

Код МРНТИ 52.13.19

Т.К. Исабек, Ш.Б. Зейтинова, Г.М. Жүніс

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

ЖЕР АСТЫ БӨЛІГІН ТІК ОҚПАДАРМЕН АШУ КЕЗІНДЕ ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАР КЕН ОРЫНДАРЫН АРАЛАС ҚАЗУ ТӘЖІРИБЕСІНЕ ШОЛУ

Аңдатпа. Пайдалы қазбаларды өңдеу тереңдігінің ұлғаюымен, шахта оқпандарының орналасу орнын таңдау және олардың орнықтылығын есептеуге әсер ететін аралас геотехнология мен массивтің анықталмаған геомеханикалық жағдайында жерасты және ашық тау-кен жұмыстарының әсерінен туындайтын мәселелерді геомеханикалық есептеу, бүкіл кен орнын толық өндіру процесін одан әрі дамытуға әсер ететін маңызды ғылыми-техникалық міндетке айналады. Қатты пайдалы қазбалар кен орындарын өндірудің әлемдік тәжірибесін талдау соңғы 50-60 жылда аралас өндіру әдісінің кеңінен қолданылуын көрсетеді. Отандық және шетелдік тау-кен кәсіпорындарында кен орындарын аралас өндіру кен орындарының ауыспалы тереңдігіне байланысты қолданылады, бұл негізінен тік және көлбеу құлау кеншоғырларына тән. Аралас өндірудің мәні болып жоғарғы деңгейликтерді ашық тәсілмен, ал төменгі деңгейликтерді жер асты тәсілімен алу табылады.

Түйінді сөздер: пайдалы қазбалар, аралас геотехнология, шахталық оқпан, шахталық оқпанды салу орны, контурдан тыс қорлар, карьер астындағы қорлар, тік қазбалар, аралас өндіру.

Обзор опыта смешанной разработки месторождений полезных ископаемых при вскрытии подземной части вертикальными стволами

Аннотация. С увеличением глубины отработки полезных ископаемых решение геомеханических задач, влияющих на проблему выбора места заложения шахтных стволов и расчета их устойчивости в условиях комбинированной геотехнологии и неопределенного геомеханического состояния массива, возникающего под влиянием подземных и открытых горных работ, становится важной научно-технической задачей, влияющей на дальнейшее развитие процесса полной отработки всего месторождения. Анализ мировой практики разработки месторождений твердых полезных ископаемых указывает на широкое применение в последние 50-60 лет комбинированного способа разработки, которая на отечественных и зарубежных горнодобывающих предприятиях применяется в связи с переменчивой глубиной залегания месторождений, что характерно в основном для залежей крутого и наклонного падения. Сущность комбинированной разработки заключается в том, что верхние горизонты разрабатываются открытым способом, а нижние подземным.

Ключевые слова: полезные ископаемые, комбинированная геотехнология, шахтный ствол, место заложения шахтного ствола, законтурные запасы, подкарьерные запасы, вертикальные выработки, комбинированная разработка.

Review of the experience of combined mining of mineral deposits when opening the underground part with vertical trunks

Abstract. With an increase in the depth of mining, the solution of geomechanical problems affecting the problem of choosing the location of mine shafts and calculating their stability in conditions of combined geotechnology and an uncertain geomechanical state of the massif arising under the influence of both underground and open-pit mining becomes an important scientific and technical task affecting the further development of the process of complete mining of the entire deposit. The main methods of developing solid minerals are open and underground methods. However, an analysis of the world practice of developing deposits of solid minerals also indicates the widespread use of the combined method of development in the last 50-60 years. Combined development of deposits at domestic and foreign mining enterprises is used due to the variable depth of deposits, which is typical mainly for deposits of steep and inclined fall. The essence of the combined development is that the upper horizons are developed in an open way, and the lower ones are developed underground.

Key words: minerals, combined geotechnology, mine shaft, the location of the mine shaft, legal reserves, underground reserves, vertical workings, combined development, depth of mining, geomechanical problems.

Кіріспе

Әлемдік тәжірибені талдау көрсеткендей, кенді кен орындарында контурдан тыс кен қорлары негізінен тік (70%-ға дейін), сирек көлбеу ұңғымалармен ашылады, оларды пайдалы қазбаларды беру, жұмысшыларды түсіру және көтеру, желдету және т. б. үшін пайдалануға болады. Аралас өндіру кезінде тік оқпандармен ашу әдісін қолданудың артықшылығы жер асты кенішін салу мерзімін қысқартумен және оны тез пайдалануға берумен байланысты. Мұндай кен орындарында негізінен келесі сызба таралды: кен орнының жоғарғы бөлігіндегі кеншоғырларды таяз карьермен бастапқы игеру (80-100 м тереңдікке дейін, кейде одан да көп), содан кейін карьердің қорларын өндірумен қатар жер асты кенішінің құрылысы.

Жер асты игеруге жататын карьер астындағы қорларды ашу кезінде пайда болған карьерлік кеңістік пайдаланылуы мүмкін. Берма жағдауларынан немесе тікелей карьердің түбінен тік және көлбеу аршылатын қазбалардан, штольнялардан, құламалардан үңгілеу кең таралған. Қорларды ашық және жер асты тәсілдерімен қатар өндіру кезінде карьерден және

жер асты кенішінен кен массасын шығару, жер асты ұсақтау кешенін, карьердің өзінде қосалқы және жөндеу шаруашылықтарын орналастыру үшін көлік қазбаларын бірлесіп пайдалану кеңінен қолданылады.

Сонымен қатар, карьер астындағы қорларды алудың карьерлік кеңістіктің шегінен тыс жер асты бөлігін ашу әдісі кеңінен қолданылды. Ашық тау-кен жұмыстары аяқталғаннан кейін жерасты деңгейликтері күрделі тау-кен қазбаларымен (тік, көлбеу оқпандармен, штольнялармен, гезенектермен) ашылады.

Кен орнының тереңдігіне байланысты карьерден төмен жатқан қорлар көбінесе карьер аймағынан тыс жоғарыдан өтетін тік және көлбеу оқпандармен ашылады және кен шығару, адамдарды түсіру және көтеру, желдету үшін қолданылады. Бұл ашу сызбаларының артықшылығы жерасты кенішін салу мерзімдерін едәуір қысқарту және негізгі және қосалқы жерасты қазбаларының ұзындығын азайту есебінен күрделі шығындарды төмендету болып табылады.

Негізгі бөлім

Қазақстанда және әлемде аралас тәсілмен кен орындарын өндірудің неғұрлым белгілі жағдайлары

мыналар: Нұрқазған алтын-мыс кен орны, «Үшқатын-III» қорғасын-барит және темір-марганец кен орны, Ақжал қорғасын-мырыш кен орны, Зырян полиметаллды кенді кен орны, Малеев кен орны, Гайский мыс-колчедан кен орны, Алтын-Топқан қорғасын-мырыш кен орны, Естюнин кен орны, Ганнер уран кен орны, Кирунавара темір кен орны, Алмаз өндіретін Финш кеніші, Премьер Алмас кеніші және т. б. [1].

Нұрқазған алтын-мыс кен орны бастапқыда ашық тәсілмен игеріліп, кейін жер асты өндіру тәсіліне көшкен жаңа кен орындарының бірі болып табылады.

Кен орны өзек тәрізді. 180 м тереңдікке дейін ашық тәсілмен өндірілген, қазіргі уақытта жер асты тәсілімен өндіріліп жатыр. Жер асты қазу жұмыстары этажаралық құлау қазу жүйелерімен жүргізілді, биіктігі 30 м болатын этажаралық қабаттар шахмат түрінде орналасқан. Қабылданған қазу жүйесі кентіректерді қалдыруды көздемейді және пайдалы қазбалардың ең аз шығынын қамтамасыз етеді (10%). Кен орнында кен денелерінің жатуының тау-кен-геологиялық жағдайлары бойынша қазудың аралас тәсілі таңдап алынды: жоғарғы қабаттарды ашық тәсілмен және төменгі қабаттарды жерасты тәсілімен өндіру^{1,2}.

Карьердің тереңдігі 360 м белгісімен шектеледі және өтпелі аймақтың қорлары (335 м және 305 м этажаралық) жерасты әдісімен өндіруге жіберіледі. Бұл қорларды ашу карьер жағдауынан 400 м белгіге өтетін құлама арқылы жүзеге асырылады. Бір уақытта жоғарыдан көлік еңісі және концентрациялық деңгейжиектер деңгейінде хабарламалары бар «Ауа беруші-клеттік» тік оқпан өтеді. Концентрациялық деңгейжиектердің қазбалары 185 м, – 60 м, – 245 м және – 420 м белгілерінде орналасады. Көліктік еңіс және концентрациялық деңгейжиектердің қазбалары кенді жер бетіне және байыту фабрикасына беру үшін таспалы конвейерлермен жабдықталады. «Ауа беруші-клеттік» оқпанынан биіктігі бойынша 100 м сайын кен қабаттарының қазбалары өтеді. Кенді деңгейжиектер өздігінен жүретін жабдықтың қозғалысы үшін көліктік құламалармен өзара қосылады. Тау-кен жұмыстарының төмендеуіне қарай жұмыс қабаттарының деңгейжигінен жоғары орналасқан көлік құламалары ауаның шығатын ағынын беру үшін пайдаланылады.

Үшқатын-III кен орны жағдайында, қолданыстағы тау-кен – технологиялық жабдықты пайдалана отырып, жоғарғы деңгейжиектердің қорларын ашық тәсілмен өндіру, ал төменгі деңгейжиектерді жер асты тәсілімен өндіру неғұрлым орынды болып табылды³.

Бірінші кезеңде кен орнын карьердің жұмыс істемейтін жағдауларынан жүргізілген штольнялар арқылы ашу көзделді. Ашық тәсілмен тау-кен жұмыстарын төмендету тереңдігі бойынша штольнялар тігінен 48 м сайын орналастырылады, бұл кен деңгейжигінің биіктігіне және ашық қазу кезінде кемерлердің үш есе биіктігіне сәйкес келеді.

Бастапқы жобалық шешімге сәйкес ашық тау-кен жұмыстары аяқталғаннан кейін жерасты тау-кен жұмыстары учаскесінің солтүстік бөлігінің өнімділігін «Желдеткіш 1» және «Желдеткіш-Соқыр 1» оқпандарын енгізе отырып, жылына 1000 мың тоннаға дейін ұлғайту көзделді⁴. Бұдан әрі, жерасты кенішін іске қосумен «Желдеткіш 1» оқпаны ауаның шығатын ағынын беруге және адамдардың авариялық көтерілуіне қызмет ететін болады.

48 м деңгейжиектен – 100 м деңгейжикке дейінгі ашу карьердің түбіне автосамосвалдармен кенді шығару көліктік еңіспен жүзеге асырылады.

Ақжал кен орнының жоғарғы бөлігі бастапқыда ашық тәсілмен өндіру үшін қарастырылған болатын. Батыс және Шығыс бөліктері карьерлермен өндірілген. Орталық бөлігі Гипроцветметтің (ҚГЦМ) жобасы бойынша қазылады⁵. 2013 жылы ҚГЦМ «Орталық» карьерінің істен шыққан қуаттарын толықтыру үшін «Орталық» және «Шығыс» учаскелерін ашу және жер асты тәсілімен өндірудің техникалық-экономикалық негіздемесін әзірледі.

Жер астымен қазу сөзсіз массивтің деформациясымен бірге жүреді, ал алынған кеңістік ұлғайған сайын, сырғу процесі тіпті жер бетіне де жетуі мүмкін. Ашық қазудан жер асты өндірісіне көшу кезінде карьердің ашық кеңістігінің болуынан туындайтын техногендік сипаттағы қосымша жаңа факторлар қосылады.

Жобамен кен орнының негізгі карьер астындағы қорлары штольнялармен, тік оқпандармен және желдеткіш өрлемелерімен ашылуы тиіс⁴. Жоба бойынша Орталық және Шығыс бөліктердің қорларын ашу және өндіру екі кезекте жүзеге асырылады. Ашылатын қазбалардың кезектілігі мен сипаттамасы 1-кестеде келтірілген.

Зырян кен орнында кенді жер асты тәсілімен өндіруді дамытумен қатар, Зырян кен орнында ашық тау-кен жұмыстары⁶⁻⁸ жобаланды және 1955 жылдан бастап ашық және жер асты тау-кен жұмыстарын біріктіре отырып, аралас қазу басталды. Қазу тереңдігі шамамен 800 м болды. Карьермен 140 м белгіге дейінгі кен орнының орталық бөлігі өңделді, оған ескі Зырян кеніші

¹Салыкова Р.М., Бижанов К.Б. Нұрқазған кен орнының Батыс учаскесін ашудың оңтайлы схемасын таңдау бойынша техникалық-экономикалық есеп: түсіндірме жазба. – Жезқазған: Бас жобалық институт, 2014. – 68 б.

²Шайхин А.Ж., Ахметов А.Т. Нұрқазған Батыс учаскесінің қорларын аралас тәсілмен өндіру жобасы. – Жезқазған: Жезқазған жобалық институты, 2008. – 50 б.

³Айтенов Г.К., Ахметов А.Т. Үшқатын-3 кен орнын аралас тәсілмен өнеркәсіптік өндіру жобасы: түсіндірме жазба. – Астана: ЖШС КАЗГенПроект-1, 2013. – Т. 1. Кітап 1. – 54 б.

⁴Исабек Т.К., Баизбаев М.Б., Абеуов Е.А. Кен шоғырларын аралас қазу: монография. – Қарағанды: ҚарМТУ, 2016. – 130 б.

⁵Хиврич Г.А., Прохоров А.Ю. Ақжал кен орны қорларын жерасты тәсілімен өнеркәсіптік өндіру жобасы. – Өскемен: Казгипроцветмет, 2013. – Т. 2. – Кітап 1. – 182 б.

⁶Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Кенді кенорындарды аралас қазу: оқу құралы. – Москва: Тау-кен кітабы, 2012. – 344 б.

⁷Рыльникова М.В., Радченко Д.Н., Матюшенко Г.А. Кен орындарын кешенді өндіру: оқу құралы. – Магнитогорск: Г.И. Носов атындағы Магнитогорск мемлекеттік техникалық университеті, 2011. – 193 б.

⁸Каплунов Д.Р., Юков В.А. Ашық тау-кен жұмыстарынан жерасты тау-кен жұмыстарына өтудің геотехнологиясы. – М.: Тау-кен кітабы, 2007. – 263 б.

Кесте 1

Басты ашылатын қазбаларды ашу кезектілігі және сипаттамасы

Таблица 1

Очередность и характеристика вскрытия главных вскрышных выработок

Table 1

Sequence and description of the opening of the main opening workings

| Бөлігі | Ашу кезектілігі | Басты ашылатын қазбалар |
|--|---|---|
| Орталық бөлігі. Бір мезгілде 2-3 деңгейжиектің жұмысы кезінде жылдық өнімділігі 600 мың т | 1 кезек. Шығыс қапталы Орталық карьерден барлау сызығы (б.с.) XV б.с. 22-ге дейінгі | Карьердің шығыс жағдауынан штольня Механикалық өрлеме (м.ө.) №1 |
| | 2 кезек. XV б.с. У б.с. дейінгі кен орнының орталық және батыс бөліктері | Тік «Батыс» шахталық оқпаны |
| | | Механикалық өрлемелер (м.ө.) №№3-7 |
| | | Желдеткіш өрлеме №№2, 3 |
| Шығыс бөлігі. Бір мезгілде 2-3 деңгейжиектің жұмысы кезінде жылдық өнімділігі 600 мың т | 1 кезек. Жер бетінен +300 м отм-ге дейін қорлар ашылады | Клеттік оқпан (диаметр 6,5 м) |
| | | «Шығыс» карьерінің жағдауынан көмекші еңіс (ұзындығы 1500 м) |
| | 2 кезек. +300 -0 м. белг. қорлар ашылады | Механикалық және желдеткіш өрлемелер |
| | | Соқыр оқпан (диаметр 6,5 м) Механикалық және желдеткіш өрлемелер |

кіреді. Одан әрі кен орны екі кенішпен өндірілді – Зырян және КОКП атындағы XXII съезі, ол кен өндірудің 80%-дан астам бөлігін құрады. Жер асты қазу кезінде кен орнын ашу тік оқпандармен жүзеге асырылды.

Малеев кен орны «Малеевтік», «Скиптік», «Желдетуші», «Ауа шығаратын» шахталарының тік оқпандарымен және 11-14 қабатты қазбалармен ашылады⁹. Кен орнын одан әрі ашу үш учаскені бөлу арқылы қарастырылды, олардың әрқайсысында кен қорларын бірыңғай технология бойынша өндіруге болады.

Гай кен орны XX ғасырдың 60-жылдарының ортасынан бастап тік жазықтықта біріктірілген ашық және жер асты технологияларымен өндіріліп жатыр. Ашық және жер асты жұмыстары алдымен кенмен, содан кейін толығымен қуаты 60-80 м жасанды кентірекепен бөлінді. Жер асты деңгейжиектерінің қорларын ашуды жер бетінен өткен тік оқпандар тобы және карьердің жағдау бермасынан өткен өздігінен жүретін жабдыққа қосалқы көлбеу құлаумен жүзеге асырды [2].

Алтын-Топқан қорғасын-мырыш кен орны 1959 жылдан бастап бір мезгілде ашық және жер асты тәсілімен өндірілген⁷. Жерасты қазбалары карьердің астында жартылай тірек тіректерін қалдырып, жартылай бетон тіректерімен бекітіледі. Жартылай аршу коэффициенті 13 м³/м³, орталық үшін орташа – 6 м³/м³, ал батыс үшін – 6,8 м³/м³. Карьерлердің соңғы тереңдігі 250 м. Өндірілетін кен орнының жер асты бөлігі тік оқпанмен және одан деңгейжиектік қвершлагпен ашылған.

Естюнин кен орны (Ресей)⁸ темір кендері жүйелі ашық-жер асты тәсілімен қазылады, бұл ретте 140 м тереңдікке дейін кен орны карьермен өндірілген. Кеніште жерасты бөлігін тік оқпандармен ашып қазудың аралас тәсілі қабылданған. Кен орны массивінің сиректеу режимінде желдетілетін бөліктері, алдын ала жасалған қуаты 30 м жыныстардың оқшаулаушы үйінділерінің астынан алынады. Жыныстар үйіндісі

жоқ бөліктерде желдету ағынының тұйықталуын болдырмау үшін атмосфераға қуаты 15-20 м құлаған кен қабаты қалдырылды.

Ганнер уран кен орнында жобада карьердің Оңтүстік жағдауындағы кеннің негізгі қорларын ашық тәсілмен, содан кейін жер асты тәсілімен өндіру қарастырылған. 1955 жылдан бастап кен орнын жерасты қазу үшін дайындық жұмыстары басталды.

Кен орнының жер асты бөлігін ашу карьердің оңтүстік-батыс жағдауынан 48 м жерде, шамамен 600 м тереңдікте орналасқан тік оқпандармен жүзеге асырылды. Бір клетпен және бір скиппен жабдықталған оқпан 13 деңгейжиекті ашады, олардың арасындағы қашықтық тігінен 45 м құрайды^{8,9}.

«Кирунавара» темір кен орнында кен денесін ашу жалпы алғанда кен денесінің жатқан жағында орналасқан 11 тік және бір көлбеу оқпандармен; 275, 320, 370, 420, 509, 540, 740, 775 және 1000 м белгілерде орналасқан қабатты қуақаздармен (штрек) жүзеге асырылды. Сондай-ақ, өздігінен жүретін машиналардың бүкіл кәсіпорын бойынша қозғалысын қамтамасыз ететін 7 негізгі еңіс құламалар мен қосымша спиральді құламалар өтті. Ашу схемасына сондай-ақ желдеткіш оқпандар және 90 кен түсіру жүйесі кіреді. Негізгі тасымалдау деңгейжиектері^{8,9} 540 м және 775 м.

«Финш» алмаз өндіру кеніші (ОАР). Бұл өз саласындағы кимберлит түтіктерімен ұсынылған қорларды жүйелі түрде ашық және жерасты өндіруді жүзеге асыратын ең ірі кәсіпорын. Карьер 388 м шекті тереңдікке жеткеннен кейін кимберлит түтіктерінің ілінетін және жататын жақтары мен шеткі бөліктерінің үшбұрыштарында орналасқан жағдау жанындағы қорларды жер асты қазуға көшу көзделеді.

1986 жылы карьердің тереңдігі 280 м болған кезде, аралас автомобиль-конвейер көлігіне көшу жүзеге асырылды. Ол үшін жер бетінен 290 м деңгейжиекке дейін

⁹Малеев кен орнын өндіру және ашу әдісін таңдау: www.ektu.kz/.../Лекция%208%20Қазу%20әдісін%20таңдау. 16.09.2016.

ұзындығы 1,3 км көлбеу оқпан карьерге қосылу үшін арнайы порталмен өтті. Оқпанда ені 1200 мм резеңке арқанды лентасы бар конвейер орнатылған⁸.

Премьер кенішінде кен орнының тереңдігі 700 м астам жер асты бөлігін ашу тік оқпанмен, әрбір деңгейжиектегі квершлагтармен және соқыр оқпандармен қамтамасыз етіледі.

Қорытынды

Мақалада Қазақстанда және басқа елдерде тік оқпандармен карьерасты қорларды ашу сызбаларын қолдана отырып, ашық-жер асты кен орындарын өндірудің (аралас өндірудің) шетелдік және

отандық тәжірибесі қарастырылды. Тәжірибе кен орындарында пайдалы қазбалардың терең жатысы кезінде аралас өндіру қолданылатындығын растайды-алдымен жоғарғы бөлігі ашық әдіспен қазылады, содан кейін экономикалық тұрғыдан, жер асты әдісіне көшу жүзеге асырылады.

Қазақстанда, Ресейде және алыс шетелдерде тау-кен кәсіпорындарының жеткілікті үлкен практикалық тәжірибесі кен орнының жер асты бөлігін ашу үшін тік шахталық оқпандарды пайдалана отырып, қатты пайдалы қазбалар кен орындарын қазудың аралас тәсілінің кең таралғанын көрсетеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Исабек Т.К., Зейтинова Ш.Б., Ескенова Г.Б. Кен орындарын аралас тәсілмен қазып өндіруде жерасты қорларын ашу. // Вестник НАГН. – Нұр-Сұлтан, 2021. – Б. 39 (орыс тілінде)
2. Мурзабекова А.Т. Гай колчедан кенді кен орны. // Аумақтық дамудың қазіргі мәселелері [электронды ресурс]. – 2018. – №3. – ID52 (7 б.) (орыс тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исабек Т.К., Зейтинова Ш.Б., Ескенова Г.Б. Вскрытие подземных запасов при разработке месторождений комбинированным способом. // Вестник НАГН. – Нур-Султан, 2021. – С. 39 (на русском языке)
2. Мурзабекова А.Т. Гайское месторождение колчеданных руд. // Современные проблемы территориального развития [Электронный ресурс]. – 2018. – №3. – ID52 (7 с.) (на русском языке)

REFERENCES

1. Isabek T.K., Zeytinova Sh.B., Eskenova G.B. Opening of underground reserves in the production of mixed deposits. // Bulletin of NAGN. – Nur-Sultan, 2021. – P. 39 (in Russian)
2. Murzabekova A.T. Gayskoye pyrite ore deposit / A. T. Murzabekova // Modern problems of territorial development: [Electronic resource]. – 2018. – №3. – ID52 (7 с.) (in Russian)

Авторлар туралы мәліметтер:

Исабек Т.К., техника ғылымдарының докторы, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан), tyiak@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7718-933X>

Зейтинова Ш.Б., PhD, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), zeytinova_rmpi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3489-8969>

Жүніс Г.М., техника ғылымдарының магистрі, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), gul_zat_89_09@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5833-8851>

Сведения об авторах:

Исабек Т.К., д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

Зейтинова Ш.Б., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

Жүніс Г.М., магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

Information about the authors:

Isabek T.K., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zeytinova Sh.B., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zhunis G.M., Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)