

ДАЙЫНДЫҚ ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ АЙНАЛАСЫНДАҒЫ МАССИВТІҢ КЕРНЕУ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ

А.С.Кайназаров^{1*}, В.Ф. Демин², А.С. Кайназарова¹, У.А.Абрахман²

¹Академик Қ. Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институты,

²Екібастұз к., Қазақстан, ²Коммерциялық емес Акционерлік Қоғам «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті», Қарағанды қ., Қазақстан, armanaun@mail.ru

Тау-кен қазбаларындағы жұмыс тірегінің деформациясын анықтау үшін тау-кен геологиялық жағдайларына байланысты болады. Зерттеулер тау-кен-технологиялық факторлардың топырақ қазудың болттық қосылуының тиімділігіне әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеулер игерудің тау-кен-техникалық шарттарының қазбалардағы тіректің әр түрлі іргелес жыныстардағы ығысуға әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Деформациялардың анықталған заңдылықтары өндірудің әр түрлі жағдайында тау жыныстарының қысымының көріністерін есептеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Тау-кен қазбаларын бекіту құралдарын пайдаланудың технологиялық қағидаттарын бағалай отырып, тау-кен қазбаларын ұстаудың геомеханикалық жағдайларына зерттеулер жүргізілді. Жүргізілген зерттеулер геомеханикалық процестер кезінде дайындық қазбалары контурларының ығысуын жеткілікті дәйектілікпен болжауға мүмкіндік береді. Негізгі тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық факторларға байланысты көмір жыныстары массивтерінің (ығысу, кернеу, жарықтар аймағы) кернеулі-деформацияланған жай-күйінің өзгеруінің анықталған заңдылықтары нақты пайдалану жағдайларында дайындық тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру үшін бекітудің оңтайлы параметрлерін белгілеуге мүмкіндік береді. Жасалған жұмыстар кезінде өзгеріп отырған тау-кен геологиялық және тау-кен-техникалық жағдайларына бейімделе отырып, ұсақ сулы және көлбеу көмір қабаттарында өндіру кезінде контурлық жыныстарды тиімді және қауіпсіз бекітудің жаңа технологияларын әзірлеуге және қолданыстағы технологияларды жетілдіруге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: шахта, анкер, табан, төбе, деформация, эксперимент.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ВОКРУГ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

А.С. Кайназаров^{1*}, В.Ф. Демин², А.С. Кайназарова¹, Е.А. Абрахман²

¹Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К. Сатпаева, г. Экибастуз,

Казахстан, ²НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», г. Караганда, Казахстан, armanaun@mail.ru

Определение деформации рабочей опоры в горных выработках зависит от горно-геологических условий эксплуатации. Исследования позволили установить степень влияния горно-технологических факторов на эффективность болтового соединения выемки грунта. Проведённые исследования позволили определить степень влияния горно-технических условий разработки на смещения в прилегающих породах с различными типами опоры в выработках. Выявленные закономерности деформаций могут быть использованы для расчета проявлений горного давления при выработках при различных условиях добычи. Проведены исследования геомеханических условий поддержания горных выработок с оценкой технологических принципов использования средств крепления горных выработок. Проведённые исследования позволяют с достаточной достоверностью прогнозировать смещение контуров подготовительных выработок при геомеханических процессах. Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массивов

угольных пород (смещения, напряжения, зоны трещин) в зависимости от основных горно-геологических и горно-технических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации установить оптимальные параметры крепления для повышения устойчивости подготовительных горных выработок. Прделанная работ позволит усовершенствовать существующие технологии эффективного и безопасного закрепления контурных пород при добыче на мелководных и наклонных угольных пластах, адаптируясь к изменяющимся горно-геологическим и горно-техническим условиям эксплуатации.

Ключевые слова: шахта, анкер, почва, кровля, деформация, эксперимент.

INVESTIGATION OF THE STRESSED STATE OF THE MASSIF AROUND THE PREPARATORY MINE WORKINGS

A.S. Kainazarov^{1*}, V.F. Demin², A.S. Kainazarova¹, E.A. Abdrachman²

¹Ekibastuz technical and engineering institute named after the academician K.Satpayev, Ekibastuz, Kazakhstan,

²Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Kazakhstan,

armanayn@mail.ru

Determination of deformation of working support in mining passages depends on mining and geological operating conditions. The studies have allowed establishing the degree of influence of mining and technological factors on the effectiveness of the bolting of excavation. The conducted studies allowed us to determine the degree of influence of mining and technical conditions of development on displacements in contiguous rocks with various types of support in excavation workings. The revealed patterns of deformations can be used to calculate the manifestations of rock pressure during workings under various mining operating conditions. Studies of geomechanical conditions for maintaining mine workings with an assessment of the technological principles of using means of fastening mine workings have been carried out. The conducted studies make it possible to predict with sufficient reliability the displacement of the contours of preparatory workings during geomechanical processes. The revealed patterns of changes in the stress-strain state of coal rock massifs (displacements, stresses, fracture zones), depending on the main mining and geological and mining engineering factors, will allow in specific operating conditions to establish optimal fastening parameters to increase the stability of preparatory mine workings. The work done will allow us to improve existing technologies for effective and safe consolidation of contour rocks during mining in shallow and inclined coal seams, adapting to changing geological and mining operating conditions.

Keywords: mine, anchor, soil, roof, deformation, experiment.

Кіріспе. Жанасты жыныстар массивінің кернеулі-деформацияланған жай-күйін бағалау үшін тау-кен жұмыстарын жүргізудің әртүрлі схемалары кезінде тау-кен геологиялық жағдайларын ескеру қажет. Өнімді көмір қабаттарын ұзын бағанамен алу кезінде тау-кен жұмыстарының қарқынды шоғырлануы және дамуы жоғарыдағы және төменде орналасқан қабаттарды бірлесіп өңдеу кезінде тұтастай алу арқылы ұзындығы-құлауы бойынша пайдалану қазбаларының контурларының технологиялық жағынан қанағаттанарлықсыз күйде болуына әкеледі. Қазба бағанасын, қазбаларды құрастыратын дайындық құралдарының контуры мен бекітелерінің бұзылуынан туындаған лавадағы тоқтап қалған уақыт шығындары, сондай-ақ деформацияланған қазбаларды бұзу және қайта бекіту қажеттілігі көмір өндіру шығындарының өсуіне әкеп соғады.

Ұсынып отырған технология Қазақстан Республикасының көмір шахталары мен кеніштеріне, атап ай-

тқанда, Қарағанды көмір бассейнінің шахталарына арналған. Әрбір шахтамен жылына 6-7 км-ге дейін қазба жүргізіледі, оның 20-25% қазба контурына іргелес тау-кен массивіне (төбе, табан, бүйір жыныстары, алда орналасқан сілем) бекітетін арнайы технологиялық ықпал ету шараларын талап етеді. Қазақстанның шахталары мен кен өндіру кен орындары үшін қазбаларды бекітудің технологиялық шараларын пайдалану қарқынын арттыруға және тау-кен қазбаларын жүргізу мен ұстап тұру құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Көмір пластарын игерудің үлкен тереңдіктерінде (600 м-ден астам) қазба қазбаларын кесіп өту еселігі 2, 3, тіпті 4 шамаға жетеді. Төменгі горизонттарда жатқан қабат шоғырлары тау қысымының әсеріне неғұрлым ұшырауы мүмкін [1,2]. Олардың көлденең қимасы ауданының шығыны 60-70% дейін азаяды. Бұл қазбалардың 20% жыл сайын жөнделіп, қайта бекітіледі. Қазбаларды жүргізу, бекіту және

ұстап тұру шығындарының үлесі көмір өндірудің өзіндік құнының 15-20% жетеді. Қазбаларды жөндеумен жер асты жұмысшыларының 10% астамы айналысады [3-5].

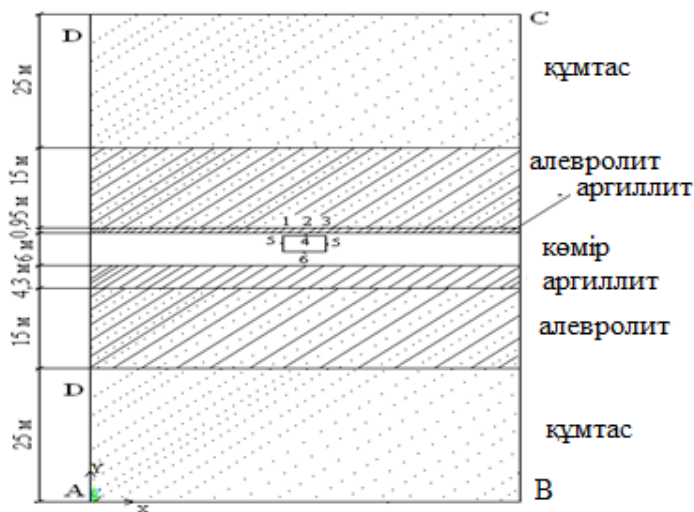
Жыныс массивін деформациялау ерекшеліктерін зерттеу, қабаттың құлау бұрыштары мен анкерлеу тереңдігі кезінде анкерлік бекітпесі бар дайындық қазбаларының айналасында, анкерлік бекітпенің параметрлерін негіздеу және оны пайдаланудың ұтымды саласын анықтау тау-кен өндірісінің өзекті міндеті болып табылады.

Материалдар және әдістемесі. Қазбалардың жағдайын жақсартудың және материалдық ресурстарды үнемдеудің ұтымды жолдарының бірі анкер бекітпесін қолдану болып табылады. Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында қазбаларды анкерлік бекітуді енгізу көлемі қазіргі уақытта таза түрде 12% және аралас (құрамдастырылған) бекітпе кезінде 42% құрайды. Жыныстардың құлау схемалары мен анкерлерді орнату схемалары кен-геологиялық кентехникалық игеру жағдайларын және анкер бекітпесінің массивіне нығайту әсерін ескереді.

Тау жыныстары массивіндегі геомеханикалық процестерді талдамалық модельдеу. Тау жыныстарының контурлық массивінің жағдайын белсенді басқаратын қазбаларды бекітудің прогрессивті тәсілдерін әзірлеу үшін олардың тұрақтылығының параметрлерін анықтау қажет[6-8].

Игеру тереңдігі кезінде ауданы 15 м² (ені 5,0 және биіктігі 3,0 м) тік бұрышты қимасы бар 31к12-ю конвейерлік штрек - қазбаны қоршайтын бағананы жүргізудің технологиялық схемасы кезінде Қарағанды көмір бассейнінің «Абай» шахтасы жағдайында ANSYS бағдарламалық кешенін пайдалана отырып тау жыныстарының кернеулі жай-күйі зерттелді 620 м және қабаттың геологиялық қуаты к12, 6м тең.

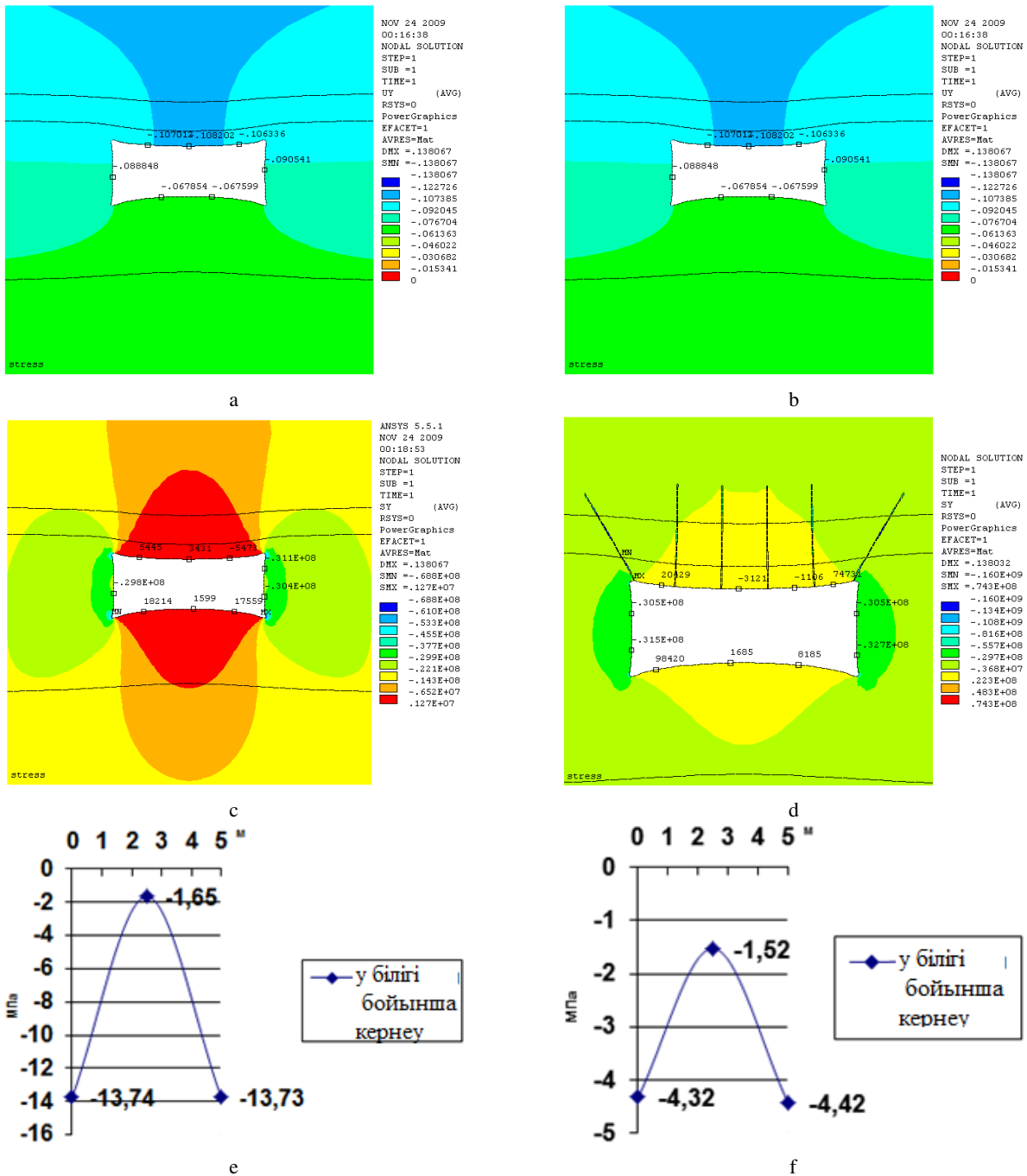
1 суретте, шекті жағдайлары бар модельдің есептік схемасы ұсынылған: АВ желісінде U_x және U_y жылжымайды; AD және BC желілерінде U_x жылжымайды; DC желісіне $\gamma H = 8,72$ МПа жүктемесі қолданылады; 1-суретте, бетінің өлшемі 0,2-0,3 м тең жақты үшбұрыш түрінде соңғы элементтермен ұсынылған б-модель.



Сурет 1- Тау-кен қазбасының айналасындағы контурлық жыныстар моделінің есептік схемасы

Сандық модельдеу арқылы тік орын ауыстырулар анықталады: Төбе- $U_{кр.} = 108$ -мм, табан- $U_{пч.} = 68$ мм және бүйірлер $U_{б.} = 89$ мм, зерттелетін 4, 6, 5 суреттер бойынша 1 сурет, бүйір жыныстары массивіндегі тік орын ауыстыруларды бөлуге сәйкес қаз-

балар контурлары 2 суретте, ал тік кернеулерді (σ_y) контурлар массивінде бөлумен 1, 2, 3-нүктелердегі қазба төбесіндегі жыныстар (1,а-суретті қараныз) 2, е-суреттердің тәуелділігі болып табылады.



Сурет 2- Бүйір жыныстарының тік жылжу (a, b) және қалыпты кернеулер (c-d, e-f)

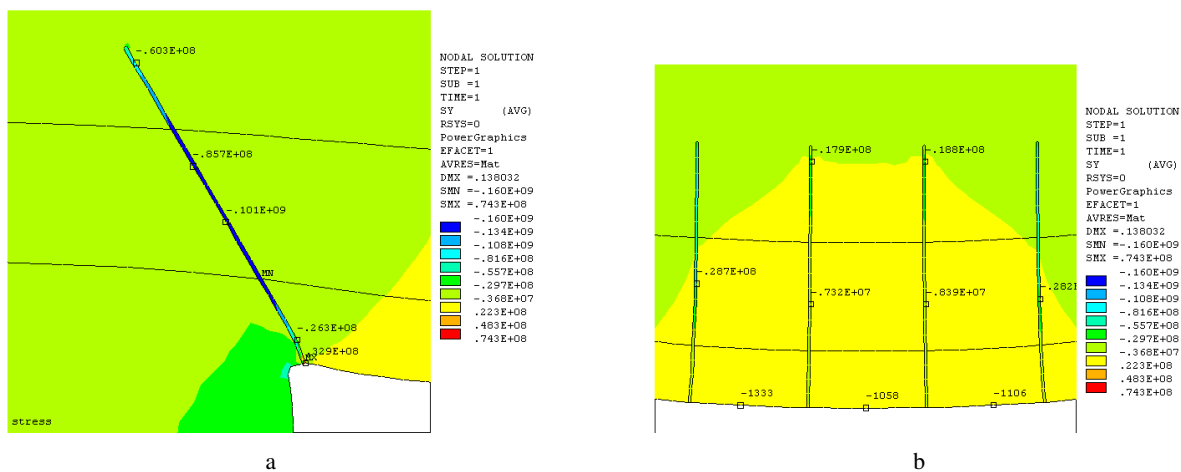
Қалыпты кернеулер мынадай мәндерге ие: төбеде $\sigma_y = -65,33$ бүйірінде $\sigma_y = -29,78$ табанда $\sigma_y = -67,57$ МПа.

Қазбаның төбесін анкерлермен бекіту кезінде 2,4 м (тік орналасқан) және диаметрі 0,022 м болған кезде анкерлермен бекіткен кезде тік орын ауысты-

рулар: параболикалық тәуелділік бойынша қалыпты орын ауыстыруларды бөлуден 1-суреттің 4, 6, 5-нүктелеріне сәйкес келетін $U_{кр.} = 108, U_{пч.} = 67, U_{\delta.} = 89$ мм. Бұл ретте қалыпты кернеулер мынадай мәндерге ие: төбеде $\sigma_y = -60,22$ бүйірінде $\sigma_y = -29,26$ және табанда $\sigma_y = -68,83$ МПа.

3 суретте төбеде орналасқан анкерлердегі тік кернеулерді бөлу келтірілген. Төбедегі анкер сығылуға жұмыс істейді. Төбеде бұрышпен бағытталған анкерлерде ең жоғары созу кернеулері пайда болады. Ең жоғары кернеу төбемен қосылу нүктесінде орналаса-

ды және 74,3 МПа мәніне жетеді. Кернеудің ең жоғары сығымдаушы мәндері де төбеде бұрышпен орнатылған анкерде пайда болады және 160 МПа мәнін қабылдайды.



Сурет 3- Бұрыштардағы (а) және қазбаның төбесіндегі (б) анкерлердің ұзындығы бойынша қалыпты кернеу эпюрасы

Тау-кен геологиялық факторларға байланысты сыятын жыныс массивтері көмірінің кернеулі-деформацияланған жай-күйінің өзгеруінің анықталған заңдылықтары нақты пайдалану жағдайында дайындық тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру үшін бүйір жыныстарын бекітудің ұтымды параметрлерін белгілеуге мүмкіндік береді.

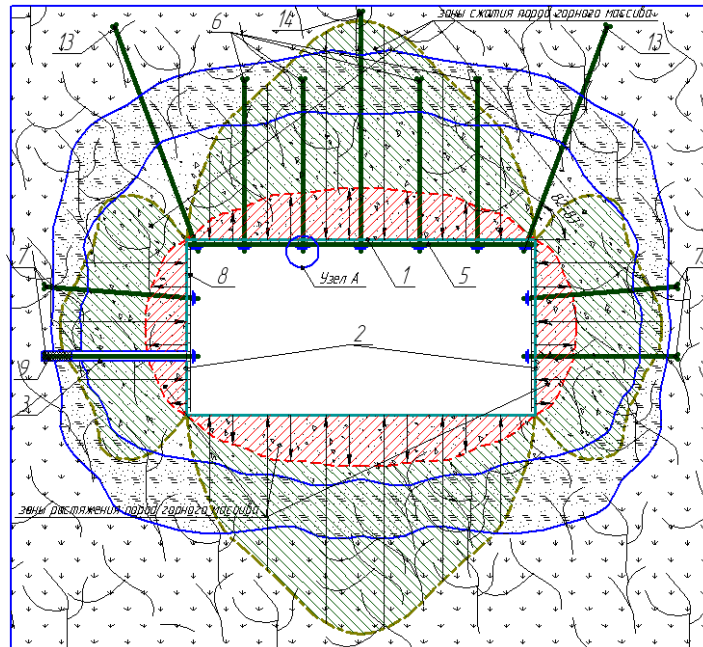
Қауіпсіз жағдайлар жасау және еңбек тиімділігін арттыру үшін тау-кен қазбаларын бекітудің технологиялық схемаларын әзірлеу. Жүргізілген зерттеулер базасында тау-кен қысымы біркелкі емес аймақтарда дайындық тау-кен қазбасын бекіту тәсілі ұсынылады. 4 суретте көрсетілген тәсілдің технологиялық схемасының жалпы түрі берілген. Оның мәні қазба контурының бұрыштарындағы созылатын және қысатын кернеулердің орнын толтырудан гөрі бұрыштық анкерлерде төзімділік элементтерін қолданудан тұрады.

Қазбасы бар тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған жағдайына анкердің көлбеу

бұрышының әсері анықталды. Шатырдағы анкерлердің көлбеу бұрышына байланысты тау жыныстары массивіндегі кернеулердің өзгерістерін зерттеу үшін анкерлермен бекітілген қазба қарастырылды. Есептік параметрлері: анкердің ұзындығы 2,4 м; диаметрі 0,022 м; қазбаның қимасы $17,5 \text{ м}^2$; игеру тереңдігі = 8,7 МПа.

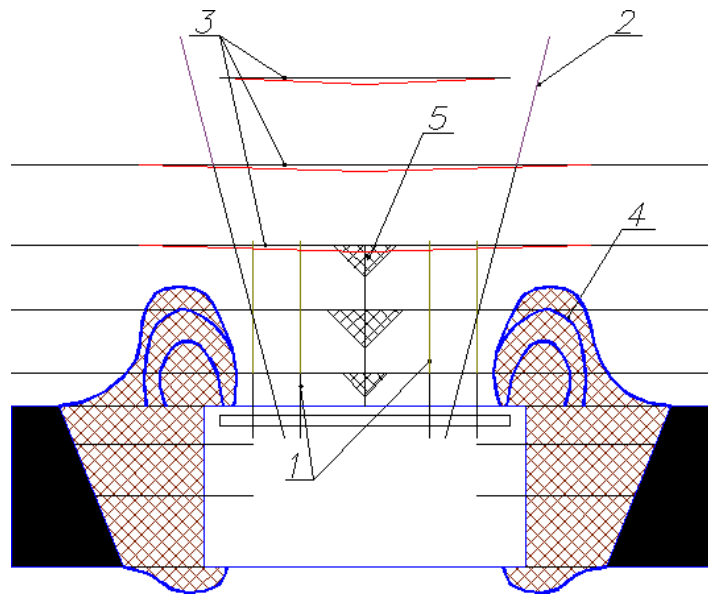
Дайындық өндірісінің сыйымды жыныстарында тау жыныстарының контурлық массивінің өзгерген күйі байқалады, оны стандартты ұзындықтың анкерлерімен (1-деңгей) төмендету әрдайым мүмкін болмайды 5 суретінде көрсетілген.

Пайдаланудың нақты жағдайларында дайындық тау-кен қазбаларының орнықтылығын арттыру үшін бүйір жыныстарын бекітудің ұтымды параметрлерін белгілеуге мүмкіндік беретін тау-кен геологиялық факторларына байланысты сыятын жыныс массивтері көмірінің кернеулі-деформацияланған жай-күйінің өзгеру заңдылықтары анықталды.



Сурет 4- Тау қысымы біркелкі емес аймақтарда дайындық тау-кен өндірісін бекіту тәсілі

Өндірілген кеңістікпен шекарада ұстап тұру кезінде олар лаваның артындағы шатыр жыныстарының құлау аймағына түспеуі үшін терең қаланған анкерлердің еніс бұрышы маңызды болып табылады.



1 - стандартты ұзындықтағы болат полимерлі анкерлер; 2 - терең негізге алынған анкерлер; 3 - қатпарлану жарықтары; 4 - жанама кернеулер шоғырлануының және шатыр жыныстарының дезинтеграциялануының саласы; 5 - пластикалық шарнир

Сурет 5- Дайындық қазбасының контурлық массивінің деформацияланған жай-күйінің схемасы

Талқылау және нәтижелер. Бұл бөлімде қазбаның айналасындағы контурлық жыныстарды бекіту параметрлерін қарастырдық. Анкер ұзындығының өзгеруіне байланысты ең жоғары қалыпты кернеулердің өзгеруіне эмпирикалық тәуелділік алынды.

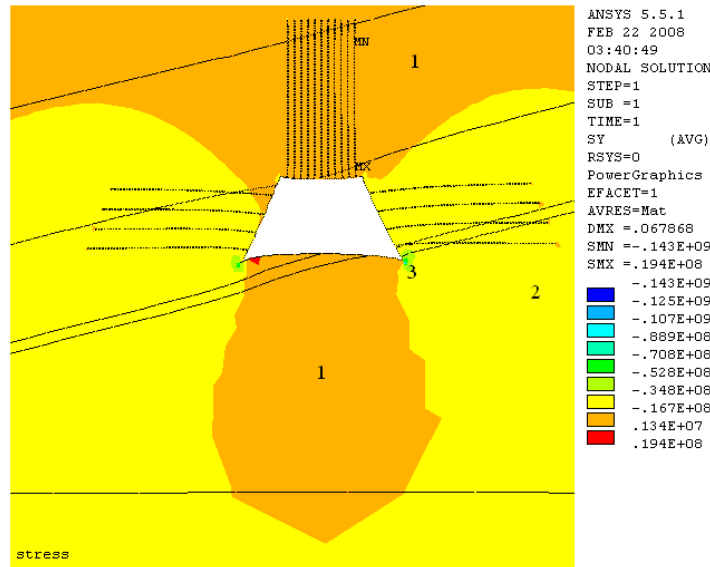
Тік бұрышты қиманы жасау үшін анкердің еңіс бұрышынан ең жоғары қалыпты кернеудің өзгеруіне эмпирикалық тәуелділік алынды. Анкерлердің көлбеу бұрышы өзгерген кезде «у» осі бойынша қалыпты кернеулер және жанама кернеулер өзгереді. Ең аз кернеулер $\alpha = \beta = 75 - 82^\circ$ пайда болады. Анкердің көлбеу бұрышына байланысты «у» білігі бойынша ең жоғары қалыпты және жанама кернеулердің

тәуелділігі[9-15]:

$$\sigma_{max}^y(a) = 2.7 \cdot 10^{-5} \cdot a^4 - 5.9 \cdot 10^{-3} \cdot a^3 + 0.4 \cdot a^2 - 13.1 \cdot a + 153.5$$

$$\tau_{max}(a) = 9.4 \cdot 10^{-3} \cdot a^2 - 1.6 \cdot a + 94.4 \quad (1)$$

Тез бұзылатын жыныстар қабатының қуаттылығына байланысты бүйірлік жыныстардың орналасу аймақтары бойынша өзгергіштік сипатын анықтауға мүмкіндік береді, әртүрлі анкерациялау ұзындығында сыйымды жыныстардың кернеулі-деформацияланған жай-күйіне зерттеу жүргізілді 6 суретте көрсетілген.



Сурет 6- Бөлу эпюрасы (а) және қалыпты кернеулер (b) және сыйымдылық жыныстардағы олардың анкерлеу тереңдігіне тәуелділігі (аргиллит қабаты 5,0 м, анкердің ұзындығы $l = 3,5$ м)

Аргиллит қабаты үшін анкер ұзындығының өзгеруімен 1, 2, 3 аймақтардағы кернеудің өзгеруіне тәуелділік:

$$\begin{aligned} \sigma(l) &= -1.4 \cdot l - 8.8 \text{ (1аймақ)} \\ \sigma(l) &= -2.4 \cdot l - 20.9 \text{ (2аймақ)} \\ \sigma(l) &= -3.5 \cdot l - 32.9 \text{ (1аймақ)} \end{aligned} \quad (2)$$

Қазбаның көлденең қимасының жиынтық (арка) нысаны кезінде қалыпты кернеулер (σ_y) қабагтын құлау бұрышын 10-нан 13,5 МПа дейін ұлғайтқан кезде өседі.

$$\sigma_{max}^y = 9.1 \cdot e^{9.2-10^3 \cdot a} \quad (3)$$

Тау-кен қазбасының көлденең қимасының полигондық нысаны кезінде кернеулі-деформацияланған жағдайдың өзгеру үрдісі тау-кен қазбасының тік бұрышты қимасының нысаны кезінде тәуелділіктің өзгеру сипатын шамамен қайталайды.

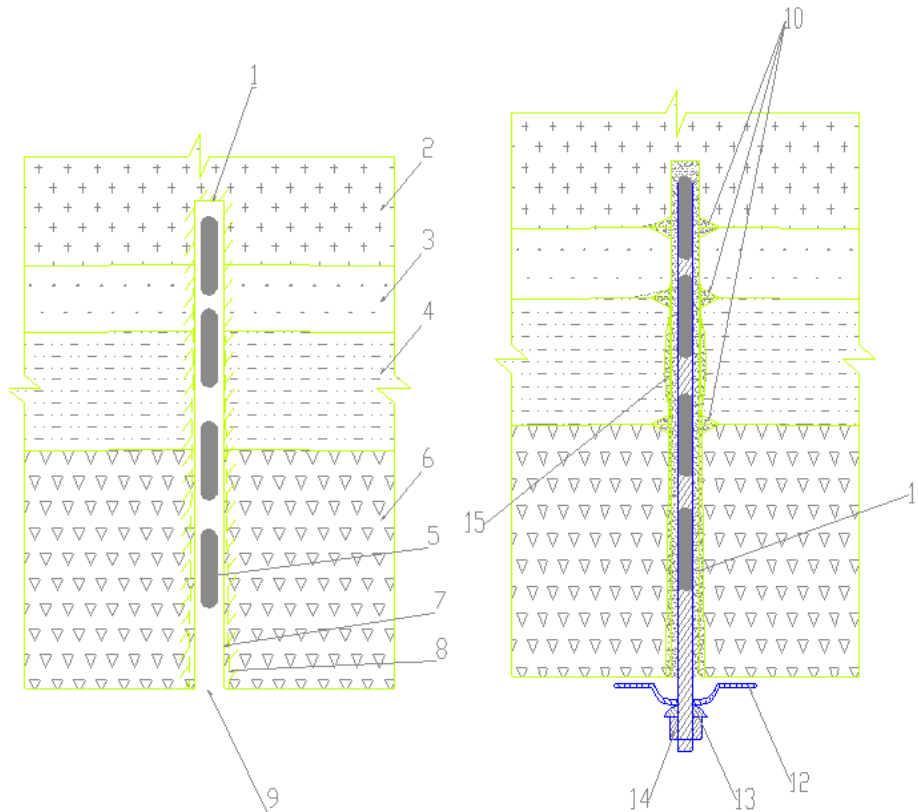
$$\sigma_{max}^y = 7.5 \cdot 10^{-4} \cdot a^3 - 0.06 \cdot a^2 + 1.6 \cdot a - 8.8 \quad (4)$$

Қазбаның көлденең қимасының тік бұрышты нысаны үшін ең σ_y жоғары қалыпты кернеулер $a =$

10 – 20° 1,2-ден 3,5 МПа-ға дейін өседі, содан кейін 3,5-тен 3,0 МПа-ға дейін шамалы төмендейді $a = 20 - 40^\circ$.

$$\sigma_{max}^y = 3.4 \cdot 10^{-4} \cdot a^3 - 0.03 \cdot a^2 + 0.9 \cdot a - 5.4 \quad (5)$$

7 суретте анкерлік бекітпені тұрғызу технологиясында әлсіз бүйірлік жыныстардың қабаттарына анкерлерді орнату тәсілі арқылы контурлық жыныстарда әлсіреген аймақтардың болуын ескеруге болады.



1- теспенің кенжары; 2, 3, 4, 6- горные породы с динамикой снижения прочности к устью шпура; 5- бекіткіш құрамы бар ампулалар; 7 и 8- теспенің жоспарланған және нақты контурсы; 9- теспенің сағасы; 10- беріктік параметрлері бойынша жыныстардың әртүрлі қабаттары арасындағы әлсіреу жазықтығы; 11- распределение закрепляющего состава по плоскости; 12- опорная планка; 13- закрепляющая гайка с полусферой; 14- отверстие со штифтом; 15- әлсіз жыныстар қабаты

Сурет 7- Әлсіз бүйір жыныстарының қабаттарына анкерлерді орнату тәсілі

Анкер бекітпесін тұрғызу технологиясы әлсіз бүйір жыныстарының қабаттарына анкерлерді орнату есебінен контур маңындағы жыныстарда әлсіреген аймақтардың болуын ескеруге мүмкіндік береді.

Қорытынды және ұсыныстар. Негізгі тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық факторларына байланысты жыныс массивтері (ығысу, кернеу, жарылу аймақтары) көмірінің кернеулі-деформацияланған жай-күйінің өзгеруінің аны-

қталған заңдылықтары нақты пайдалану жағдайында дайындық тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру үшін бекітудің онтайлы параметрлерін белгілеуге мүмкіндік береді. Бұл пайдаланудың өзгеріп отырған тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық жағдайларына бейімделген, жайпақ және көлбеу көмір қабаттарында тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде контур маңы жыныстарын тиімді және қауіпсіз бекітудің жаңа технологияларын әзірлеуге және

қолда бар технологияларын жетілдіруге мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер қазба қазбаларындағы бекітпенің әртүрлі түрлері кезіндегі контурлық жыныстардағы ығысуға кен-техникалық жағдайлардың әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Анықталған деформация заңдылықтары пайдаланудың әртүрлі тау-кен техникалық жағдайларында қазбаларды жүргізу кезінде тау-кен қысымы көріністерін

есептеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Тау-кен қазбаларын бекіту құралдарын қолданудың технологиялық қағидаттарын бағалай отырып, тау-кен қазбаларын ұстаудың геомеханикалық жағдайларын зерттеу орындалды. Жүргізілген зерттеулер геомеханикалық процестер кезінде дайындық қазбалары контурларының ығысуын жеткілікті дәйектілікпен болжауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

- 1.Laubscher D.H. and Jakubec J., 2000. The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses. SME 2000.- pp.413-421.
- 2.Мартыненко И.И., Солюянов Н.О., Верещагин В.С. Аналитическое представление напряженного состояния массива в окрестности горной выработки с учетом срезающих усилий в анкерах// Перспективы развития Восточного Донбасса. Часть 1: сб. научных трудов /Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ - Новочеркасск, 2007. - стр. 44 - 48.
- 3.Цай Б.Н., Бондаренко Т.Т., Бахтыбаев Н.Б. О дилатансии горных пород, Вестник КазНТУ, № 5.2008. - стр. 45 - 50.
- 4.Кузьмин С.В. Факторы и классификационные признаки, определяющие пучение / С.В. Кузьмин, И.А. Сальвассер//Вестник Кузбасского государственного технического университета: Кемерово. - 2014. -№ 3. - стр. 43-44.
- 5.Бадтиев Б.П. Исследования на моделях из эквивалентных материалов эффективности способов борьбы с пучением путем изменения формы поперечного сечения выработок // Б.П. Бадтиев, И.А. Сальвассер, С.В. Кузьмин / Маркшейдерский вестник: Гипроцветмет. - 2015. - № 4. - стр. 51-55.
- 6.Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. -Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. - 628 p.
- 7.Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses // SME. - 2000. - pp. 475-481.
- 8.Bobylev Y.G., Korshunov G.I. and others. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations . St. Petersburg International Academy of Ecology, Man and Nature. 2009. -176 p.
- 9.Демин В.Ф., Демина Т.В., Кайназаров А.С., Кайназарова А.С. Оценка эффективности применения технологических схем проведения горных выработок для повышения устойчивости их контуров// Устойчивое развитие горных территорий. Sustainable Development of Mountain Territories. Науки о Земле. - 2018.- Т.10.- № 4 (38).- стр. 606 - 617.
- 10.Зейнуллин А.А., Абеуов Е.А., Демин В.Ф.,Алиев С.Б., Кайназаров А.С. Оценка способов поддержания горных выработок на основе применения анкерной крепи на шахтах. //Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал «Уголь». -М: 2021.- №2.-стр. 4-9.
- 11.Алиев С.Б., Демин В.Ф., Кайназаров А.С., Милитенко Н.А. Оценка состояния приконтурного горного массива на сопряжении лавы с примыкающей выемочной выработкой//Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал «Уголь». - М: 2023.- №1.-стр. 35-39.
12. Демин В.Ф., Кайназаров А.С., Кайназарова А.С. и др.-Комбинированный анкер.Патент РК № 5608 на полезную модель 2020/00693.2 от 28.07.2020.
- 13.Демин В. Ф., Кайназарова А.С. и другие. Способ крепления выемочной выработки в зоне влияния очистных работ. Патент РК № 5743.2020 на полезную модель 2020/0607.2 от 03.08.2020.
14. Абеуов Е.А., Демин.В.Ф., Кайназаров А.С., Кайназарова А.С. Развитие деформаций в почве при установке припочвенной анкерной крепи //ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАЗАХСТАНА. - Алматы.- 2019.- № 2(106).- стр. 74 -77.

15. Mataev A., Kainazarov A., Demin V., Kainazarov A. and others. Research into rock mass gejtchancial sition in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine// Dnipro University of Technology «Mining of Mineral Deposits», 2021.-Vol.15. -pp. 103-111.

References

- 1.Laubscher D.H. and Jakubec J., 2000. The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses. SME 2000.- pp 413-421.
- 2.Martynenko I.I., Soluyanov N.O., Vereshhagin V.S. Analiticheskoe predstavlenie napryazhennogo sostoyaniya massiva v okrestnosti gornoj vy'rabotki s uchetoм srezayushhikh usilij v ankerakh// Perspektivy' razvitiya Vostochnogo Donbassa. Chast'1: sb. nauchny'kh trudov /Shakhtinskij in-t (filial) YuRGU - Novoчеркассk, 2007. - str. 44 - 48.
- 3.Czaj B.N., Bondarenko T.T., Bakhty'baev N.B. O dilatansii gorny'kh porod, Vestnik KazNTU, № 5.2008. - str. 45 - 50.
- 4.Kuzmin S.V. Faktory' i klassifikacionny'e priznaki, opredelyayushhie puchenie / S.V. Kuz'min, I.A. Sal'vasser//Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta: Kemerovo. - 2014. -№ 3. - str. 43-44.
5. Badtiev B.P. Issledovaniya na modelyakh iz e'kvivalentny'kh materialov e'ffektivnosti sposobov bor'by' s pucheniem putem izmeneniya formy' poperechnogo secheniya vy'rabotok // B.P. Badtiev, I.A. Sal'vasser, S.V. Kuz'min / Markshejderskij vestnik: Giprocvetmet. - 2015. - № 4. - str. 51-55.
- 6.Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. -Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. - 628 p.
- 7.Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses // SME. - 2000. - pp. 475-481.
- 8.Bobylev Y.G., Korshunov G.I. and others. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations . St. Petersburg International Academy of Ecology, Man and Nature. 2009. -176 p.
- 9.Demin V.F., Demina T.V., Kajazarov A.S., Kajazarova A.S. Ocenka e'ffektivnosti primeneniya tekhnologicheskikh skhem provedeniya gorny'kh vy'rabotok dlya povыsheniya ustojchivosti ikh konturov// Ustojchivoe razvitie gorny'kh territorij. Sustainable Development of Mountain Territories. Nauki o Zemle. - 2018.- T.10.- № 4 (38).- ctr. 606 - 617.
- 10.Zejnullin A.A., Abeuov E.A., Demin V.F.,Aliev S.B., Kajazarov A.S. Ocenka sposobov podderzhaniya gorny'kh vy'rabotok na osnove primeneniya ankernoj krepі na shakhtakh. //Ezhemesyachny'j nauchno-tekhnicheskij i proizvodstvenno-e'konomicheskij zhurnal «Ugol'». -M: 2021.- № 2.- str. 4-9.
- 11.Aliev S.B., Demin V.F., Kajazarov A.S., Militenko N.A. Ocenka sostoyaniya prikonturnogo gornogo massiva na sopryazhenii lavy' s primy'kayushhej vy'emochnoj vy'rabotkoj//Ezhemesyachny'j nauchno-tekhnicheskij i proizvodstvenno-e'konomicheskij zhurnal «Ugol'». - M: 2023.- №1.-str. 35-39.
12. Demin V.F., Kajazarov A.S., Kajazarova A.S. and others.-Kombinirovanny'j anker.Patent RK № 5608 na poleznuyu model' 2020/00693.2 ot 28.07.2020.
13. Demin V. F., Kajazarova A.S. and others. Sposob krepleniya vy'emochnoj vy'rabotki v zone vliyaniya ochistny'kh rabot. Patent RK № 5743.2020 na poleznuyu model' 2020/06.07.2 ot 03.08.2020.
14. Abeuov E.A., Demin.V.F., Kainazarov A.S., Kainazarova A.S. Development of deformations in the soil during installation of ground anchor support // INDUSTRY OF KAZAKHSTAN.- Almaty.- 2019.-No. 2(106).- pp. 74 -77.
15. Mataev A., Kainazarov A., Demin V., Kainazarov A. and others. Research into rock mass gejtchancial sition in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine// Dnipro University of Technology «Mining of Mineral Deposits», 2021.-Vol.15. -pp. 103-111.

Сведения об авторах

Кайназаров А.С. - кандидат технических наук, Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К. Сатпаева, Экибастуз, Казахстан, e-mail: armanayn@mail.ru;

Демин В.Ф. - доктор технических наук, профессор, НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Караганда, Казахстан, e-mail: vladdemin@mail.ru;

Кайназарова А.С. - доктор PhD, Екибастузский инженерно-технический институт имени академика К. Сатпаева, e-mail: k.ainash.c@mail.ru;

Абрахман Е. А. - докторант кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, e-mail: yelnur.abdrakhman@mail.ru.

Information about the authors

Kainazarov A.S. - Candidate of technical Sciences, Ekibastuz Engineering and technical Institute named after academician K. Satpayev, Ekibastuz, Kazakhstan, e-mail: armanayn@mail.ru;

Demin V.F. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Abylkas Saginov Karaganda Technical University NPJSC, Kazakhstan, e-mail: vladdemin@mail.ru;

Kainazarova A.S. - Doctor PhD, Ekibastuz Engineering and technical Institute named after academician K. Satpayev, Ekibastuz, Kazakhstan, e-mail: k.ainash.c@mail.ru;

Abrahman E. A. - is a doctoral student of "Mining" specialty at "Abilkas Saginov Karaganda Technical University" NPJSC, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: yelnur.abdrakhman@mail.ru.