

Код МРНТИ 52.01.93

Р.М. Семсер, А.М. Суимбаева, С.Т. Асаинов, *А.Қ. Матаев

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

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕН ШАХТАЛАРЫН ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Андатпа. Мақала Қазақстандағы рудниктердегі желдету жүйелерінің ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Шахталық желдету желісінің негізгі желдеткіштерінің жұмысы талданды, шахтаның желдеткіш қосылыстарының жобалық схемасы және желдету желісінің топологиялық ерекшеліктері нақтыланды, шахтаның желдету жүйесіндегі ауаны тарату нұсқалары есептелді және талданды. Желдету мақсатында негізгі желдеткіш қолғаптарының және қосымша шахталық қондырғылардың орналасуын өзгерту. Жергілікті желдету параметрлеріне және иілгіш желдеткіш қолғаптарды қосуға негізделген дайындық беттерін желдету әдістері шахтаның жұмыс ұзақтығына және жұмыс түріне байланысты бетке берілетін ауа көлемінің шарттарына байланысты таңдалды пайдаланылған өздігінен жүретін дизельдік жабдық.

Түйінді сөздер: кеніш, шахта, тау-кен қазбалары, желдету, ауа тарату, аэродинамикалық байланыс, шахталық желдету желісі.

Features of ventilation systems of mines in Kazakhstan

Abstract. The article is devoted to the study of the features of ventilation systems of ore mines in Kazakhstan. The operation of the main ventilation fans for the ventilation network of the mine was analyzed, the design scheme of the mine ventilation connections and the topological features of the ventilation network were clarified, the air distribution options in the mine ventilation system were calculated and analyzed, subject to changes in the location of the main fan installations and additional mine workings for ventilation purposes. Methods for ventilation of preparatory faces, based on the parameters of local ventilation and the connection of flexible ventilation gloves, were chosen based on the conditions of the volume of air supplied to the face, depending on the length of the mine working and the type of self-propelled diesel equipment used.

Key words: mine, mine workings, ventilation, air distribution, aerodynamic connection, mine ventilation network, ventilation systems, mining operations, surveying work, ventilation mode.

Особенности систем вентиляции рудников Казахстана

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей систем вентиляции рудных шахт Казахстана. Проанализирована работа вентиляторов главного проветривания на вентиляционную сеть рудника, уточнена расчетная схема вентиляционных соединений рудника и топологические особенности вентиляционной сети, просчитаны и проанализированы варианты воздухораспределения в шахтной вентиляционной системе при условии изменения мест размещения главных вентиляторных установок и проведения дополнительных горных выработок для целей вентиляции. Способы вентиляции подготовительных забоев, опираясь на параметры местной вентиляции и присоединения гибких вентиляционных перчаток, выбирали исходя из условий объема воздуха, подаваемого в забой, в зависимости от длины горной выработки и типа применяемого самоходного дизельного оборудования.

Ключевые слова: рудник, шахта, горные выработки, вентиляция, воздухораспределение, аэродинамическая связь, шахтная вентиляционная сеть.

Кіріспе

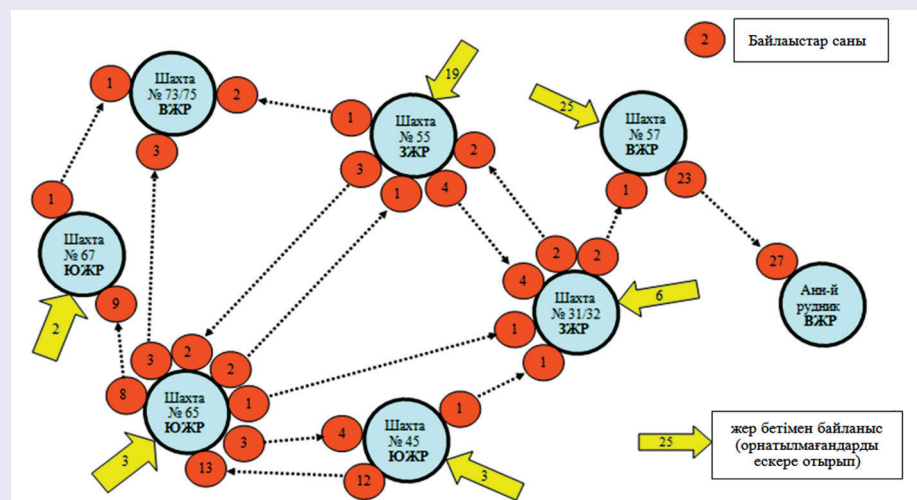
Тау-кен жұмыстарын жоспарлау және жүзеге асыру кезінде өндірісті ұйымдастырушылар шешетін міндеттердің ішінде жерасты тау-кен жұмыстарында жұмыс істейтін персоналдың қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз етумен байланысты бірнеше мәселелер бар. Өндірістік санитария мен жалпы қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысынан, кен орындарында шахта атмосферасының жай-күйін қалыптастыру ұстау мәселесі ерекше маңызға ие.

Тау-кен ғылымы тұрғысынан шахталарды желдету мәселесі жаңа емес, тау-кен қазбаларды таза ауамен қамтамасыз ету мәселелерін адамзат ұзақ уақыт бойы және әртүрлі жетістіктермен шешіп келеді.

Бүгінгі күні шахталардың желдету жағдайын бақылауды жүзеге асыру әдістемелері әзірленген, газ жағдайын және тау-кен қазбалары арқылы қозғалатын ауа шығынын бақылаудың автоматтандырылған құралдары енгізілген, әртүрлі желдету режимдерінде шахталық желдету желілерінде ауа таратуды есептеуге

арналған әртүрлі бағдарламалық құралдар бар және т.б. Мұның барлығы осы мәселелермен айналысатын техникалық қызметтердің жұмысын едәуір жеңілдетеді.

Сонымен қатар, тау-кен өндірісін дамытудың қазіргі кезеңінде осы бағытқа байланысты барлық мәселелер шешілді деп айтуға болмайды. Тау-кен өндірісінде пайдалы қазбаларды



Сурет 1. 2008 жылғы наурыздағы жағдай бойынша «Жезқазғанцветмет» ОБ шахталары мен жер беті арасындағы аэродинамикалық байланыстар схемасы.

Figure 1. The scheme of aerodynamic connections between the mines of «Zhezkazgantsvetmet» and the surface as of March 2008.

Рис. 1. Схема аэродинамических связей между шахтами ПО «Жезказганцветмет» и с поверхностью по состоянию на март 2008 г.

өндіру жағдайлары күрделене түскендіктен, «желдету кедергілерін» еңсеру өте ұзақ уақытты алады. Себебі жерасты тау-кен кәсіпорны өндірістің барлық мүмкін түрлерінің ішіндегі ең күрделілерінің бірі болып табылады. Бұл болжам жұмыстарды жүргізу тереңдігінің ұлғаюы, тау-кен қазбалары желісінің тұрақты өзгеруі (жаңа қазбаларды үңгілеу немесе қолданыстағы қазбаларды оқшаулау, тазарту кенжарларын немесе камераларды өңдеу), жанғыш немесе улы газдардың болуы, тау-кен қысымының қазбалардың аэродинамикалық сипаттамаларына әсері, көмір немесе сульфид кендерін өндіру кезіндегі эндогендік процестер сияқты факторларымен расталады. Бұл тұрғыда тау-кен технологиясының күрделенуінен басқа, жерасты тау-кен жұмыстарын желдетуді ұйымдастыруда да елеулі қиындықтар туындайды.

Зерттеу әдістері

Желдету жүйелерінің негізгі мақсаты – тау-кен қазбаларына бөлінетін зиянды газдардың қауіпсіз концентрациясына дейін сұйылту үшін қажетті ауа көлемін қамтамасыз ету.

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті қызметкерлері бірнеше жыл бойы Қазақстанның жерасты кеніштерінің желдету жүйелері мен жағдайларына зерттеулер жүргізуге қатысты.

Кен шахталарының желдету жүйелеріне тән кейбір сипаттамаларға тоқталайық. Мысалы, Жезқазған аймағының шахталарын желдету проблемалары бір кездері (2000 жылдардың басында) келесі жағдайларға байланысты болды^{1,2}:

- шахталардың желдету желілері арасында аэродинамикалық байланыстардың болуы;

- тау-кен қазбаларының құлау аймақтары арқылы жер бетімен аэродинамикалық байланыстары.

1 суретте осы байланыстардың құрылымдық сызбасы көрсетілген. Мұның бәрі шахталардың желдету тұрақтылығына сөзсіз әсер етеді.

Бұл жағдайда жоғарыда аталған себептердің біріншісіне сілтеме жасай отырып, шахталарды блокты желдетуді ұйымдастыру туралы ұсыныс қызықты болып көрінеді.

Бірнеше шахталарды оқшауланған (немесе ішінара оқшауланған) желдетілетін блоктарға біріктіру туралы шешім көбінесе шахталар арасындағы байланыстарды егжей-тегжейлі зерттеуге, жекелеген шахталар арасындағы байланыс деректерінің санына және олардың технологиялық маңыздылығын бағалауға байланысты болды.

Шахталарды желдету жүйелерінің оқшауланған блоктарын ұйымдастырудың негізгі бастапқы ережелері келесідей болуы мүмкін:

- кен орны шегінде шахталардың тау-кен бөлімдерінің аумақтық орналасуы;

- шахтааралық байланыстар бойынша түсетін немесе шығатын ауа шығыстары әрбір жеке шахта бойынша ауаның жалпы теңгеріміне елеулі әсер ететін шахталарды желдету жүйелерінің нақты жай-күйі;

- шахталарды оқшауланған блоктарға біріктірген жағдайда жекелеген желдету және ауа беретін оқпандардың блоктарды желдетуге әсерін егжей-тегжейлі талдау жүргізу және нәтижесінде осы оқпандарды бекіту мен пайдаланудың орындылығы туралы мәселелерді шешу мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, «Жезқазғанцветмет» ӨБ бойынша шахталарды оқшауланған желдетудің үш блогын жобалау ұсынылды:

- 1 блок – №45, №65 және №67 шахталар («Степной» кеніші), бұл сол кездегі объективті қажеттілік болды, өйткені біріншіден, №45 және №65 шахталар арасындағы байланыстар ажырамас болды, екіншіден, №45 шахтаның өз НЖҚ (негізгі желдеткіш қондырғы) болмады, №65 шахтаның НЖҚ-сымен желдетілді; №67 шахтаның («Степной» кенішінің) қосылуы №45 және №65 шахтаның

арасындағы байланыстар санына байланысты болды;

- 2 блок – №57 шахта және Аннен кеніші, өйткені біріншіден, бұл шахталардағы тау-кен жұмыстары әр түрлі горизонттардағы бір тау-кен учаскесінде жүргізілді, екіншіден, олардың арасындағы оқшаулау мүмкін емес байланыстардың едәуір санын ескеру қажет болды; сонымен қатар, басқа шахталармен байланысы шамалы деп есептеуге болады;

- №31/32, №55 және №73/75 шахталарын жеке блоктарға біріктіруге болады немесе сол кездегі жағдай бойынша желдетуге болады. Бұл шешім қосымша зерттеуді қажет етті.

Екінші себеп, бір қарағанда қарапайым болып көрінгенімен, өте қиын, себебі тау-кен жұмыстарының жер бетімен аэродинамикалық байланыстарының пайда болуы және пайдалы қазбаларды қазып өндіру технологиясының мәселелерімен тікелей байланысты. Бұл байланыстар іс жүзінде желдету желісінің элементтері болып табылады, олар арқылы шахталарға ауаның едәуір мөлшері түседі. Демек, шахталардағы ауаның табиғи таралуын дұрыс есептеу үшін құлау аймақтарының аэродинамикалық кедергісін нақтылау қажет.

Кен орындарын игеру кезінде құлаған кеңістіктер ауаның қозғалысы биномдық заңға бағынатын кесек-кеуекті ортамен сипатталады³ [1]:

$$H = RQ^2 + rQ, \text{ даПа}, \quad (1)$$

мұнда:

H – құлау аймағын модельдейтін тармақтың депрессиясы, даПа;

R – аэродинамикалық кедергінің турбулентті компоненті, ққ;

r – аэродинамикалық кедергінің ламинарлы компоненті, н•с / м⁴.

Сүзу жолының ұзындығы $L = 1$ м және сүзу ағынының ауданы $F = 1$ м² болатын меншікті кедергілер эмпирикалық формулалар бойынша есептеледі.

- Ламинарлы қозғалыс үшін:

$$r' = 41/8 \times 0,01^{lg d_{cp}}, \text{ н•с/м}^4. \quad (2)$$

- Турбулентті қозғалыс үшін:

$$R' = 37475 \times 0,00229^{lg d_{cp}}, \quad \text{при } d_{cp} \leq 0,021 \text{ м}. \quad (3)$$

¹«Қазақмыс корпорациясы» ЖШС филиалының ЖЦМ бойынша шахталарды (кеніштерді) блоктық желдету құрылымын қалыптастыру және авариялық режимдерде жер бетіне шығатын аэродинамикалық байланыстар мен құлауды ескере отырып әзірлеу және блоктық желдету жобасын әзірлеу үшін бастапқы деректерді беру» ҒЗЖ есебі, «ҚР НИЦГ» РМҚК. – Қарағанды, 2008.

²Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 264 с.

³ҒЗЖ есебі «Депрессиялық түсірілімдерді орындау. Қолданыстағы желдету схемасын бақылау. Перспективаға Үшқатын – 3 Жерасты кенішінде желдету схемаларын жақсарту бойынша ұсынымдар мен ұсыныстар беру» (қорытынды). – Қарағанды: ҚарМТУ, 2016.

$$R' = 69,685 \times 0,266^{lg d_{cp}}, \quad (4)$$

$$npu d_{cp} > 0,021 \text{ м.}$$

Маркшейдерлік өлшемдер бойынша құлау аймақтарының өлшемдерін біле отырып, бүкіл құлаған кеңістіктің кедергісі есептеледі.

Есептелген аэродинамикалық кедергілердің алынған шамалары ауаның таралуын есептеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Әрі қарай, кен орындарын аралас қазып өндіру кезінде жерасты тау-кен жұмыстарын желдету ерекшеліктеріне тоқталайық. Мысал ретінде «Жәйрем КБК» АҚ «Үшқатын-3» жерасты кенішін қарастырайық (2014-2016 жж. кезеңі) [2].

«Үшқатын-3» кенішінің шахта алаңын ашу карьердің пайдаланған көкжиектерінен жасалған штольнялармен жүзеге асырылды. Тау-кен жұмыстарының максималды тереңдігі 310 м болды.

Кеніштің жерасты қазбаларын желдету уақытша схема бойынша жүзеге асырылды. Зерттеу жүргізу кезеңінде жерасты кеніші AL17-2500 («Korfmann Lufttechnik GmbH») типті екі негізгі желдеткіш қондырғылар (НЖҚ) арқылы айдау әдісімен желдетілді. №1 НЖҚ 1 гор. +288 м штрегіне, №2 НЖҚ 1 гор. +240 м штрегінде орнатылды.

Кейінірек желдету әдісі AL17-2500 типті екі НЖҚ біріктірілген аралас (айдау-сору) әдісіне ауыстырылды. Бұл ретте 1 гор. +288 м штректе орнатылған НЖҚ №1 айдау үшін жұмыс істеді, ал 1 гор. +240 м штрегіне орнатылған НЖҚ №2 +240 м сору үшін жұмыс істеді. Желдету схемасы – қапталдан +192 м және +96 м горизонт технологиялық объектілерін желдету үшін таза ауа +288 м мен +288/+96 м горизонттары арқылы жүзеге асырылды. Шығыс ағын +240 м горизонт 1,2 штольняларымен және 1 горизонт +192 м жылжымалы штрих арқылы берілді.

Жерасты кенішінің желдету жағдайын талдау кезінде шахтада қабылданған тазарту технологиясын ескермеуге болмайды. Кен денелерін камералық жүйемен қазып өндіру, содан кейін

камерааралық және қабатты цикликтерді өтеу жер бетімен аэродинамикалық байланысы бар құлау аймақтарының пайда болуына әкелді. Бұл болжамның негізділігі (жерасты тау-кен қазбаларының осы аймақтар арқылы жер бетімен байланысу мүмкіндігі туралы) анемометриялық түсірілім нәтижелерімен расталды. Осы байланыстар арқылы +288 м және +240 м горизонттарына таза ауаның едәуір мөлшері келді. «Шахталық желдету жүйесінде ауа тарату» арнайы бағдарламасы бойынша шахталық желдету желісіндегі табиғи ауа тарату есебіне сәйкес, горизонт +288 м ~ 45 м³/с, ал горизонт +240 м ~ 40 м³/с таза ауа түсті [3, 4].

Зерттеу барысында келесі жұмыстар орындалды:

- негізгі желдету желдеткіштерінің жұмысы талданды;

- кеніштің желдету қосылыстарының есептік схемасы және желдету желісінің топологиялық ерекшеліктері нақтыланды. Шахталық желдету желісінде (ШЖЖ) табиғи ауа тарату есептеулері орындалды.

- негізгі желдеткіш қондырғыларды орналастыру орындары өзгерген және желдету мақсаттары үшін қосымша тау-кен қазбаларын жүргізген жағдайда ШЖЖ-нде ауа тарату нұсқалары есептелді және талданды.

Модельді қалыптастыру кезінде табиғи тартылыс кенішінің желдетілуіне әсер ету факторы ескерілді, оның мәні формула бойынша есептеледі [1]:

$$h_e = P_a (e^{gH/(287(273+t_n))} - e^{gH/(287(273+t_{cp,ucx}))}), \quad (5)$$

мұнда:

h_e – табиғи тарту, даПа;

g – ауырлық күшін жеделдету, м/с²;

H – горизонттың тереңдігі, м;

t_n – жер бетіндегі ауа температурасы, °С;

$t_{cp,ucx}$ – шығатын ауа ағынындағы температура, °С.

Есептеулер бойынша +288 м, +240 м және +192 м горизонттар үшін табиғи тарту шамалары тиісінше 10 даПа, 11 даПа және 13 даПа құрағаны анықталды⁴ [5].

Зерттеу нәтижесінде келесі тұжырымдар жасалды.

- кеніштің желдету жағдайына әсер ететін негізгі анықтаушы себеп

НЖҚ депрессиясының едәуір бөлігін жеңуге жұмсалған үлкен аэродинамикалық кедергісі бар желдету көтерілістерін негізгі ауа беру қазбалары ретінде пайдалану туралы шешім болды;

- НЖҚ тау-кен қазбаларына орналастырылған және олардың айдау режимінде жұмыс істеген жағдайда, ШЖЖ аэродинамикалық модельдерін есептеу кезінде табиғи тартылуы ескеру қажет, бұл жылдың суық мезгілдерінде жерасты кенішінің қалыпты желдетілуіне айтарлықтай қарсы тұра алады;

- табиғи тартудың шахталық желдету жүйесіндегі ауаның таралуына әсерін шахталық эксперименттер нәтижесінде есептелген немесе алынған табиғи тарту шамаларына сәйкес аэродинамикалық сипаттамалары бар шартты желдеткіштердің желдету желісінің моделіне енгізу арқылы ескеруге болады;

- тау-кен жұмыстарын жүргізудің таяз тереңдігінде шатырдың іргелес жыныстарының құлауымен игеру жүйелерін қолдану тау-кен қазбаларының жер бетімен рұқсат етілмеген аэродинамикалық байланыстарының пайда болуына әкеледі. Температураның маусымдық өзгеруіне және беткі белгілердің айтарлықтай айырмашылығына байланысты табиғи тартылыс пен жылу депрессиясы жер асты тау-кен жұмыстарының желдету жағдайына айтарлықтай әсер етеді [6-8].

«Үшқатын-3» кенішінде жерасты тау-кен жұмыстарын желдету сапасын арттыру үшін техникалық және ұйымдастырушылық сипаттағы бірқатар іс-шараларды жүзеге асыру ұсынылды. Кенішті желдету бөлігіндегі бірінші кезектегі міндет НЖҚ №1 +288 м горизонттан +96 м горизонтқа ауыстыру. Өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысынан бұл шара объективті түрде қажет. Сонымен қатар, желдету желісінің аэродинамикалық өнімділігін жақсарту үшін шаралар қабылдау қажет болды. Сондай-ақ, жұмыс істейтіндерге +288 м горизонттан +96 м горизонтқа, +240 м горизонттан

⁴Brady H.G., Brown E.T. *Mechanics of rocks: for underground mining*. – New York: Springer Science & Business Media, 1985. – 628 p.

+144 м горизонтқа және +144 м горизонттан +96 м горизонтқа желдету көтерілістерін жүргізу қажет болды. Желіде тау-кен қазбаларының жер бетімен рұқсат етілмеген аэродинамикалық байланыстарының болуын ескере отырып, тау-кен қазбаларына түсетін ауаны жылыту бойынша іс-шараларды әзірлеген жөн. Бұрын жүргізілген зерттеулерде негізгі желдету желдеткіштерін тікелей тау-кен қазбаларына орналастыру тау-кен қазбалары желісіндегі желдету ағындарының қайта айналымына әкелетіні анықталды. Осыған байланысты НЖҚ негізгі ауа беру қазбаларының сағаларына қайта монтаждауды жүзеге асыру ұсынылды.

Қорытынды

Қазақстанның екі өңірінде кеніштерді желдету жағдайы қарастырылды. Кеніштердің желдету жүйелерінің қазіргі ерекшеліктері (тау-кен қазбалары желісінің жай-күйі, НЖҚ орнату орны, калориферлік қондырғылардың болмауы) жерасты тау-кен қазбаларын желдетуді ұйымдастыру кезінде техникалық қызмет қызметкерлерінің алдында туындайтын қиындықтарды алдын ала анықтайды. Бұл мәселе жерасты тау-кен жұмыстарында жұмыс істейтін қызметкерлердің қауіпсіз және салауатты еңбек жағдайларын жасау тұрғысынан өте маңызды.

Әрине, көмір шахталары жағдайында қалыпты желдетуді

қамтамасыз ету, кен атмосферасында жанғыш және жарылғыш газдардың болуына байланысты, өндірісті ұйымдастырушылар үшін біршама маңызды, бірақ кеніштерде де қауіпті факторлар бар. Мысалы, жарылғыш заттардың толық жанбауы салдарынан улы газдардың бөлінуі, ішкі жану қозғалтқыштары бар машиналардың жұмысынан шығатын газдардың концентрациясын келтіру қажеттілігі, тау-кен қазбаларында ауа алмасудың қажетті еселігін сақтау және т. б.

Сондықтан желдету жүйелерінің жұмысына арналған зерттеулер ғылыми тұрғыдан да, біздің қоғам өмірінің әлеуметтік компоненті тұрғысынан да өте маңызды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Левицкий Ж.Г., Нұрғалиева А.Д. Белсенді реттегіші бар желдету желісіндегі ауа шығыстарын басқару. // Кузбасс мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – Кемерово, КузМТУ. – 2011. – №4. – Б. 23-27 (орыс тілінде)*
2. *Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Vale Copper Cliff кенішінде қос жоғарғы табалдырықты пайдалана отырып, өңдеу беттерін әзірлеу кезінде аспалы тіректерді нығайту және кен өндіруді жақсарту үшін кабель болттарын пайдалану. // «Терең тау-кен» терең және жоғары кернеулі тау-кен жұмыстарына арналған 7 Халықаралық конференцияның материалдары. – Перт, 2014. – Б. 305-314 (ағылшын тілінде)*
3. *Hutchinson D.J., Falmagne V. Аспалтық құралдарды пайдалана отырып, жер асты кабель болттарын қолдау жүйелерінің бақылау жобасы. // Инженерлік геология және қоршаған орта жаршысы. – 2000. – Т. 58. – №3. – Б. 0227-0241 (ағылшын тілінде)*
4. *Laubsher D.H. Кенді жобалаудағы тау-кен массасын бағалауға арналған геомеханикалық классификация жүйесі. // Оңтүстік Африка тау-кен және металлургия институтының журналы. – 1990. – Т. 90(10). – Б. 257-273 (ағылшын тілінде)*
5. *Brown S., Thomas G. Соққы толқындарының шағылысуынан және дифракциясынан туындаған тұтану және детонацияға өтуді эксперименттік зерттеулер. // Соққы толқындары. – 2000. – Т. 10(1). – Б. 23-32 (ағылшын тілінде)*
6. *Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Тау жыныстары массивінде жарылыс қирау аймағының қалыптасу ерекшеліктері. // Тау-кен өндірісінің физикалық-техникалық мәселелері. – 2007. – №3. – Б. 65-76 (орыс тілінде)*
7. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А. и др. Табиғи кернеу өрісін және жарылыс күшінің тау-кен массасына әсерін зерттеу арқылы жарылыс жұмыстарының сапалық көрсеткіштерін жақсарту. // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының материалдары. – 2021. – №4. – Б. 30-35 (орыс тілінде)*
8. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Матаев А.К. Массивтің құрылымдық және беріктік қасиеттерін ескере отырып, бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін арттыру. // Қазақстан тау-кен журналы. – Алматы, 2020. – №8. – Б. 29-35 (орыс тілінде)*

REFERENCES

1. *Levitsky Zh.G., Nurgaliev A.D. Upravlenie rasxodami vozduxa v ventilyacionnoj seti s aktivnym regulyatorom [Control of air flow rates in a ventilation network with an active regulator]. // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University. – Kemerovo: KuzGTU, 2011. – №4. – P. 23-27 (in Russian)*

2. Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. The use of cable bolts to strengthen suspended pillars and improve ore extraction during the development of treatment faces using double upper thresholds at the Vale Copper Cliff mine. // *Proceeding of 7-th International conference on deep and high stress mining «Deep Mining»*. – Perth, 2014. – P. 305-314 (in English)
3. Hutchinson D.J., Falmagne V. Observational design of underground cable bolt support systems utilizing instrumentation. // *Bulletin of Engineering geology and the environment*. – 2000. – Vol. 58. – №3. – P. 0227-0241 (in English)
4. Laubsher D.H. Geomechanics classification system for estimating the mass of rocks in the design of mines. // *Journal of the Southern African institute of mining and metallurgy*. – 1990. – Vol. 90(10). – P. 257-273 (in English)
5. Brown S., Thomas G. Experimental studies of ignition and transition to detonation caused by reflection and diffraction of shock waves. // *Shock waves*. – 2000. – Vol. 10(1). – P. 23-32 (in English)
6. Adushkin V.V., Budkov A.M., Kocharyan G.G. Osobennosti formirovaniya zony razrusheniya vzryva v massive skal'nykh porod [Features of the formation of the destruction zone explosion in the rock mass]. // *Fiziko-texnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh = Physical and technical problems of development mineral*. – 2007. – №3. – P. 65-76 (in Russian)
7. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A. i dr. Povyshenie pokazatelej kachestva vzryvnykh работ путем изучения естественного поля напряжений и влияния силы взрыва на горную массу [Improving the quality indicators of blasting by studying the natural stress field and the impact of the explosion force on the rock mass]. // *Izvestiya NAN RK = Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. – 2021. – № 4. – s. 30-35 (in Russian)
8. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Mataev A.K. Povyshenie e'ffektivnosti burovzryvnykh работ s uchetom strukturno-prochnostnykh svoystv massiva [Improving the efficiency of drilling and blasting operations taking into account the structural and strength properties of the massif]. // *Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan*. – Almaty 2020. – №8. – P. 29-35 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левицкий Ж.Г., Нурғалиева А.Д. Управление расходами воздуха в вентиляционной сети с активным регулятором. // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – №4. – С. 23-27 (на русском языке)
2. Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Применение анкерных болтов для усиления висячих целиков и повышения выемки руды при отработке очистных забоев двойными верхними порогам на руднике Vale Copper Cliff. // *Материалы 7-й Международной конференции по глубоководным и высоконапряженным горным работам «Deep Mining»*. – Перт, 2014. – С. 305-314 (на английском языке)
3. Hutchinson D.J., Falmagne V. Наблюдательное проектирование подземных систем крепления кабельных болтов с использованием контрольно-измерительных приборов. // *Вестник инженерной геологии и окружающей среды*. – 2000. – Т. 58. – №3. – С. 0227-0241 (на английском языке)
4. Laubsher D.H. Система классификации геомеханики для оценки массы горных пород при проектировании шахт. // *Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии*. – 1990. – Т. 90(10). – С. 257-273 (на английском языке)
5. Brown S., Thomas G. Экспериментальные исследования воспламенения и перехода к детонации, вызванных отражением и дифракцией ударных волн. // *Ударные волны*. – 2000. – Т. 10(1). – С. 23-32 (на английском языке)
6. Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Особенности формирования зоны разрушения взрыва в массиве скальных пород. // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – 2007. – № 3. – Б. 65-76 (на русском языке)
7. Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А. и др. Повышение показателей качества взрывных работ путем изучения естественного поля напряжений и влияния силы взрыва на горную массу. // *Известия НАН РК*. – 2021. – №4. – С. 30-35 (на русском языке)

8. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Матаев А.К. Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом структурно-прочностных свойств массива. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2020. – №8. – С. 29-35 (на русском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Семсер Р.М., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Кеніштік аэрология және еңбекті қорғау» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан), riza_riza@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5894-7155>

Суимбаева А.М., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Кеніштік аэрология және еңбекті қорғау» кафедрасының доцентінің м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан), suimbayeva.aigerim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6582-9977>

Асаинов С.Т., техника ғылымдарының кандидаты, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), 2008_as@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5841-0454>

Матаев А.К., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), mataev.azamat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

Information about the authors:

Semser R.M., Master's Student at the Department «Mine Aerology and Labor Protection» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Suimbayeva A.M., PhD, Acting Associate Professor at the Department «Mine Aerology and Labor Protection» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Asainov S.T., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Matayev A.K., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Семсер Р.М., магистрант кафедры «Рудничная аэрология и охрана труда» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Суимбаева А.М., PhD, и.о. доцента кафедры «Рудничная аэрология и охрана труда» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Асаинов С.Т., канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Матаев А.К., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)