

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 420 (2016), 109 – 115

**M. B. Nurpeisova, O. S. Kurmanbaev**

Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru, olzhas\_ak@list.ru

**LAWS OF DEVELOPMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES  
IN THE ROCK MASS MAYKAIN MINE**

**Annotation.** The paper deals with the study and establishment of the laws of development of geomechanical processes at the combined way of development of mineral deposits. In domestic and foreign practice, development of mineral deposits increasing use is combined (open-underground) development technology. One of these deposits in Kazakhstan is a gold mine Maykain, which requires individual technical solutions and reliable completion of geomechanical studies podkarernyh stocks taking into account protection of mineral resources, the environment and industrial safety. The results of research obtained by the authors in the implementation of scientific research in accordance with the complex target program "Geomechanicheskoe study parameters podkarernyh mining reserves of the mine" Maykain "with today's surveyor-geodetic instruments that provide high accuracy and performance of surveying.

**Keywords:** geomechanical processes, rocks, monitoring, techniques, patterns; modern appliances.

ӘОЖ 552.1(574)

**М. Б. Нұрпейісова, О. С. Курманбаев**

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

**МАЙҚАЙЫҢ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ  
ҮРДІСТЕРДІҢ ДАМУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ**

**Аннотация.** Мақалада пайдалы қазындыларды құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық процестерді зерделеу және олардың даму заңдылықтарын анықтау қарастырылған. Отандық және шетелдердегі тәжірибеде құрама тәсілмен кен игеру технологиясы кеңінен таралған. Қазақстандағы осындай кен орындарының бірі – арнайы техникалық шешімдер мен карьер астындағы кен қорын қазып алуда жер қойнауын қорғауды, қоршаған орта мен өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуді ескеретін сенімді геомеханикалық негіздеме жасап, жүзеге асыруды қажет ететін «Майқайын» алтын кенорны. Кешенді мақсаттағы «Майқайын кенішіндегі карьерасты алтын қорын қазып алу параметрлерін геомеханикалық негіздеу» бағдарламасына сәйкес, заманауи маркшейдерлік-геодезиялық аспаптарды қолдана отыра жүргізген және түсіріс жұмыстарының дәлдігі мен еңбек өнімділігін жоғарылатқан, авторлардың ғылыми-зерттеулерінің нәтижелері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** геомеханикалық процестер, тау жыныстары, мониторинг, әдістер, заңдылықтар, заманауи аспаптар.

**Кіріспе.** Қазіргі кезде Қазақстанның алтын өндіру саласы, жер қойнауындағы геологиялық-экономикалық жағынан қолайлы жағдайдағы қордың үлкен бөлігі игеріліп, қалған 45%-дайы терең қабаттарда орнаскандықтан, бірқатар қиыншылықтарды бастан кешіруде. Ондай кенорындарына Майқайын, Ақбақай, Васильков және т.б. жатады.

Игерілуге жаңадан кірісіп жатқан кен орындары алтын өндірудің төмендеп бара жатқан деңгейінің орнын толтыра алмайды, өйткені олардағы қор нашар сапалық көрсеткіштерімен сипатталады. Осыған байланысты алтын өндіру өндірісін тұрақты және тиімділігі жоғары жұмыстармен қамтамасыз ету үшін кен игерудің ашық әдісінен жерасты әдісіне көшу қажеттілігі туындайды.

Осы күнгі тау-кен өндірісінің өнеркәсіптік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі талаптарын қанағаттандырудағы, маңызды мәселе – сейсмикалық қауіпті аймақтарда тау жыныстары массивінің жай-күйі туралы сенімді мәліметтер алу. Күрделі геомеханикалық мәселелер саласындағы зерттеулерге жасалған талдау, техногендік апаттардың тәуекелін төмендетуге, жалпы кен орындарын игерудің экономикалық тиімділігін жоғарылатуға бағытталған, геомеханикалық мониторинг жүргізудің, тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін (КДК) модельдеудің, тау-кен-металлургия кешендерінің (ТМК) қалдықтарын іске асырудың жаңа әдістемесін даярлауға негіз болды.

Геомеханикалық процестерді алдын-ала болжау тау-кен өндіру өндіріс дамыған барлық елдер үшін маңызды мәселе екендігіне, 2005 жылы Австралияда өткен тау-кен соққылары мен шахталық сеймика жайындағы 6-Халықаралық симпозиумның материалдары дәлел [1]. Геомеханикалық процестерді басқаруға барлық жерде көп көңіл аударылуда, оның дәлелі бұл тақырыпқа арналған жариялымдардың күннен-күнге өсуі [2].

Сонымен қатар, маркшейдерлік-геодезиялық тәжірибеде тау жыныстары массивінің жай-күйін, заманауи аспаптарды қалдану арқылы, геомониторингтеудің бірінғай әдістемесінің жоқтығы. Сондықтан да, массивтің жай-күйін бағалау және болжауда геомониторинг жүргізудің заманауи геодезиялық әдістерін енгізу – тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен кен орындарын игерудің экономикалық тиімділігін жоғарылатудың негізі болмақ.

Тау жыныстарының жылжуы мен кен қысымы және карьер беткейлерінің орнықтылығы сияқты мәселелерді шешу – массивтің жай-күйін заманауи геодезиялық әдістер негізінде жүргізілетін геомеханикалық мониторингсіз шешуге болматындығын, тау-кен өндірісінің мамандары жақы біледі.

Осы айтылғандардың барлығының Майқайын кенішінде тән сипаттары бар. Майқайын кен орнында карьер астын кеулеп қазудың әсерінен тау жыныстары массиві мен жербетінің жылжуын (терең орлар) ҚазҰЗТУ-дың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының ғылыми-қызметкерлері заманауи аспаптардың көмегімен зерттеді.

Зерттеу жұмыстарының мақсаты, Майқайын алтын кен орнын құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық процестердің даму заңдылықтарын анықтау үшін, тау жыныстары массивінің жай-күйін қадағалауда жоғары дәлдікті және түсіріс жұмыстарының өнімділігін қамтамасыз ететін, заманауи геодезиялық әдістерді өндіріске енгізу.

Зерттеулерге зертханалық және шахталық жағдайдағы зерттеу, аналитикалық есептеулер, бақылау нәтижелерін математикалық статистика және компьютерлік модельдеу әдістері кірді.

Кендерді құрама тәсілмен игеруде тау жыныстары массивінің тек бір ғана учаскесіне ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының әсерінен бір мезілде немесе бірінен кейін бірі, бірнеше есе жүктеме түсуіне байланысты, күрделі геомеханикалық процестер туындайды. Мұндай жағдайда, яғни массивке әсер ететін факторлардың көптігінен және олардың кеңістік пен уақыт аралығында өзгерісе ұшырап отыратындықтан, геомеханикалық жай-күйді бағалау өте қиын.

Сонымен қатар, құрама тәсілмен кен игеру кезіндегі геомеханикалық жағдайдың күрделілігінен жерасты қазбаларын су басып кету қаупы және оның салдарынан, кәсіпорны өте қиын кері жағдайларға ұшырайды. 2009 жылы «Майқайын» кенішінің 3-қабаттағы жерасты қазбаларын су басып кетуі оған дәлел. Бұл тек Қазақстан үшін ғана маңызды мәселе емес. Мәселен, 2006 жылы Қытайдың Хунбэй провинциясындағы шахтаның забойын, 2010 ж. «Северокузбауголь» АҚ қарасты «Северная» шахтасында, 2013 жылдың наурыз айында Украинадағы «Крепенская» шахтасын су басып кетіп, қаншама адам қаза тапқан.

Осының барлығы күрделімасштабты тау-кен жұмыстарын жүргізудің әсерінен, геологиялық ортаның геодинамикалық және гидрогеологиялық тәртібінің бұзылуына әкеліп соғуы «Майқайын» кенішінде жүргізілген ғылыми жұмыстардың нәтижелері айқын дәлел [4].

Зерттеу жұмыстары жүргізілген «Майқайын» табиғи-техникалық жүйесі: 1 жерасты кенішінен және карьерлерден, қалдықтар сақтағыштары бар байыту фабрикасы және осыларға лайықталған инфрақрылымнан тұратын геологиялық орта болып есептеледі.

Майқайын кенорнын игерудің бір ерекшелігі жоғарыда қарастырылғандай, яғни кен жер бетіне шығып жатқандықтан, оны 60–80 м тереңдікке дейін ашық әдіспен, ал қазір жерасты кенішімен, яғни құрама әдіспен игерілуде. Кенді құрама тәсілмен тигеру жағдайында, әсіресе кенді жекелеген

блоктарға бөліп, қоймалау жүйесімен игеріп, соным ең қатар блокаралық және төбелік кентіртекттерді де қазып алған кезде, тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, таужыныстары бүкіл созылымы және тереңдігі бойынша тірегін жоғалтып, беріктігі бұзылады да, опырылып бос қуыстарға қарай құлай бастауы тікелей әсер етеді.

Мұндай жағдайда жерасты тау-кен жұмыстарының әсер ету шекарасын анықтау – терең карьер беткейінің сырғу бетін айқындаумен шектеледі.

Сондықтан да, бірқатар тау-кен мәселелерін шешудегі есептеу әдістерін, табиғи және кен-техникалық факторларды, сонымен қатар олардың тапу жыныстары беріктік қасиеттерінің кеңістікте және уақыт аралығында өзгеріп отыратындығын ескере отыра нақтылы жағдайға сәйкес жетілдіру қажет.

Осы саладағы көптеген зерттеу жұмыстарына қарамастан, кен орындарының кен-геологиялық жағдайларының күрделілігі мен әрқилылығынан, техногендік апаттардың тәуекелін болжау және басқару мәселесі әлі күнге дейін өз шешімін толық тапқан жоқ.

Табиғи-техникалық жүйе аймағында геодезиялық бақылаулар жүргізу әдістемесіне және оның нәтижелерін геомеханикалық және гидрогеологиялық факторлармен байланыстырып маркшейдерлік талдау жасау, жер бетінің шөгуді (ЖБШ) анықтаудың тиімді тәсілдерінің жоқтығынан туындаған. Бұл өз кезегінде, тау жыныстарының деформация-лануын зерделеуде ЖБШ параметрлерін анықтаудың сенімділігін, жылдамдығын жоғарылататын заманауи электрондық аспаптарды қолдану арқылы бақылауды және де бақылаудың маркшейдерлік-геодезиялық әдістерін жетілдіруді талап етеді.

Деформациялану үдерісінің уақыт аралығындағы толық сипатын, геодинамикалық мониторингке негізделген, табиғи-техникалық жүйені (ТТЖ) зерттеудің кешенді әдістемесімен ғана қолданып жүзеге асыруға болады. Ұсынылып отырған кешенді әдістеме (1-сурет) де ТТЖ-ні зерттеудің және ондағы қауіпті жағдайды болжаудың геофизикалық, геордезиялық және т.б. өлшеулерден және де олардың нәтижелерін өңдеуден тұрады [3].

Кен ауданының геологиясы мен тектоникасын зерделеу, кернеулі күйін эксперименттік бағалау арқылы және модельдеу егизінде массивтегі «энергияға қаныққан» зоналар іріктеледі, олар өз кезегінде геомеханикалық мониторингтің шекарасын анықтайды. Содан кейін, деформациялар мен геофизикалық өрістердің параметрлерін анықтаудан тұратын, қауіпті зонаны мониторингтеу басталады.

Әрі қарай жылжу процесінің заңдылықтары мәлімет және оның аумалы жағдайының параметрлері эксперттік жүйеге түседі, және де ол жердегі деректер қорын ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі, ТТЖ-нің жай-күйіне баға беріледі дн жер қойнауы мен жер бетін қорғаудың қажетті шешімдері негізделеді.

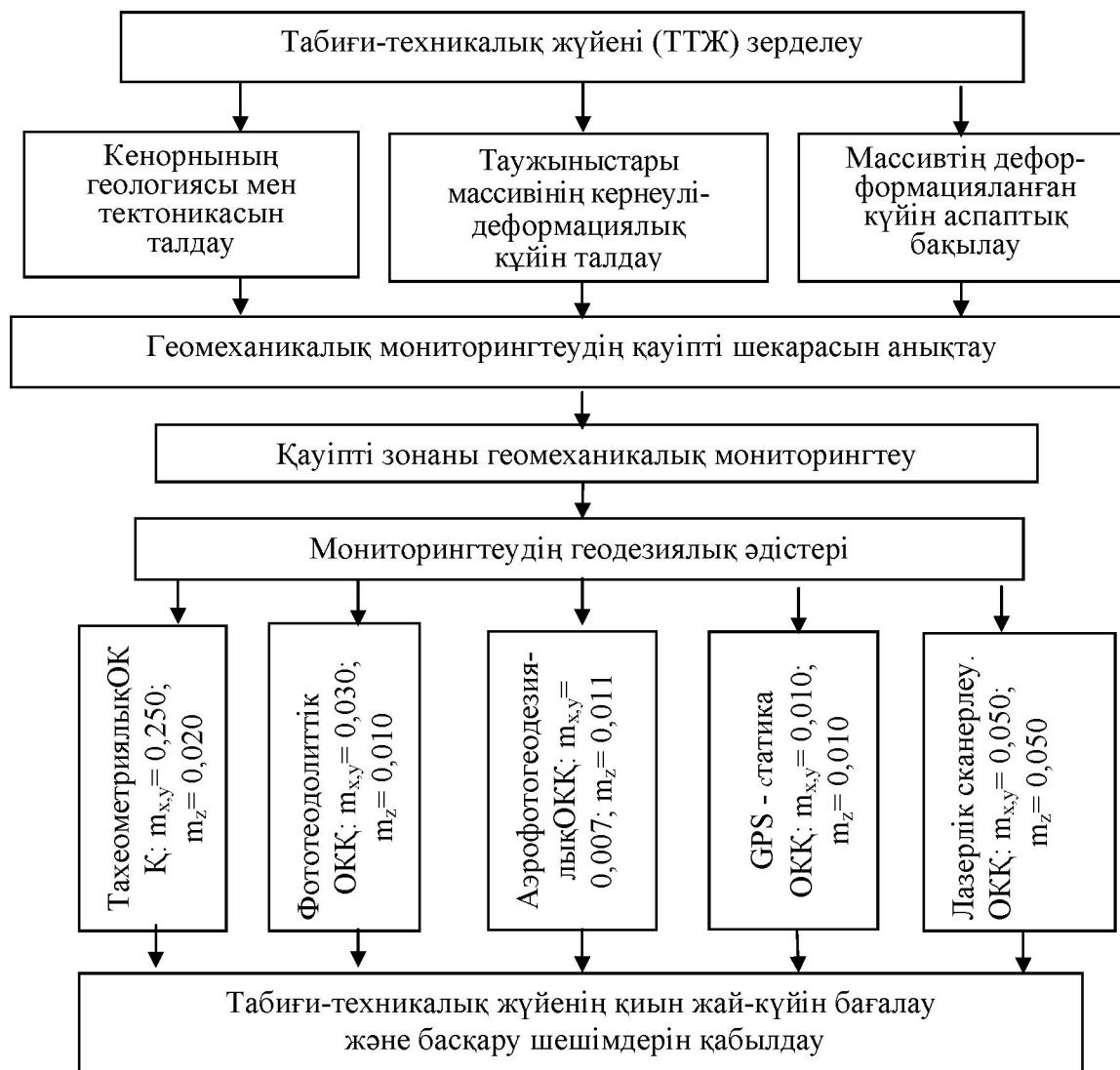
Әрі қарай, табиғи-техникалық жүйедегі жылжу үдерісі заңдылықтары мен аумалы жағдайы жайлы барлық мәлімет эксперттік бөлімге түседі. Ол жердегі мәліметтер қоры мен ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі және де қажетті шешімдер қабылданады. Мұндай шешімдердің мақсаты – ТТЖ-нің әрі қарай жұмыс жүргізуін қамтамасыз ету немесе оны аумалы жағдайдан шығару.

Майқайың кен орнын игерудің қоршаған ортаға, бірінші кезеңде тау жыныстарының кернеулі-деформацияланған күйіне тигізетін кері әсерінің көлемі, карьерлерде ірі жылжымалар, опырылулар, ал кеніштердің төменгі қабаттарында қысым мен кен соққылары сияқты күшті апаттарды туындататын, жер қойнауындағы техногендік бұзылыстар қатарына жатады.

Рудалық алаңының геологиялық құрылымына төменгі кембрий жасындағы вулканданған шөгінді тау жыныстары кіреді (2-сурет). Майқайың кенорны күрт құлама алтынды желілерден тұрады, ол желілердің қалыңдығы 0,2–4,0 м. Рудалық денелердің бойлық ұзындықтары 100–680 метрлік аралықта. Алтын желілерін қоршаған тау жыныстарына беріктік коэффициенті  $f = 14-16$  тең гранодиориттер, березиттер ( $f = 11-14$ ), кварциттер ( $f = 16-18$ ) жатады.

Рудалық алаңның құрылымында ажырау бұзылыстары үлкен роль атқарады, олар орталық синклиналь маңында кенінен таралған.

Әрі қарай, табиғи-техникалық жүйедегі жылжу үдерісі заңдылықтары мен аумалы жағдайы жайлы барлық мәлімет эксперттік бөлімге түседі. Ол жердегі мәліметтер қоры мен ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі және де қажетті шешімдер қабылданады. Мұндай шешімдердің мақсаты – ТТЖ-нің әрі қарай жұмыс жүргізуін қамтамасыз ету немесе оны аумалы жағдайдан шығару.



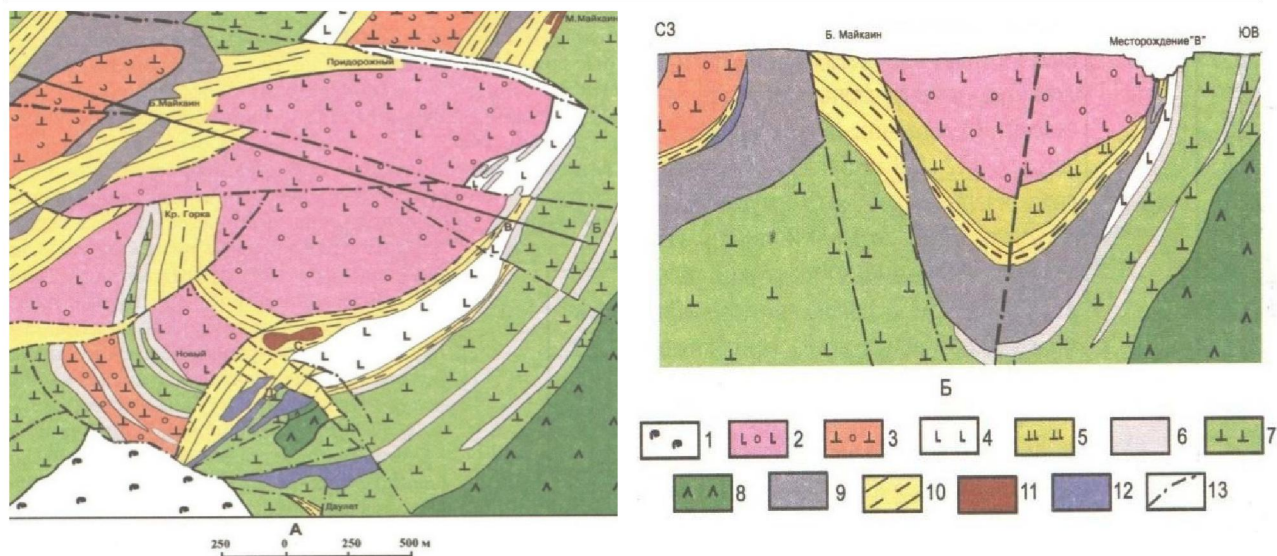
1-сурет – ТТЖ-дегі қауіпті жағдайларды зерделеу әдістемесінің сұлбасы

Карьерлер мен олардың үйінділерінің, қалдықтарсақтағыш, жерасты кен өндірудің бір-бірімен қабаттасқан әсер-ықпалдарының көлемі екінші қатардағы кернеулер алаңының күрделі заңдылықтарын туындатады. Бұл құбылыстың бір түрі – вертикаль ығысулар. Сондықтан, мұндай аудандардағы өндірістің әсер етудің көлемі, геомеханикалық процестердің шектен шығып кететін апаттарынан сақтану үшін жан-жақты зерттеулер жүргізіліп қадағалап отырады.

Мұндай жағдайда тау жыныстары массивінде тундайтын геомеханикалық процестердің кеңістік-уақыттық өзгерістерін тек жүйелі бақылаулардан; олардың нәтижелерін математикалық өңдеулерден; массивтің жағдайына талдау жасаудан және болжаудан, кері әсерлерді басқарудың шешімдерін жасаудан тұратын геомеханикалық мониторинг ұйымдастыру қажет.

2013 жылы кен орнының кен-геологиялық жағдайын зерделеудің нәтижелері негізінде жербеті және жерасты бақылау станцияларының жобасы жасалынды. Жобада электронды тахеометрлер мен жерсеріктік позициялау жүйесінің GPS қабылдағыштарын пайдалану арқылы аспаптық маркшейдерлік-геодезиялық бақылауларға негізделген геомеханикалық мониторинг жүйесін құру қарастылды.

Маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарда электронды тахеометрлер мен GPS аспаптарын кеңінен қолдану таужыныстары массивінің жылжу параметрлерін уақыт аралығында дәл және тез анықтауға мүмкіндік туғызады.



2-сурет – Кен орнының құрылымдық-геологиялық картасы:

- 1 – ірі кесекті орташа құрамды туфтар; 2 – орта кесекті орташа құрамды туфтар, лавобрекчиялар;  
 3 – майда кесекті орташа құрамды туфтар, андезит порфириттері; 4 – негізгі құрамды туфтар; 5 – андезитті-базальттық порфириттер; 6 – шөгінді жыныстардың қабаттары; 7 – базальттық порфириттер, бадамтастық афир лавалары;  
 8 – габбро-диабаздар; 9 – гидротемальды-метасоматиялық кварциттер; 10 – кварц-серицит-хлоритты тақтатастар;  
 11, 12 – кен сілемдері: 11 – алтын-барит-полиметаллды, 12 – күкіртті-колчеданды; 13 – айырылымды бұзылыстар

2014 жылы барлық рудалық желілерді қамтитын, бес профилдік сызықтардың тұратын бақылау станциясы салынды. 2014–2016 жж. аралығында карьер беткейлері мен жерасты қазбаларының орнықтылығын қадағалау үшін Швейцарияның Leica Geosystems фирмасының роботталған электрондық TC1201 тахеометрін қолданып 16 сериялы бақылаулар жүргізілді. Электронды тахеометрді қолдану өлшеу процесін автоматтандырады және аспаптың шағылдырғыш призмаларына көздеудегі қателікті жояды, және далалық жұмыстарға жұмсалатын уақытты, сонымен қатар, өлшеу деректерінің электронды түрде қалыптасуынан, өлшеу нәтижелерін камералдық өңдеу әжептәуір жеңілдейді.

Кеніштерді тау жыныстары массивінің деформациялануын көпжылдық маркшейдерлік аспаптық бақылаулар тәжірибесі мониторинг жүргізуде GPS құрылғыларын қолданудың әдістемесін енгізуге мүмкіндік туғызды.

Электронды тахеометрмен биіктік белгісін берудің дәлдігі тригонометриялық нивчелірлеуде биікайырымды есептеудің қателігімен анықталады

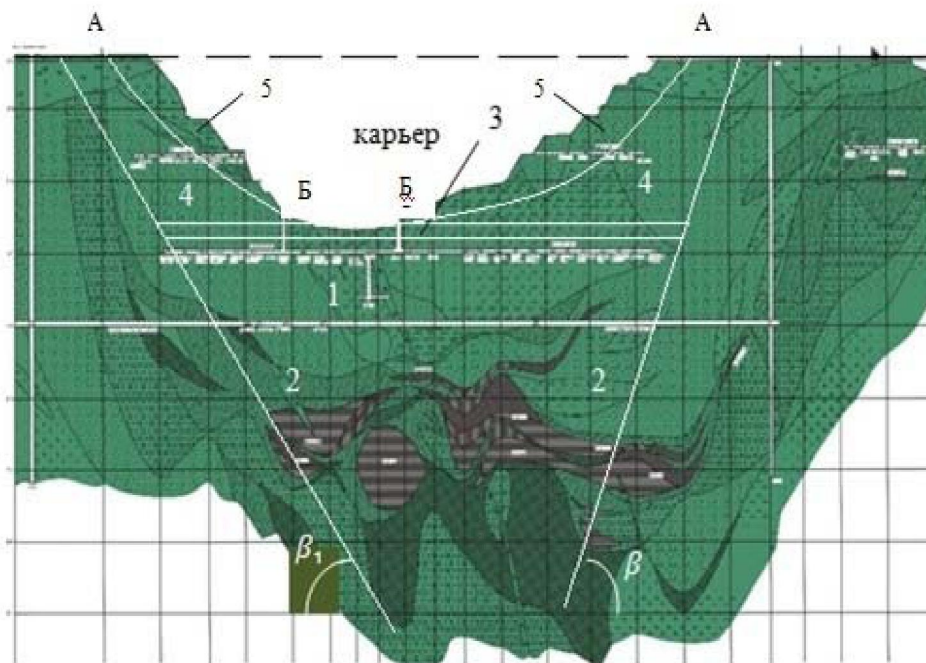
$$m_h^2 = L^2 \cos^2 \delta \frac{m_\delta^2}{\rho^2} + m_L^2 \sin^2 \delta + 2m_v^2, \text{ мм},$$

мұнда  $m_\delta$ ,  $m_L$ ,  $m_v$  – вертикаль бұрыштың, арақашықтық және аспап пен шағылдырғыш биіктіктерінің орташа квадраттық қателіктері.

Leica TC1201 электронды тахеометрі бойынша осы шамалардың орташа квадраттық қателіктері  $m_\delta = 1''$ ;  $m_L = 2 \text{ мм} \pm 0,5L \text{ мм/км}$ ;  $m_v = m_i = 1 \text{ мм}$  тең.

Сөйтіп, Майқайын кен орынында көпжылдық кешенді геомеханикалық мониторинг жүргізу (2014–2016 жж) негізінде тау жыныстарының жылжу сұлбасы алынды (3-сурет). Мұнда кен қысымы: жеңілденген және жоғарылаған екі аймақтан, және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінетін 5 зоналар бар.

Жеңілденген аймақ, массивтің әртүрлі дәрежедегі бұзылыстарымен сипатталатын опырылу, жарып өтетін және жергілікті жарықшақтар сияқты зоналарға бөлінеді. Зоналардың сипаттамасы мен сандық параметрлері кен игеру кезіндегі тау жыныстарының геомеханикалық және гидрогеологиялық жай-күйін бағалауда пайдаланылады.



3-сурет – Құрама тәсілмен кен игерудегі тау жыныстары жытжуының сұлбасы.

Зоналар: 1 – опырылу; 2 – жай иілу; 3 – шекті кернеулі күй (карьер түбі қабатындағы созылу және сығылулар); 4 – сырғу призмасы; 5 – карьер жағдауы массиві; 4 және 5 – зоналарды бөліп тұратын А-Б – сызығы(сырғу бет)

Кен орнының табиғи гидрогеологиялық жүйенің түбегейлі өзгеруі су нысандарының опырылу зоналарына түсіп қалған немесе бірнеше жарып өтетін жарықшақтары, немесе техногендік жарықшақтары бар иілу зоналарына кезіп қалған жағдайда болуы мүмкін [5].

Сонымен қатар, карьер түбінің (1-қабаттың төбелік кентірегіннің) және этажаралық кентіректердің салмақ түсетін қабілетін зерттеуге баса көңіл аударылды.

Майқайың кен орнын игерудің жай-күйіне талдау жасау екі ұстанымда жасалынды. Біріншіден, массивтегі судан қорғайтын қабатта (СҚК), кеніштің бос қустардына (кен қазбаларына) су өтіп кететін каналдар болу мүмкіншілігі бар, қауыпты вертикаль жарықшақтардың дамуын бағалау.

Екіншіден, тау-кен жұмыстарының әсерінен қабаттың жоғарғы жағында әлсіз зоналардың пайда болу жағдайы қарастырылды, себебі ол зоналар жер бетіндегі нысандар мен инженерлік имараттарға шын мәнінде қауіп төндіруі ықтимал.

Сөйтіп, тау жыныстары массивінің жай-күйін кешенді бағалаудың, кен орнының, оның ішінде кеулеп қазылатын қабаттың геологиялық құрылымы ескерілетін және тау-кен жұмыстарын геомеханикалық қамтамасыз етудің сапасын жоғарылататын әдістемесі (1-сурет) жасалынды.

Өз кезегінде, геомеханикалық болжаудың нәтижелері техногендік бұзылыстар шоғырланған зоналарды айқындап және бөле зерттеу үшін геофизикалық және геодезиялық-маркшейдерлік бақылаулар жүргізілетін ең қауіпті учаскелерді айқындауда үлкен роль атқарады.

Жүргізілген зерттеулерден алынған іс-тәжірибелік және теориялық нәтижелердің өндіріске енгізілуі тек құрылыстарды қорғап қана қойған жоқ, сондай-ақ сақтандыру кентіректеріндегі қалтырылған пайдалы қорды толық игеруге мүмкіндік туғызды.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Rockburst and seismicity in mines proceedings. – Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005.
- [2] Owen M.L. Calibrating a semi-quantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metaliferous mines // Controlling seismic risk. – Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005. – P. 191-204.
- [3] Нурпеисова М.Б., Менайков К.Т., Кыргызбаева Г.М. Оценка геомеханического состояния массива горных пород при открыто-подземной раз-работке месторождения // Труды междун. научно-практ конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». – Караганда, 2010. – С. 90-94.
- [4] Курманбаев О.С., Нурпеисова М.Б. Мониторинг состояния прибортовых массивов и инженерных сооружений // Материалы XXVI международной научной школы. – Симферополь: Крымский федеральный университет, 2016. – С. 51-55.

[5] Nurpeisova M.B., Sarybaev O.A., Kurmanbaev O.S. Study of regularity of geomechanical processes development by the combined way of field operating // Scientific bulletin of National Mining University «Scientific and technical journal». – 2016. – N 4(154). – P. 30-36.

#### REFERENCES

- [1] Rockburst and seismicity in mines proceedings. Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005.
- [2] Owen M.L. Calibrating a semi-quantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metal-liferous mines // Controlling seismic risk. Australia: Australian Centre for Geomechanics, 2005. P. 191-204.
- [3] Nurpeisova M.B., Menajakov K.T., Kyrgyzbaeva G.M. Ocenka geomechanicheskogosostojanija massiva gornyh porod pri otkryto-podzemnoj raz-rabotke mestorozhdenii // Trudy mezhdun. nauchno-prakt konf. «Nauka i obrazovanie – vedushhij faktor strategii «Kazahstan-2030». Karaganda, 2010. S. 90-94.
- [4] Kurmanbaev O.S., Nurpeisova M.B. Monitoring sostojanija pribortovyh massivov i inzhenernyh sooruzhenij // Materialy HHVI mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly. Simferopol': Krymskij federal'nyj universitet, 2016. S. 51-55.
- [5] Nurpeisova M.B., Sarybaev O.A., Kurmanbaev O.S. Study of regularity of geomechanical processes development by the combined way of field operating // Scientific bulletin of National Mining University «Scientific and technical journal». 2016. N 4(154). R. 30-36.

**М. Б. Нурпеисова, О. С. Курманбаев.**

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,  
Алматы, Қазақстан

#### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД РУДНИКА МАЙКАЙН**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы изучения и установления закономерностей развития геомеханических процессов при комбинированном способе разработки месторождений. В отечественной и зарубежной практике разработки месторождений полезных ископаемых все большее применение находит комбинированная технология разработки. Одним из таких месторождений в Казахстана является золоторудное месторождение «Майкаин», которое требует индивидуальных технических решений и надежных геомеханических обоснований доработки подкарьерных запасов с учетом охраны недр, окружающей среды и промышленной безопасности.

Приведены результаты исследований, полученных авторами в процессе выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с Комплексной целевой программой «Геомеханическое обоснование параметров отработки подкарьерных запасов рудника «Майкаин» при помощи современных маркшейдерско-геодезических приборов, которые обеспечили высокую точность и производительность съемочных работ.

**Ключевые слова:** геомеханические процессы, горные породы, мониторинг, методы, закономерности; современные приборы.