

Код МРНТИ 52.13.25

Е.А. Абеуов, Г.Д. Танекеева

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

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУДІҢ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ

Аннотация. Мақалада кен орындарын қауіпсіз игеру үшін геомеханикалық проблемалар қарастырылады. Геомеханикалық факторлардың кен қазбаларын жүргізу кезінде кенжар аймағы кеңістігінде кен ашылымының орнықтылығына әсер ету мәселелері қарастырылған. Жаман-Айбат, Жолымбет және Тишинск кен орындарын қазымдау кезіндегі кенжар кеңістігіндегі опырылулардың негізгі бөлігі жыныс ашылымын таңдау кезінде олардың орнықтылығына әсер ететін кен-геологиялық, кен-техникалық факторларды нашар есепке алудан болған геомеханикалық проблемалар келтірілген. Сенімді геомеханикалық қамтамасыз ету кен орындарын ашық қазымдау кезінде карьерлер ернеулерінің қауіпсіз бұрыштарын таңдауға және есептеуге, кен орындарын жерасты қазымдау кезінде жыныстар мен учаскелердің соққы қауіпсіздігін бағалауға қатысты.

Түйінді сөздер: геомеханика, кен қазбасы, кен соққылар, тектоникалық кернеу, жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері, кеніш, тау жыныстарының жылжуы, массивтің беріктігі, игеру тереңдігі, шатырдың құлауы.

Геомеханические проблемы разработки месторождений Казахстана

Аннотация. В статье обсуждаются геомеханические проблемы безопасного освоения рудных месторождений. Рассмотрены вопросы влияния геомеханических факторов на устойчивость породного обнажения в призабойном пространстве проводимых горных выработок на момент их проведения. Приведены геомеханические проблемы при отработке месторождений Жаман-Айбат, Жолымбет и Тишинское, где было выявлено, что основная часть вывалов в призабойном пространстве проводимых горных выработок происходила из-за слабого учета горно-геологических, горнотехнических и технологических факторов, влияющих на устойчивость породных обнажений во времени при выборе площади их обнажения. Надежное геотехническое обеспечение зависит от правильных расчетов и выбора безопасных углов борта карьеров при открытой разработке месторождений и оценки удароопасности пород и участков при подземной разработке рудных месторождений.

Ключевые слова: геомеханика, горная выработка, горные удары, тектоническое напряжение, физико-механических свойств пород, рудник, сдвижение горных пород, прочность массива, глубина разработки, обвал кровли.

Geomechanical problems of development of ore deposits in Kazakhstan

Abstract. The article discusses geomechanical problems for the safe development of deposits. The issues of influence of geomechanical factors on the stability of ore discovery in the space of the bottom-hole zone during mining operations are considered. Geomechanical problems are presented during the development of the Zhaman-Aybat, Zholymbet and Tishinskoye deposits, where it was revealed that the main part of the outbursts in the bottom-hole space of the conducted mining occurred due to poor consideration of geological, mining and technological factors affecting the stability of rock outcrops over time when choosing the area of their outcrop. Reliable geotechnical support depends on correct calculations and the choice of safe angles of the sides of quarries during open-pit mining and assessment of the impact hazard of rocks and sites during underground mining of ore deposits.

Key words: geomechanics, mining, mining impacts, tectonic stress, physical and mechanical properties of rocks, mine, displacement of rocks, strength of the massif, depth of development, collapse of the roof.

Кіріспе

Тау-кен өндіру өнеркәсібі Қазақстан экономикасының бірден бір басымы салаларының бірі болып табылады, өйткені елімізде өндірілетін барлық өнеркәсіптік өнім құнының 46%-дан астамын құрайды. Қазіргі уақытта темір (Качарское; Соколов-Сарбай; Аят; Лисаковск; Қарағанды (Қаратас, Кентөбе) және басқалар), мыс (Жезқазған; Қоңырат; Бозшакөл), алтын (Степняк-Бестөбе, Калбинский, Майқайын, Рудно-алтайский, Шуилийский, Көкшетау, Мугоджарский, Южнодунгарский), мырыш пен қорғасын (Жәйрем, Шалқия, Ақжал, Ұзынжал, Қарағайлы, Ащысай), барит (Бестөбе, Жәйрем, Мирғалимсай) және басқа бірқатар ірі кен орындары барланып, пайдаланылуда¹.

Қазақстан Республикасында тау-кен өнеркәсібін дамыту соңғы жылдары бастапқыда қазымдау ашық

тәсілмен басталған, қолданыстағы көптеген кен қазбалары кен орындары үшін жаңа жерасты деңгейжиктерді пайдалануға берумен байқалады. Ашық кен жұмыстарының тереңдігі артқан сайын аршу көлемі күр артады және ашық қазымдау тиімсіз болады, өйткені пайдалы қазбаларды әрі қарай өндіру кенкүрделі және дайындық жұмыстарының айтарлықтай көлемін орындауды талап етеді². Осы себептен республиканың аумағында бірқатар ірі кен орындары («Нұрқазған», «Кентөбе», «Саяқ», «Ақжал», «Үшқатын-3», «Жолымбет» және басқа) пайдалы қазбаларды қазымдаудың ашық тәсілінен жерасты тәсіліне, яғни ашық жерасты аралас тәсілге (аралас қазымдау) көшуде. Еліміздің кен орындарындағы кен жұмыстары көлемінің өсуі жер-жерлерде карьерлер ернеулерінің

опырылуы, жерасты кеніштерінің қазылған кеңістіктері төбелерінің опырылуы және кен соққылары сияқты теріс құбылыстардың көбеюімен көрінеді³.

Негізгі әдістер

Кен-дайындық жұмыстарын жүргізу кезіндегі жұмыскерлердің жазатайым оқиғаларының шамамен 45%-ы қазбалардың орнықтылығын жоғалтуынан орын алады. Кен орындарында кен қазбаларының жыныстық ашылу орнықтылығын арттыру бойынша міндеттердің күрделі болуы көбіне кен-геологиялық жағдайлардың әртүрлі болуына байланысты, олар гидрогеологиялық, геомеханикалық, геодинамикалық, газдинамикалық және геотермиялық сияқты көптеген факторларға тәуелді [1].

Өз кезегінде геомеханикалық факторлар таужыныс сілімінің сипаттамасы бойынша сілімнің қатты

¹Қазақстан Республикасы өнеркәсібінің негізгі көрсеткіштері бойынша статистикалық бюллетень. – Нұр-Сұлтан: «QazIndustry – Қазақстан индустрия және экспорт орталығы» АҚ, 2020. – 40 б. (қазақ тілінде)

²Лобанова Т.В., Ремизов А.В. Геомеханика. – Новокузнецк, СибГИУ, 2016. – 210 б. (орыс тілінде)

³Петухов И.М., Ильин А.М., Трубецкой К.Н. Кеніштердегі тау соққыларын болжау және алдын-алу. – М.: АГН, 1997. – 376 б. (орыс тілінде)

бұзылған жарықтарымен және сынықтарымен, түйінді жыныстармен, сілімдегі жоғары кернеумен анықталады [2]. Күрделіліктің айқындалу сипаты бойынша жағдайлар жыныстардың опырылуымен, құлауымен, жылыстауымен сипатталады.

Қазіргі уақытта көптеген жағдайларда еліміздік кен орындарында кен қысымының пайда болуының

негізгі түрлері тау-кен сілімінің тектоникалық бұзылулары, қабаттылығы және жарықшалар бойынша опырылуы болып табылады. Бірнеше мысалдар келтірейік [3].

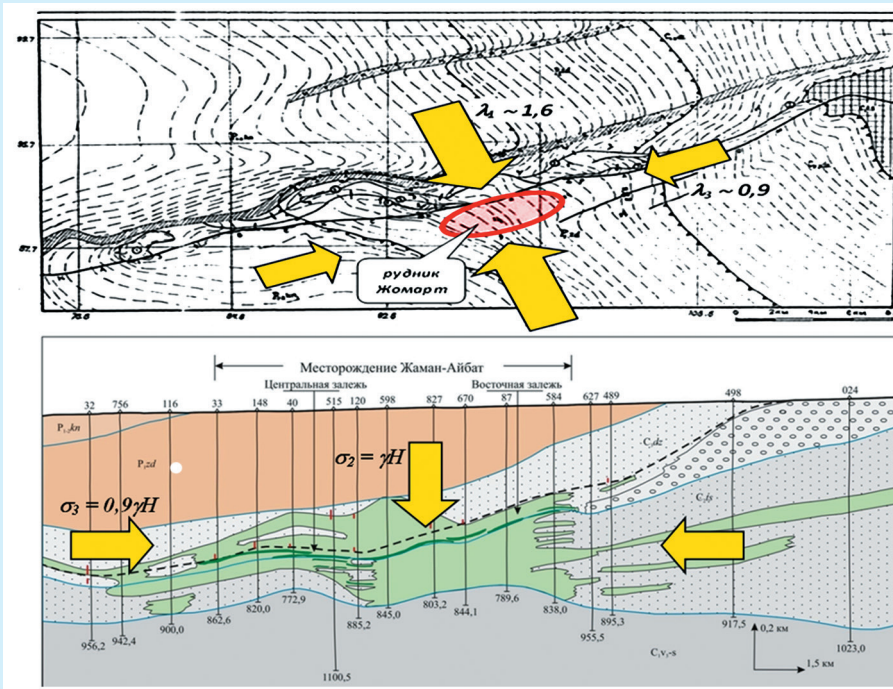
Жаман-айбат мыс құмдақтарының кен орны Қазақстан Республикасы Қарағанды облысының Жаңарқа ауданында Жезқазған қаласынан оңтүстік-шығысқа қарай 130 км орналасқан. Қазіргі уақытта кен

орнын «Жомарт» кеніші қазымдайды, оның қоры соңына жетуде. Аталған кен орнының стратифицирленген сульфидті кен шоғыры терригенді жыныстардың жезқазған қызыл түсті қабатына жатады, ал ол орташа және ірі түйіршікті құмдақтар, ұсақ түйіршікті құмдақтары бар гравелиттер мен конгломераттар, алевролиттер мен аргилиттер. Жомарт кенішінде кернеулерді өлшеу нәтижелері бойынша максималды тектоникалық кернеу $\sigma_1 = 28$ МПа азимуты $156-336^\circ$ кеншоғыр бойымен қолданылады. Бүйірлік қысым коэффициенті $\gamma_1 = \sigma_1/\gamma H = 1,6$ (1 сурет).

Азимуты $66-246^\circ$ бағытындағы негізгі минималды кернеу $\sigma_3 = 16$ МПа тен. Бүйірлік қысым коэффициенті $\lambda_3 = \sigma_3/\gamma H = 0,9$. Жабынды қабаттың тігінен гравитациялық қысымы мәні бойынша аралық негізгі кернеу $\sigma_2 = \gamma H$ болып табылады. Жомарт кенішінде кеншоғырдың ұзын жағына көлденең тектоникалық кернеу тігінен қысымнан 1,6 есе артық [4].

Қазбаларды тектоникалық кеннеуге көлденең үңгілеу кезінде қазбаның төбесі мен топырағы бұзылады. Қазба қимасы шатырлық түрге ие болады (2 сурет).

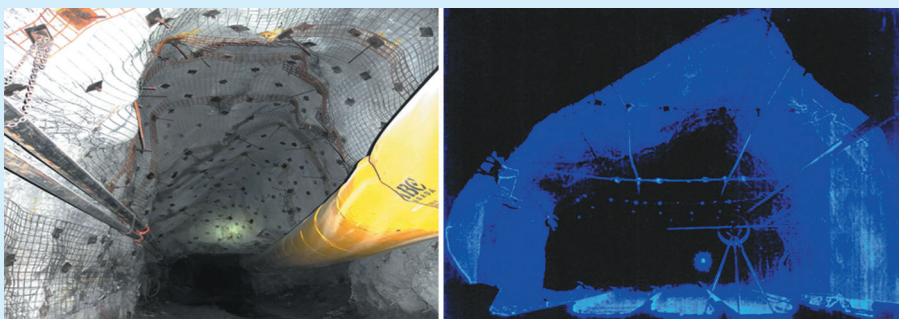
Құрылымдық қатынаста жыныс сілімі айтарлықтай бұзушылықпен сипатталады. Құмтас сілімінде жарықшаның бірнеше жүйесі көрінеді. Бірінші жүйе субтігінен бейімдегі қыртыс аралық ашық жарықшаның болуына байланысты. Аталған жарықшалар арасындағы қашықтық 5-30 м, ашылу ені 1-30 мм құрайды. Жоспардағы қыртыс аралық жарықшаның бейімделуі кен денелерінің созылмалы жазықтығына сәйкес келеді. Екінші жүйе көлемі аз қыртысшілік жарықшалардың болуына байланысты, олар да субтігінен бейімделуге тән. Жарықшалардың ашылу ені, әдетте, 1-5 мм құрайды. Одан басқа аталған кеніште сілімнің сулануы байқалады, ол келесі түзілімдермен сипатталады: алевролиттер, аргилиттер суды сіңірген кезде ісініп, өз көлемін ұлғайтады; қысылған күйде жыныстардың ісінуі кезінде сілімде шамасы 5...10 МПа болатын қосымша кернеу пайда болады; ісіну шамасы каншалықты көп болса,



Сурет 1. Жоспардағы және созылма сұлбалық бөліністе саңылаулық босату әдісімен заттай өлшемдер нәтижелері бойынша Жаман-Айбат кен орны сілімінің табиғи жай-күйі.

Figure 1. The natural state of the Zhal-Aibat deposit silt according to the results of natural measurements by the method of slotted release in the plan and in the longitudinal scheme section.

Рис. 1. Естественное состояние отрога месторождения Жаман-Айбат по результатам натурных замеров методом щелевого высвобождения в плане и протяженном схематическом разрезе.



Сурет 2. Тау-кен жынысы сіліміндегі тектоникалық кернеу (Жомарт кеніші).

Figure 2. Tectonic tension in the rock mass (Zhomart mine).

Рис. 2. Тектоническое напряжение в горном массиве (рудник Жомарт).

жыныстардың беріктілігі соғұрлым аз болады; қызы түстіге судың кіріп кету жылдамдығы 0,005 м/тәу. Сүзгілеу коэффициентіне тең; қызыл түстілердің толық су сіңіруге дейінгі ылғалдануы олардың беріктігінің 2,6 есе және деформациялану модулінің 2,0 есе төмендеуіне әкеледі. Суланған сілімдегі төбенің беріктілігі күрт төмендейді (3 сурет) [5].

Тишинск қорғасын-мырыш кен орны бай, тігінен жатқан (75-85°) кен денелеріне ие, олар негізгі және солтүстік-батыс шоғырды құрайды. Кен орны бойынша кен аймағының қалыңдығы 200 м жетеді, созылымы бойынша өлшемі 2 км дейін. Кен денелерінің созылымы субенді, флексурлы иілімдермен және ұсақ қатпарлықпен күрделенген.

Тақтатастану жазықтықтардың құлау бұрышы тікпе-тік қия (70-85°), құлау азимуты 320-330°-тан 20-30° дейін жетеді, яғни жыныстардың әртүрлі бүйірден тақтатастануы қазылған кеңістікке түседі және айтарлықтай дәрежеде жылыстау процестерінің дамуын анықтайды. Кен орнында құлау бұрыштары мен азимуттарының барлық диапазонын қамтитын жарықшаның сегіз жүйесі байқалады. Алевролиттер айтарлықтай жарықшақты болып табылады. Ондағы жарықшалар жақсы көрінетін үш жүйені құрайды: құлау азимуты 130-250° жалпақ, азимуты 150-185° тікпе-тік құламалы (60-80°), азимуты 300-320° және құлау бұрышы 67-75° солтүстік-батысқа қарай тікпе-тік құламалы. Сөйтіп, кен орнының жанас жыныстары құрылымы біртекті емес түзілімдер [5].

Айтарлықтай терең тереңдікте қазба жиегінен тыс бұзылған аймақтың өлшемі тау сілімінің беріктігі мен қолданыстағы кернеулер қатынасына байланысты. 800...1000 м (16...18 деңгейжик) қазба тереңдігі үшін есептеулер келесіні көрсетеді: әлсіз тақтатаста (тау сілімінің беріктігі $\sigma_m \sim 5$ МПа) опырылу аймағының тереңдігі 4,0...5,5 м жетеді; қатты тақтатаста ($\sigma_m \sim 10$ МПа) қазба жиегінен тыс бастырылған жыныстар қалыңдығы 1,4...1,8 м құрайды; алевролиттерде, альбитофирлерде

($\sigma_m \sim 20$ МПа) тау сілімі қазба жиегінен 0,5...0,7 м тыс опырылады. 4 суретте тігінен тақтатастану бойымен жыныстардың басылуы байқалады (Тишинск кеніші).

Еліміздің геологтары 1932 жылы ашқан Жолымбет алтын кен орны еліміздің ірі және егжей-тегжейлі барланған кен орны болып табылды [6]. Кен орнында жарықтанудың үш негізгі жүйесі анықталған: құлау азимуты 280°, құлау бұрышы 60-70°; құлау азимуты 98°, құлау бұрышы 10-20°; құлау азимуты 98°, құлау бұрышы 50-60°. Осы ұңғымалар жынысөзегінің сипаттамалары бойынша тау жыныстары үш доменге бөлінген: 30-40 м тереңдікке дейін морылған жыныстар, RQD = 12-34; көлемді текстурасы кварцталған, аз морылған алевролитті құдақтар, RQD = 50-72; габро-диоритті жасыл-сұр, тығыз, көлемді, RQD = 72-78.

Тән ерекшелігі үстіңгі жарықшақтардың өзгеруі, олардың әртүрлі бағыттарда иректенуі (толқын тәрізді) болып табылады, бұл ашылу орнықтылығына оң әсер етеді. Жарықшалардың орташа жиілігі FF = 8-9 дана/м, жарықшалар арасындағы орташа қашықтық $a = 0,12-0,22$ м, ұсақ масштабта 0,2 м базада – жарықшалар кедір-бұдыр. Жарықшалардың ашылуы – кварцитті толтырумен 1-5 мм. 2-10 мм ашылу кальцитпен толтырылған және балшықпен үйкелген, сырғу айналарымен 800 жақын құрышқа құлайтын сирек кездесетін опыруларға ие (5 сурет).

Қорытынды

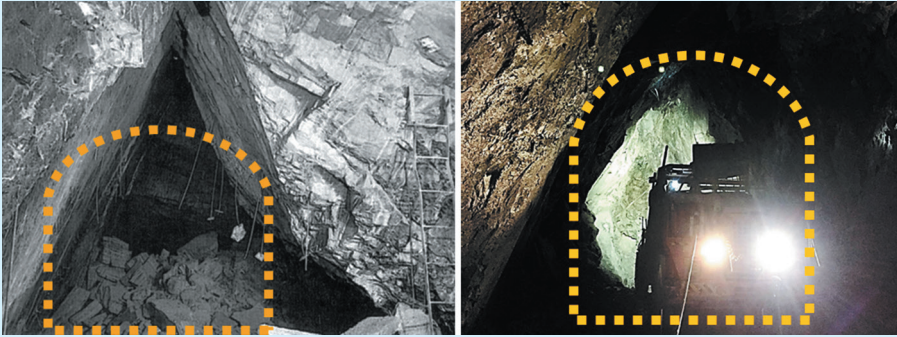
Шахта бақылауларының деректері бойынша кенжар кеңістігіндегі опырылулардың негізгі бөлігі жыныс ашылымын таңдау кезінде олардың орнықтылығына әсер ететін кен-геологиялық, кен-техникалық



**Сурет 3. Тау сілімінің сулануы (Жомарт кеніші).
Figure 3. Wetting of the mountain range (Zhomart mine).
Рис. 3. Обводнение горного массива (рудник Жомарт).**



**Сурет 4. Тігінен тақтатастану бойымен жыныстардың басылуы (Тишинск кеніші).
Figure 4. Pressing of rocks along the vertical shale (Tishinsky mine).
Рис. 4. Уплотнение породы вдоль вертикального сланца (Тишинский рудник).**



Сурет 5. Жыныстардың жарықшалар бойымен опырылуы (Жолымбет кеніші).

Figure 5. Rock collapse along cracks (Zholymbet mine).

Рис. 5. Обрушение породы по трещинам (рудник Жолымбет).

факторларды нашар есепке алу-дан болады. Жыныс ашылуларының орнықтылықты жоғалтуы кен қазбаларын қазу жылдамдығының 30...40% төмендеуіне, тіреу материалдарының артуына, кен-

үңгілеу жұмыстарының қауіпсіздігінің төмендеуіне әкеледі [7].

Кен орындарының соққы қауіптілігін толық және бірмәнді бағалау үшін қосымша зерттеулер жүргізу қажет, олар кен және жыныстардың

динамикалық пішінде морт сынуға бейім болуын және кен соққылар түрінде кен қысымының ықтимал түзілімдерінің тереңдігін анықтауға мүмкіндік береді [8]. Ұқсас геомеханикалық проблемаларды Абыз, Орловское және Ақжал кен орындарын қазымдау кезінде шешу қажет.

Сөйтіп, еліміздің бірқатар кен орындарын қазымдау кезінде ғалымдар мен кенші мамандар осы кен орындарын қауіпсіз игеру үшін бірқатар геомеханикалық проблемаларды шешуі қажет. Бұл, ең алдымен, кен орындарын ашық қазымдау кезінде карьерлер ернеулерінің қауіпсіз бұрыштарын таңдауға және есептеуге, кен орындарын жерасты қазымдау кезінде жыныстар мен учаскелердің соққы қауіпсіздігін бағалауға қатысты.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Балек А.Е., Сашурин А.Д. Жер қойнауын игеру кезінде тау-кен массивінің табиғи ҚҚС бағалау мәселесі. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2016. – №21. – Б. 9-23 (орыс тілінде)
2. Козырев А.А., Рыбин В.В. Тектоникалық кернеулі массивтердегі карьерлердің ұтымды конструкцияларын геомеханикалық негіздеу. // Тау-кен ғылымдарының іргелі және қолданбалы мәселелері. – 2015. – Т. 2. – №2. – Б. 245-250 (орыс тілінде)
3. Балек А.Е. Төтенше кернеулі жай-күй жағдайларында күрделі қазбалардың тұрақтылығын қамтамасыз ету бойынша заттай зерттеулер. // Орал мемлекеттік тау-кен университетінің жаңалықтары. Тау-кен ісі сериясы. – 2000. – №11. – Б. 209-214 (орыс тілінде)
4. Абеуов Е.А. Жаман-Айбат (Қазақстан Республикасы) кен орнын игерудің камералық-колонналық жүйесі кезінде шатырдың рұқсат етілген аралықтарының негіздемесі. // Қазақстанның кен журналы. – 2019. – №5. – Б. 37-41 (орыс тілінде)
5. Шустов Д.В., Ермашов А.О. Тишинский кен орнының массивінің соңғы және дискретті элементтер әдісімен жылжуы мен деформациясын болжау. // ПНИПУ хабаршысы. Геология. Мұнай-газ және тау-кен ісі. – 2012. – №5. – Б. 91-99 (орыс тілінде)
6. Суханова А.А. Жолымбет кен орнының жағдайлары үшін MRMR геомеханикалық сыныптама бойынша тау жыныстары массивінің рейтингін анықтау. // Жас ғалым. – 2020. – №14(304). – Б. 130-133 (орыс тілінде)
7. Балек А.Е., Сашурин А.Д. Тау сілемінің үлкен учаскелерінің кернеулі-деформацияланған күйін заттай өлшеу әдістемесін жетілдіру. // Пермь ұлттық зерттеу политехникалық университетінің хабаршысы. Геология. Мұнай-газ және тау-кен ісі. – 2014. – № 11. – Б. 105-120 (орыс тілінде)
8. Боликов В.Е., Балек А.Е., Саммаль А.С., Бекеев М.М. Дөң КБК тау-кен қазбаларының орнықтылық мәселелерін шешудің теориясы мен практикасы. // Қазақстанның кен журналы. – 2013. – №5. – Б. 14-19 (орыс тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балек А.Е., Сашурин А.Д. Проблема оценки естественного НДС горного массива при освоении недр. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 21. – С. 9-23 (на русском языке)
2. Козырев А.А., Рыбин В.В. Геомеханическое обоснование рациональных конструкций бортов карьеров в тектонически напряженных массивах.

- // *Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук.* – 2015. – Т. 2. – №2. – С. 245-250 (орыс тілінде)
6. Балец А.Е. *Натурные исследования по обеспечению устойчивости сложных выработок в условиях экстремально напряженного состояния.* // *Известия УГГУ. Серия горное дело.* – 2000. – №11. – С. 209-214 (на русском языке)
 4. Абеуов Е.А. *Обоснование допустимых пролетов кровли при камерно-колонной системе разработки месторождения Жаман-Айбат (Республика Казахстан).* // *Горный журнал Казахстана.* – 2019. – №5. – С. 37-41 (на русском языке)
 5. Шустов Д.В., Ермашов А.О. *Прогноз сдвижению и деформаций горного массива Тишинского месторождения методами конечных и дискретных элементов.* // *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело.* – 2012. – №5. – С. 91-99 (на русском языке)
 6. Суханова А.А. *Определение рейтинга массива горных пород по геомеханической классификации MRMR для условий месторождения Жолымбет.* // *Молодой ученый.* – 2020. – №14(304). – С. 130-133 (на русском языке)
 7. Балец А.Е., Сашурин А.Д. *Совершенствование методики натурных измерений напряженно-деформированного состояния больших участков горного массива.* // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело.* – 2014. – № 11. – С. 105-120 (на русском языке)
 8. Боликов В.Е., Балец А.Е., Саммаль А.С., Бекеев М.М. *Теория и практика решения проблем устойчивости горных выработок Донского ГОК.* // *Горный журнал Казахстана.* – 2013. – №5. – С. 14-19 (на русском языке)

REFERENCES

1. Balek A.E., Sashurin A.D. *Problema ocenki estestvennogo NDS gornogo massiva pri osvoenii nedr [The problem of assessing the natural VAT of a mountain massif during the development of mineral resources].* // *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining information and analytical bulletin.* – 2016. – №21. – P. 9-23 (in Russian)
2. Kozyrev A.A., Rybin V.V. *Geomexanicheskoe obosnovanie racional'nyx konstrukcij bortov kar'erov v tektonicheski napryazhennyx massivax [Geomechanical substantiation of rational constructions of quarry sides in tectonically stressed massifs].* // *Fundamental'nye i prikladnye voprosy gornyx nauk = Fundamental and applied issues of mining sciences.* – 2015. – Vol. 2. – №2. – P. 245-250 (in Russian)
3. Balek A.E. *Naturnye issledovaniya po obespecheniyu ustojchivosti slozhnyx vyrabotok v usloviyax e'kstremal'no napryazhennogo sostoyaniya [Field studies to ensure the stability of complex workings in conditions of extreme stress].* // *Izv. UGGU. Seriya gornoe delo News of the Ural State Mining University. Mining Series.* – 2000. – №11. – P. 209-214 (in Russian)
4. Abeuov E.A. *Obosnovanie dopustimyx proletoy krovli pri kamerno-kolonnoj sisteme razrabotki mestorozhdeniya Zhaman-Ajbat (Respublika Kazaxstan) [Justification of permissible roof spans with a chamber-column system for the development of the Zhaman-Aybat deposit (Republic of Kazakhstan)].* // *Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan.* – 2019. – №5. – P. 37-41 (in Russian)
5. Shustov D.V., Ermashov A.O. *Prognoz sdvizhenii i deformatsij gornogo massiva Tishinskogo mestorozhdeniya metodami konechnyx i diskretnyx e'lementov [Forecast of displacements and deformations of the mountain massif of the Tishinsky deposit by methods of finite and discrete elements].* // *Vestnik PNIPU. Geologiya. Neftgazovoe i gornoe delo = Bulletin of PNRPU. Geology. Oil and gas and mining.* – 2012. – №5. – P. 91-99 (in Russian)
6. Sukhanova A.A. *Opreделение rejtinga massiva gornyx porod po geomexanicheskoy klassifikacii MRMR dlya uslovij mestorozhdeniya Zholymbet [Determination of the rating of the rock mass according to the geomechanical classification MRMR for the conditions of the Zholymbet deposit].* // *Molodoj uchenyj = Young scientist.* – 2020. – №14(304). – P. 130-133 (in Russian)
7. Balek A.E., Sashurin A.D. *Sovershenstvovanie metodiki naturnyx izmerenij napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya bol'shix uchastkov gornogo massiva*

[Improving the methodology of full-scale measurements of the stress-strain state of large sections of the mountain range]. // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politexnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo = Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and gas and mining. – 2014. – №11. – P. 105-120 (in Russian)

8. Bolikov V.E., Balek A.E., Sammal A.S., Bekeev M.M. Teoriya i praktika resheniya problem ustojchivosti gornyx vyrabotok Donskogo GOKa [Theory and practice of solving problems of stability of mining workings of the Don GOK]. // Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – 2013. – №5. – P. 14-19 (in Russian)

Авторлар туралы мәлімет:

Абеуов Е.А., техника ғылымының кандидаты, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы қазбалар кен орындарын қазып игері» кафедрасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан), ercebula69@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6420-565X>

Танекеева Г.Д., «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Тау-кен ісі» бойынша докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), tanekeeva77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6741-1582>

Сведения об авторах:

Абеуов Е.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Қарағанды техникалық университет» (г. Қарағанды, Қазақстан)

Танекеева Г.Д., докторант по специальности «Горное дело» Некоммерческого акционерного общества «Қарағанды техникалық университет» (г. Қарағанды, Қазақстан)

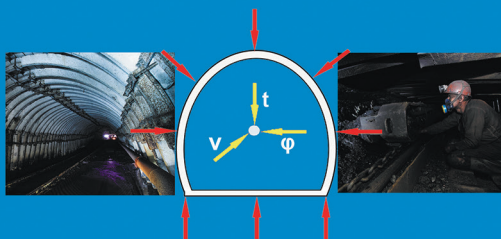
Information about the authors:

Abeuov Ye.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Tankeeva G.D., Doctoral Student in «Mining» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

**Мартынов А.А.
Малеев Н.В.
Яковенко А.К.**

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГЛУБОКИХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ



Донецк - 2014

УДК 622.413.4
ББК 33.18
Т 34

Рекомендовано к изданию Ученым советом Института горного дела и геологии (протокол заседания от 01.07.2014 г. №3) и Ученым советом Государственного Макеевского научно-исследовательского института по безопасности работ в горной промышленности (протокол заседания от 02.07.2014 г. №3)

Рецензенты:

Подкопаев С.В. - докт. техн. наук, проф., декан горного факультета Донецкого национального технического университета

Коптиков В.П. - докт. техн. наук, проф., заместитель директора по научной работе Государственного Макеевского научно-исследовательского института по безопасности работ в горной промышленности

Мартынов А.А., Малеев Н.В., Яковенко А.К.

Т 34 Тепловой режим глубоких угольных шахт / Под ред. к.т.н. Мартынова А.А.; А.А.Мартынов, Н.В.Малеев, А.К.Яковенко. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2014. – 443 с.

ISBN 978-617-579-992-5

В монографии изложены результаты научных исследований теплового режима глубоких шахт. Рассмотрены свойства рудничного воздуха, основные факторы, источники нагрева и процессы, определяющие его тепловое состояние в выработках различного назначения. Освещены санитарно-гигиенические нормативы шахтного климата.

Проанализированы особенности формирования шахтного микроклимата при современной технологии подземной добычи угля на больших глубинах. Представлены рациональные по тепловому фактору горнотехнические и технологические решения, обеспечивающие снижение нагрева воздуха в выработках глубоких горизонтов.

Рассмотрены физические основы охлаждения шахтного воздуха, связанные с применением искусственного и естественного колода. Изложены данные о выборе технологических схем шахтных систем кондиционирования воздуха, стационарных и передвижных холодильных установок, сведения о способах и технических средствах регулирования шахтного микроклимата.

Приведены основные положения расчета теплового режима горных выработок с использованием специального программного обеспечения. Освещены вопросы рационального проектирования и эксплуатации систем кондиционирования шахтного воздуха.

Монография предназначена для предприятий угольной отрасли, студентов горных специальностей и специалистов, занимающихся вопросами борьбы с высокими температурами воздуха в глубоких шахтах.

УДК 622.413.4
ББК 33.18

ISBN 978-617-579-992-5

© Коллектив авторов, 2014
© Изд-во «Ноулидж», 2014