figure 2. SC-5P paste thickener.
Рис. 2. Пастовый уплотнитель СЦ-5П.

толтыру да қалдықтарды жоюдың (көшірудің) үнемді әдісі болып табылады.

Паста толтыру материалдары судың аз мөлшері және байыту қалдықтарын тиімді қайта өңдеу мүмкіндігі арқасында дәстүрлі суспензиялық толтырмалардан айтарлықтай тиімді. Су мөлшерінің төмендеуі толтырманың беріктігі мен біртектілігін арттырып, қабаттасу ықтималдығын азайтады, цемент шығынын 40–60%-ға қысқартады және қатаю уақытын төмендетеді. Бұл қалыптарды орнату, дренаж және тазалау сияқты жанама шығындарды 80%-ға дейін азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, диірмен қалдықтарын жер асты қазбаларына көму қалдық қоймаларының көлемін азайтып, экологиялық әсерді төмендетеді, жер асты суларының ластану қаупін барынша азайтады.

Соңғы жылдары Канада, Германия, Оңтүстік Африка және басқа елдерде пасталық толтыру технологиясы кеңінен енгізіліп келеді. Бұл әдіс Қазақстан шахталарында қолданылатын дәстүрлі тәсілдерге қарағанда бірқатар

артықшылықтарға ие. Сондықтан бұл технологияны жер асты кен орындарын игеруде қолдану мүмкіндігін талдау және оның негізгі аспектілерін айқындау маңызды.

Соңғы онжылдықта паста материалдарын тасымалдау технологиясы едәуір дамыды. Бастапқыда ол жерасты кен қазбаларын толтыру үшін қолданылғанмен, бос жыныстардың дренаждық қасиеттерінің төмендігі олардың толтырғыш ретінде жарамсыз болуына әкелді. Паста тәрізді қоспаларды пайдалану бұл мәселені шешіп, беріктігі жоғары цементтелген толтыру алуға мүмкіндік береді. Пастаның төмен тұтқырлығы құм, бос жыныс, шлак сияқты ірі материалдарды да тиімді тасымалдауға жағдай жасайды. Бұл қасиет әртүрлі фракциялы жыныстарды біріктіріп, қауіпсіз әрі үнемді толтыру материалын дайындауға мүмкіндік береді. Толтырғыш материалдардың салыстырмалы сипаттамалары 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Толтырым түрлерінің салыстырмалы сипаттамалары

Table 1

Comparative characteristics of bookmark types

Таблица 1

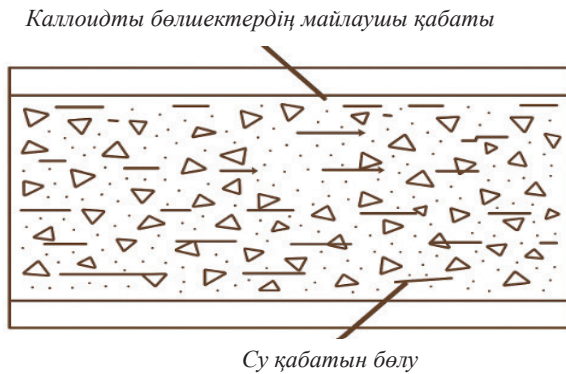
Сравнительная характеристика видов закладки

Толтырым түрі			
Көрсеткіштер	Жыныстар	Пульпа	Паста
Жағдайы	Құрғақ	60–75% қатты	65–85% қатты
Тасымалдау сұлбасы	Тау жыныстарын тасымалдау, инжекторлар	Құбыр, ұңғымалар	Құбыр, ұңғымалар
Цементтің қажет пе	Міндетті емес	Міндетті емес	Қажет
Сегрегация	Тау жыныстарын тасымалдау кезінде	Пульпаны тасымалдау кезінде	жоқ
Толтыру толықтығы	қиын	Мүмкін емес	жеңіл
Өнімділік	100–400т/сағ	100–200т/сағ	50–200т/сағ

Паста толтырымын қолдану тау-кен өнеркәсібіндегі маңызды инновациялардың бірі болып табылады. Паста – су мен түйіршікті материалдың қоспасы, тұтқырлығы жоғары болғанымен, сұйықтық тәрізді өтімділікке ие жүйе. Мұндай қасиет қоспадағы коллоидтық бөлшектердің суды ұстап тұруына және құбыр қабырғалары бойымен таралуына байланысты қалыптасады.

Пастаның қозғалысын түсіндіру үшін «өзек» ұғымы қолданылады. Паста суспензия ретінде емес, орталық бөлігі жоғары жылдамдықпен қозғалатын «ағындық өзегі» бар құрылымды орта түрінде тасымалданады. Өзектен шетке қарай қозғалыс жылдамдығы төмендеп, құбыр қабырғаларына жақын аймақта майлаушы қабат түзіледі. Бұл қабат коллоидтық бөлшектерден тұрады және өзектегі ірі бөлшектердің үйкелісін азайтады.

Зерттеулер пастаның ағындық өзегі оның ең ұсақ фракцияларының ионизациясы нәтижесінде қалыптасатынын көрсетті. Үйкеліс әсерінен құбыр қабырғалары мен бөлшектер арасында карама-қарсы зарядтар пайда болып, коллоидтық бөлшектер қабырғаларға тартылып, майлаушы қабат түзеді. Бұл құбылыс материалдың аз бөлігімен-ақ тиімді ағын түзуге мүмкіндік береді (3-сурет).



Сурет 3. Коллоидты бөлшектердің құбыр шеттеріне шығуы.

Figure 3. Migration of colloidal particles toward the pipe walls.

Рис. 3. Выход коллоидных частиц к стенкам трубы.

Кесме 2

Бастапқы паста материалының үлгілерінің бір осьтік сығымдалу беріктігі

Table 2

Uniaxial compressive strength of initial paste material samples

Таблица 2

Прочность на одноосное сжатие образцов исходного пастового материала

№ п/п Материал атауы	Бір осьтік қысу күші, МПа, қатаю кезеңінде, күн			
	7 күн	14 күн	28 күн	180 күн
1 Түпнұсқа паста (цементсіз)	0	0	0	0

Паста тәріздес толтырғыш қоспалар дәстүрлі материалдармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие. Бұл, негізінен, су мөлшерінің аздығы мен флотациялық қалдықтарды пайдалануға мүмкіндік беруімен байланысты. Су құрамының төмен болуы толтырудың беріктігін, біртектілігін арттырады, қабаттасуды азайтады және окшаулағыш линтельдерге түсетін қысымды төмендетіп, құрылыс пен дренажға кететін шығындарды қысқартады. Флотациялық қалдықтарды толтыруға пайдалану қоймалардың көлемін және қоршаған ортаға әсерді айтарлықтай азайтады [8].

Паста толтырымының негізгі артықшылықтары

1. Жақсартылған сапа

- дренаж кезінде цементтің ең аз шығыны; біртекті масса.

Агрегация нәтижесінде қабатсыз толтыру қоспасы.

2. Материалдардың құнының төмендеуі

- цемент шығынын 40–60%-ға азайту;
- линтель құрылысына арналған материалдар шығынын 80%-ға дейін азайту;
- тау-кен және өңдеу өнеркәсібінің қатты қалдықтарын кеңінен пайдалану.

3. Өнімділіктің артуы

- өндірілген кеңістікке толтыру қоспасын үздіксіз беру есебінен толтыру жұмыстарының қарқындылығын арттыру және осыған байланысты толтыру уақытын 20%-ға дейін қысқарту;

- шахталарды тазалау көлемін 80%-ға дейін азайту.

4. Қоршаған ортаны қорғау

- қалдық қоймаларының көлемін 50%-ға қысқарту;
- гидротехникалық кешенге қойылатын талаптардың төмендеуі;

- мелиоративтік талаптарды азайту.

Паста салмасын дайындауға шектеулер. Бірқатар технологиялық және экономикалық шектеулер бар:

- біркелкі гранулометриялық құрамы бар құю қоспаларын құбырлар арқылы тасымалдау өте қиын, себебі оларда өзек үшін шекаралық ағын жағдайларын құрайтын ұсақ фракцияның жеткіліксіз мөлшері;

- ұсақ фракцияның көлемін ұлғайту толтырғыш материалды сусыздандыру үшін көп күш жұмсауды талап етеді, бұл өз кезегінде жабдық пен электр энергиясына шығындарды талап етеді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу нәтижелері паста тәріздес толтырғыш қоспаларының дәстүрлі материалдарға қарағанда айқын артықшылықтарын көрсетті. Судың аз мөлшері қоспаның механикалық беріктігін арттырып, біртекті құрылым мен 28 күн ішінде 95%-ға дейін жететін жоғары нығыздалу беріктігін қамтамасыз етеді.

Гидравликалық талдау пастадағы коллоидтық бөлшектердің құбыр қабырғаларында майлаушы қабат түзіп, тасымалдаудың тұрақтылығын жақсартатынын көрсетті. Қоспаның тиімді тасымалдануы үшін < 20 мкм бөлшектер үлесі кемінде 15% болуы шарт. Құбыр тізбектеріндегі ұзындық қатынасының да маңызы зор: 3:1 қатынасында өнімділік 200 т/сағ шамасында болса, қатынас артқан сайын өнімділік 50%-ға дейін төмендейді.

Экономикалық жағынан паста технологиясы цемент шығынын 40–60%-ға, қосымша құрылыс материалдары шығынын 80%-ға дейін қысқартады. Флотациялық және үгінді қалдықтарын пайдалану қалдық қоймаларының көлемін шамамен 50%-ға азайтып, экологиялық әсерді төмендетеді.

Экологиялық тұрғыдан паста технологиясы суды тиімді пайдалану, жер асты суларының ластану қаупін азайту және қалдықтарды басқару талаптарын жеңілдету арқылы маңызды артықшылық береді.

Сонымен қатар технологиялық шектеулер де анықталды: ұсақ фракциялардың жеткіліксіз мөлшері тасымалдауды қиындатады, ал құбырлардың жоспарлануы өнімділікке тікелей әсер етеді. Бұл факторлар паста құрамын және тасымалдау жүйесін оңтайландыруды қажет етеді.

Жалпы алғанда, паста тәріздес толтырғыш технологиясы тау-кен өндірісінің қауіпсіздігін, экологиясын және экономикалық тиімділігін арттыратын перспективалы әдіс ретінде бағаланады [9, 10].

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулер паста тәріздес қаптама қоспаларының дәстүрлі толтырғыш материалдардан бірқатар артықшылықтарға ие екенін көрсетті. Қоспаның физика-механикалық, реологиялық және экологиялық қасиеттеріне жасалған талдау оның технологиялық тиімділігін растады.

Пастаның негізгі ерекшелігі – еркін судың аз болуы және ұсақ фракциялардың жоғары үлесі. Бұл қатаю процесін күшейтіп, толтырылған массивтің беріктігі мен біртектілігін арттырады. Қоспаның тығыздығы 1.8–2.2 т/м³, ал 28 күндік қысу беріктігі 6–8 МПа-ға жетеді.

Зерттеу қорытындылары:

1. Паста тәріздес қоспалар – экологиялық таза және экономикалық тиімді толтыру технологиясы.

2. Оптималды құрам: ұсақ фракциялар $\geq 20\%$, байланыстырғыш 6–10%, су $\leq 15\%$ – бұл жақсы реологиялық қасиеттер мен жоғары беріктікті қамтамасыз етеді.

3. Портландцемент негізіндегі қоспалар тез қатаяды, ал күл мен шлак қосылған варианттар ұзақ мерзімді тұрақтылық береді.

4. Паста технологиясы өндірістік қалдықтарды тиімді қайта өңдеп, ресурстарды үнемдейді.

5. Геомеханикалық модельдеу пастамен толтырылған кеңістіктердің кернеу үлестіруін тұрақтандыратынын және опырылу қаупін азайтатынын көрсетті.

Қорытындылай келе, паста тәріздес қаптама қоспалары – қазіргі тау-кен өнеркәсібінде экологиялық қауіпсіз, сенімді және экономикалық тұрғыдан тиімді технология, әрі оны өндірісте кеңінен қолдану маңызды.

Қаржыландыру

Бұл мақала BR24992854 «Шығыс Қазақстан облысының тау-металлургия саласының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін бәсекеге қабілетті ғылыми негізделген технологияларды әзірлеу және іске асыру» тақырыбы бойынша Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2024–2026 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру конкурсы аясында дайындалды.

Алғыс

Авторлар әріптестеріне әдістемелік қолдау және пайдалы талқылаулар үшін, сондай-ақ мақаланың сапасын жақсартуға ықпал еткен құнды ескертулер үшін анонимді рецензенттерге алғыс білдіреді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ци С., Фоури А. Пайдалы қазбаларды байыту қалдықтарын басқару үшін цементтелген пасталық толтырма: шолу және болашақ перспективалар // Тау-кен өндірісі. 2019. Т. 106025. Б. 144. (ағылшын тілінде)
2. Металл кен орындарында жасыл тау-кен ісі үшін цементтелген пасталық толтырманың негізгі теориясы мен технологиясы / Ву А. [және т.б.] // Жасыл және тау кен инженериясы. 2024. Т. 1. № 1. Б. 27–39 (ағылшын тілінде)
3. Сю Джао, Энди Фоури, Чонг-чонг Ци. Жерасты кен қазбаларында қалдықтар негізінде дайындалған толтырманың механикасы мен қауіпсіздік мәселелері // Халықаралық минералдар, металлургия және материалдар жинағы. 2020. Т. 27. № 9. Б. 1165–1178 (ағылшын тілінде)
4. Ялымов Р.Н., Тәжібаев Д.Қ., Исағалиева С.У. Хайдаркан мемлекеттік автономиялық округінде өнеркәсіптік қалдықтарды толтыру қоспаларын дайындау үшін пайдалану // Механиканың заманауи мәселелері. 2018. № 34 (4). Б. 57–65 (орыс тілінде)
5. Кузьмин Е.В., Святецкий В.С., Марковец В.В. Уран рудасын өңдеу қалдықтарын жерасты кәдеге жарату үшін паста алу үшін қоюландыру // Тау-кен журналы. 2018. № 7. Б. 73–77 (орыс тілінде)
6. Белем Т., Бензааза М. Жерасты кен қазбалары үшін пасталық толтырма технологиясын жобалау және қолдану // Геотехнологиялық және геологиялық инженерия. 2018. Бөл. 26 (2). Б. 147–174 (ағылшын тілінде)
7. Юнь С. Паста/толтырма технологияларындағы жаңа бағыттар туралы арнайы шығарылымға редакциялық кіріспе // Халықаралық минералдар, металлургия және материалдар жинағы. 2023. Т. 30. № 10. Б. 1673–1674 (ағылшын тілінде)
8. Ғазиев У.А., Рахимов Ш.Т. Тау-кен металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын пайдалана отырып толтыру қоспаларының оңтайлы композицияларын әзірлеу // Құрылыстағы, жылумен жабдықтаудағы және энергиямен қамтамасыз етудегі заманауи технологиялар: халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары, ФСБЕИ НЕ «Н.И. Вавилов атындағы Саратов мемлекеттік аграрлық университеті», құрылыс және жылу-газбен жабдықтау бөлімі, 2015. Б. 78–80 (орыс тілінде)
9. Абен Х., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н. Қабаттарды қайта толтырылған кеңістіктермен жанасуда жарылыс жасау технологиясы // Қазақстан тау-кен журналы. 2017. № 11. Б. 4–5 (ағылшын тілінде)
10. Йылмаз Э., Фалл М. Пасталық қалдықтарды басқару: Пасталық және қоюландырылған қалдықтарды басқару жөніндегі халықаралық монография: Springer, 2015. 195 б. (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Qi C., Fourie A. Cemented paste backfill for mineral tailings management: review and future perspectives // Minerals Engineering. 2019. V. 106025. 144 p. (in English)

2. *Key theory and technology of cemented paste backfill for green mining of metal mines / Wu A. [et al.] // Green and Smart Mining Engineering. 2024. V. 1. No. 1. 27–39 pp. (in English)*
3. *Xu Zhao, Andy Fourie, Chong-chong Qi. Mechanics and safety issues in tailings-based backfill in underground mines // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. 2020. V. 27. No. 9. 1165–1178 pp. (in English)*
4. *Ylymov R.N., Tazhibayev D.K., Isagalieva S.U. Ispol'zovanie promyshlennykh otkhodov Khaidarkanskogo gosudarstvennogo avtonomnogo okruga dlya prigotovleniya zapolnitel'no-smesevykh sostavov [Use of industrial waste of the Khaidarkan State Autonomous District for preparing backfill mixtures], Sovremennye problemy mekhaniki [Modern Problems of Mechanics]. 2018. No. 34 (4). 57–65 pp. (in Russian)*
5. *Kuzmin E.V., Svyatetsky V.S., Markovets V.V. Utoleshchenie dlya polucheniya pasty pri podzemnoi utilizatsii otkhodov pererabotki uranovykh rud [Thickening to obtain paste for underground disposal of uranium ore processing waste], Gornyi Zhurnal [Mining Magazine]. 2018. No. 7. 73–77 pp. (in Russian)*
6. *Belem T., Benzaazoua M. Design and application of underground mine paste backfill technology // Geotechnical and Geological Engineering. 2018. V. 26 (2). 147–174 pp. (in English)*
7. *Yun S. Editorial introduction to a special issue on new trends in paste/backfill technologies // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. 2023. V. 30. No. 10. 1673–1674 pp. (in English)*
8. *Gaziev U.A., Rakhimov Sh.T. Razrabotka optimal'nykh kompozitsii zapolnitel'no-smeshannykh sostavov s ispol'zovaniem otkhodov gorno-metallurgicheskoi promyshlennosti [Development of optimal compositions of backfill mixtures using mining and metallurgical industry waste], Sovremennye tekhnologii v stroitel'stve, teplosnabzhenii i energosnabzhenii: materialy mezhd. nauch.-prakt. konferentsii, FGBOU VO «Saratovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet im. N.I. Vavilova», kafedra stroitel'stva i teplo-gazosnabzheniya [In: Modern Technologies in Construction, Heat Supply and Energy Supply: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Department of Construction and Heat-Gas Supply]. 2015. 78–80 pp. (in Russian)*
9. *Aben Kh., Krupnik L.A., Shaposhnik Y.N. Technology of blasting operations when seams contact with re-filled space // Mining Magazine of Kazakhstan. 2017. No. 11. 4–5 pp. (in English)*
10. *Yilmaz E., Fall M. Paste Tailings Management: International monograph on paste and thickened tailings management: Springer, 2015. 195 pp. (in English)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Ци С., Фоури А. Цементированный пастовый твердеющий материал для управления хвостами обогащения: обзор и перспективы развития // Горнодобывающая промышленность. 2019. Т. 106025. С. 144 (на английском языке)*
2. *Ключевая теория и технологии цементованного пастового твердеющего материала для «зеленой» разработки месторождений металлов / Ву А. [и др.] // Зеленая и горная инженерия. 2024. Ч. 1. № 1. С. 27–39 (на английском языке)*
3. *Сю Джао, Энди Фоури, Чонг-чонг Ци. Механика и вопросы безопасности при использовании заполнителя на основе хвостов в подземных горных выработках // Международный журнал по минералам, металлургии и материалам. 2020. Т. 27. № 9. С. 1165–1178 (на английском языке)*
4. *Ялымов Р.Н., Тажибаяев Д.К., Исагалиева С.У. Использование промышленных отходов Хайдарканского государственного автономного округа для приготовления заполнительно-смесевых составов // Современные проблемы механики. 2018. № 34 (4). С. 57–65 (на русском языке)*
5. *Кузьмин Е.В., Святецкий В.С., Марковец В.В. Утолщение для получения пасты при подземной утилизации отходов переработки урановых руд // Горный журнал. 2018. № 7. С. 73–77 (на русском языке)*
6. *Белем Т., Бензаазуа М. Проектирование и применение технологии пастового твердеющего заполнителя в подземных горных работах // Геотехническая и геологическая инженерия. 2018. Т. 26 (2). С. 147–174 (на английском языке)*
7. *Юнь С. Редакционное вступление к специальному выпуску о новых направлениях в технологиях пасты/заполнителя // Международный журнал по минералам, металлургии и материалам. 2023. Т. 30. № 10. С. 1673–1674 (на английском языке)*
8. *Газиев У.А., Рахимов Ш.Т. Разработка оптимальных композиций заполнительно-смешанных составов с использованием отходов горно-металлургической промышленности // Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергоснабжении: материалы межд. науч.-практ. конференции, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», кафедра строительства и тепло-газоснабжения, 2015. С. 78–80 (на русском языке)*
9. *Абен Х., Крупник Л.А., Шапошник Ю.Н. Технология ведения взрывных работ при контакте пластов с повторно заполненным пространством // Горный журнал Казахстана. 2017. № 11. С. 4–5 (на английском языке)*
10. *Йылмаз Э., Фалл М. Управление пастовыми хвостами: межд. монография по управлению пастовыми и сгущенными хвостами: Springer, 2015. 195 с. (на английском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Габитова А.М., техника ғылымдарының магистрі, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы, «Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КЕАҚ (Өскемен қ., Қазақстан), ayauzhan.gabitova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7279-0433>

Абдрашева З.Ж., техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, «Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті» КЕАҚ (Өскемен қ., Қазақстан), zamira91189@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0007-8916-1845>

Абеуов Е.А., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Абылқас Сагинов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ (Қарағанды қ., Қазақстан), erkebulan69@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6420-565X>

Ананин А.И., техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық Ақпараттандыру Академиясының (ХАА) академигі, ХАА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және инфрақұрылымдық даму министрлігі Өнеркәсіптік даму комитетінің Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу Ұлттық орталығы филиалы директорының орынбасары (Өскемен қ., Қазақстан), aiia57@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3075-9734>

Information about the authors:

Gabitova A.M., Master's degree, Senior Lecturer at the School of Earth Sciences, NJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University» (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Abdrasheva Z.Zh., Master's degree, Senior Lecturer at the School of Earth Sciences, NJSC «D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University» (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Abeuov Ye.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, «Abylqas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Ananin A.I., Cand. of tech. sc., Academician of the International Academy of Informatization (IAI), corresponding member of IAI, Deputy Director of filial agency of the National Center for Complex Processing of Mineral Raw Materials, Industrial Development Committee of the Ministry of Industry and Infrastructural Development of the Republic of Kazakhstan (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Информация об авторах:

Габитова А.М., магистр техн. наук, ст. преподаватель Школы наук о Земле, НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серікбаева» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Абдрашева З.Ж., магистр техн. наук, ст. преподаватель Школы наук о Земле, НАО «Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серікбаева» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Абеуов Е.А., канд. техн. наук, доцент, НАО «Қарағандинский технический университет им. Абылқаса Сагинова» (г. Қарағанда, Қазақстан)

Ананин А.И., канд. техн. наук, академик Международной академии информатизации (ИАИ), член-корреспондент ИАИ, зам. директора филиала Национального центра комплексной переработки минерального сырья Комитета промышленного развития Министерства промышленности и инфраструктурного развития Республики Казахстан (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)



**14-16 АПРЕЛЯ
2026 ГОДА**

ГОРОД КАЗАНЬ

**25-АЯ ЮБИЛЕЙНАЯ
ЕЖЕГОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МАС ГНБ**

главное событие 2026 года в области
бестраншейного строительства
подземных коммуникаций
на постсоветском пространстве