

Қазбаның төңірегіндегі тау шыңтасының кернеулік-өзгерістік күйін ескере жыныстардың табанын бекіндіру

¹*ҚАМАРОВ Рымғали Құмашұлы, т.ғ.к., профессор, ipk@kstu.kz,

¹ДЕМИН Владимир Федорович, т.ғ.д., профессор, vladfdemin@mail.ru,

¹ТАНЕКЕЕВА Гаухар Джошина, докторант, tanekeeva77@mail.ru,

²ДЕМИНА Татьяна Владимировна, т.ғ.к., доцент, dentalia@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

²ФМБЖБМ «Орал мемлекеттік тау-кен университеті», Куйбышев көшесі, 30, Екатеринбург, Ресей,

*автор-корреспондент.

Андатпа. Тау-кен қазбаларының төңірегіндегі жыныс шыңтасының күйін бағалау үшін құрылымдық бұзылған әртекті тау шыңтастарында жыныстардың құлауы, сырғуы және өзгеріс механизмі зерттелді. Тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатымен шақтыларда қарнақтарды бекітуге арналған қарнақты бекітпенің пайдалану шамашарттары анықталды. Қазбаның төңірегіндегі тау шыңтасының күйін ескере қазбаның нобайы тұсындағы табан жыныстарды бекітудің технологиясы әзірленді. Жүргізілген зерттеулер өту қазбаларында әр түрлі бекітпелер түрлерінің қолданылуы кезінде нобай жанындағы жыныстардың жылжуына тау-кен техникалық жағдайлардың әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Әр түрлі тау-кен техникалық жағдайларда тау-кен қазбаларын өту кезінде анықталған өзгерістердің заңдылықтары тау қысымының білінуін есептеу кезінде қолданылуы мүмкін.

Кілт сөздер: жыныстарды бекіндіру, табанның ісінуі, қазба табаны, кернеулік-өзгерістік күйі, технология, тау жыныстарының нұсқаға жақын шыңтасы, тау-кен қазбаларын бекіту.

Кіріспе

Мәселені тұжырымдау. Әлсіз және берік жыныстардың жатыс жағдайында тау-кен қазбаларын күтіп-ұстау кезінде және сазды, саздақты, құмтасты-сазды шөгінділі учаскелер, сондай-ақ, ағзалық затты құрайтын жыныстар мен ісінуге бейімділі топырақтар бойынша қазбаларды өту кезінде жыныстардың ісінуі білінеді.

Көмір кен орындарын игеру кезінде табан жыныстарының қазбаның ішкі тұсына сығымдалу түрінде өзгерістері жиі кездеседі. Әдетте табан жыныстарының ісінуі даярлау қазбаларында ең қарқынды білінеді. Көмір кен орындарының генезисінің ерекшеліктеріне байланысты тақталардың өзінің табаны, әдетте, басқа жыныстармен салыстырғанда өте әлсіздерден тұрады. Сонымен қатар, оларда әртүрлі дәрежедегі жыныстардың тығыздалуымен және тектоникалық үдірістермен туындаған жылжу аймақтары дамы-

ған.

Табан жыныстарының ісінуі тау-кен жұмыстарын жүргізуді қиындатады. Тәжірибе көрсеткендей, қазбалардағы табан жыныстардың ісінуі 300-350 мм шамаға жеткен кезден бастап онымен күресудің технологиялық шараларын қолдану қажет.

Табан жыныстардың ісінуі кезінде жылжудың үдемелігі және абсолюттік шамасы кен-геологиялық және өндірістік факторлармен байланысты.

Талдау тау-кен қазбаларын өту кезінде табан жыныстарының ісінуінің екі негізгі түрін ажыратуға мүмкіндік береді: сазды жыныстардың ісінуі минералдық және сазды топырақтардың коллоидты-химиялық құрамының спецификалық ерекшеліктеріне және тау-кен қазбаларының өтуімен тау қысымының білінуіне байланысты.

Қазу жұмыстары орташа тереңдікті (600-700 м) жағдайларда жүргізілген кезде қазба-

ның табан жыныстарының ісінуі әлсіз жанас жыныстарда байқалынады. Бұл құбылыстың механизмі болып қазбаның ішкі тұсына әлсіз сазды табан жыныстарының көтерілу үдірісі саналады.

Қазу жұмыстары орташа және үлкен тереңдікті (700-1000 м) жағдайларда жүргізілген кезде қазбаның табан жыныстарының ісінуі оның табанында құмтасты тақтатастар және құмтастар орналасқан кезде байқалынады. Сонымен қатар, бұл құбылыстың механизмі қазбаның төңірегіндегі жыныстардың бұзылу аймағының қалыптасуына байланысты қабатталу жазықтығында олардың ығысуы кезінде табан жыныстары қатпарларының қатпарлануы нәтижесінде жүзеге асырылады.

Әртүрлі жағдайлар үшін, соның ішінде қазбаларды өтудің әртүрлі кезеңдерінде табан жыныстарының ісіну үдірісі әртүрлі болғандықтан, барлық дерлік жағдайлар үшін бұл құбылыспен күресудің көптеген тәсілдері бар.

Әрбір тәсілдің тиімділігі оны жүзеге асыру кезінде жұмсалынған шығындарға тікелей байланысты және қазбаның табан жыныстарын қопару жұмыстарымен салыстырғанда белгілі бір жағдайларда тиімді тәсілдерді пайдалану экономикалық тиімсіз болып табылады.

Белгілі нәтижелерді талдау. Қазбаларды өтуге дейін табан жыныстардың ығысуын және оларды өткеннен кейін жыныстардың қопарылуын шынайы бақылаулардың белгілі нәтижелерін талдау, қазбалардың нобайында жыныстардың өзгерістену үдірісінің қарқындылығының жоғарылауына әкелетіндігін көрсетеді [1, 2]. Бұндай жағдайда табан жыныстардың ығысуына ол ең маңызды әсер етеді және жыныстардың қопарылу кезеңдеріндегі орташа жылдамдықтармен салыстырғанда олардың жылдамдығы жеті еседен астамға арттырылады. Сондықтан қазбаны өту кезінде табанды қопару (подрывка почвы) жұмыстары бірнеше рет жүргізіледі.

Табанды қопарудан кейін қазбаның нобайында жыныстардың ығысуының (смещение) белсенділуін, жөндеу жұмыстарының нәтижесінде «қоршаған жыныс шыңтасында жыныстардың бекітпе-бұзылыс аймағы» жүйесінің тепе-теңдік күйінің бұзылымдалуы айғақтандырады. Демек, 1 м қазбаны өту кезінде табанды қопару жұмыстары жынысты тиеуге қатысты табанның пассивті тойтарысын 50-60 кН төмендетеді. Бұл жүйенің күйін өзгерту үшін жеткілікті. Сондықтан, табанды қопару жұмыстары аяқталғаннан кейін қазба табанының орнықтылы күйін қамтамасыз ету және табан жыныстардың қайтадан көтерілуін болдырмау үшін қазып алынатын жыныстарға салыстырмалы түр-

де аз күш жұмсау арқылы қазба табанына қарсы соққыны өтемелеу қажет. Бұл болжам құрылымдық модельдерде жүргізілген зертханалық зерттеулердің нәтижелерімен растатады. Олар табанның көтерілу шамасына тау-кен қазбалары табан жыныстарының ығысуына қарсы механикалық тойтарыстың әсерін тәжірибелік түрде тексеру мақсатымен жүзеге асырылған [3].

Қазбаның табанына түсірілген тойтарыстың (отпор) жоғарылауымен оның ығысу шамасы төмендейді. Сонымен бірге механикалық тойтарыстың шамасы жыныстардың бұзылу аймағының периметрі бойынша әсер ететін күштерден үш реттік аз болатыны анықталды. №3 «Южнодонбасская» шақтысының даярлау қазбаларында табан жыныстардың көтерілуіне механикалық тойтарыстың тәсілін тәжірибелік-өнеркәсіптік сынаудың нәтижелеріне сүйене отырып, қазба табан күйіне тойтарыстың оң әсер ететіні анықталды [3-4].

Электр пойызының құрамы орналасқан учаскеде қазба бекітпесі аяқтарының арасына қосымша темір арқандар орнатылды. Осының арқасында, қазбаның табанына 0,03 МПа бытыраңқы жүктеме (рассредоточенная нагрузка) қамтамасыздандырылды. Қазба табанының көтерілу шамасы осы үдіріске кері әсер ететін тәсілдер жоқ учаскемен салыстырғанда 57% аз болды.

Сондай-ақ, қопарудан кейін табан жыныстарының ығысуына (смещение) тойтарыстың әсер ету шамасын анықтау үшін қосымша шақтылық зерттеулерді жүргізу қажет. Сонымен қатар механикалық тойтарыс бойынша шараларды іске асырудың техникалық нұсқаларын іздестіруді жандандыру қажет екенін атап өткен жөн. Бұл бір мезетте жұмсалатын шығындарды арзандатады және тиімділікті арттырады.

Осылайша, келесі қорытындыларды жасауға болады:

- қазбалардың табан жыныстарының ығысуына механикалық тойтарыс құралдарын пайдалану қазбаның табан күйіне тиімді әсер етеді;

- қазбаның табанына жұмыс күштің әсер ету деңгейінің жоғарылауымен оның ығысу шамасы төмендейді;

- қопару жұмыстарынан кейін қазбаның табан күйінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қазбаның табанына салыстырмалы түрде аз күш жұмсай қазып алынатын жыныстардың тойтарысын өтемелеу қажет;

- табанды қопарғаннан кейін табан жыныстардың ығысуына қарсы әрекет ету әсерін арттыру үшін бытыраңқы жүктемені қолдану тұрғысынан қарастырғанда жаңа технологиялық шешімдерді іздестіруді жандандыру (активизация) қажет.

1-суретте әлсіз тау жыныстарынан құралған қазбаның табанында өзгерістер аймақтарының орналасуы көрсетілген [5-6].

Табанның ісінуі кезінде жыныстардың жылжу қарқындылығы мен шектеме шамасы кен-геологиялық және өндірістік факторлардың үлкен санымен байланысты. Тау-кен қазбаларында табанның ісіну шамасының төмендетілуі қазбаның бүйірлерінде төмен кернеу аймақтарын құру арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

Бұл аймақтар, ұсынылған схема бойынша орнатылған жоғары төзімділі болатты-полимерлі қарнақты бекітпені қарнақтандыру арқылы төбе жыныстары құрылымының өзгеруінің нәтижесінде пайда болуы мүмкін. Бұндай жағдайда қазбаның бүйірлерінде төбенің тірек ауданы ұлғаяды, яғни табанға меншікті қысым азаяды және шыңтастың шеткі бөлігінен таяныштық қысымдардың максималды аймағы алыстайды. Бұндай жылжудың шамасы орнатылатын қарнақтардың ұзындығына, көлбеу бұрышына және тығыздығына байланысты.

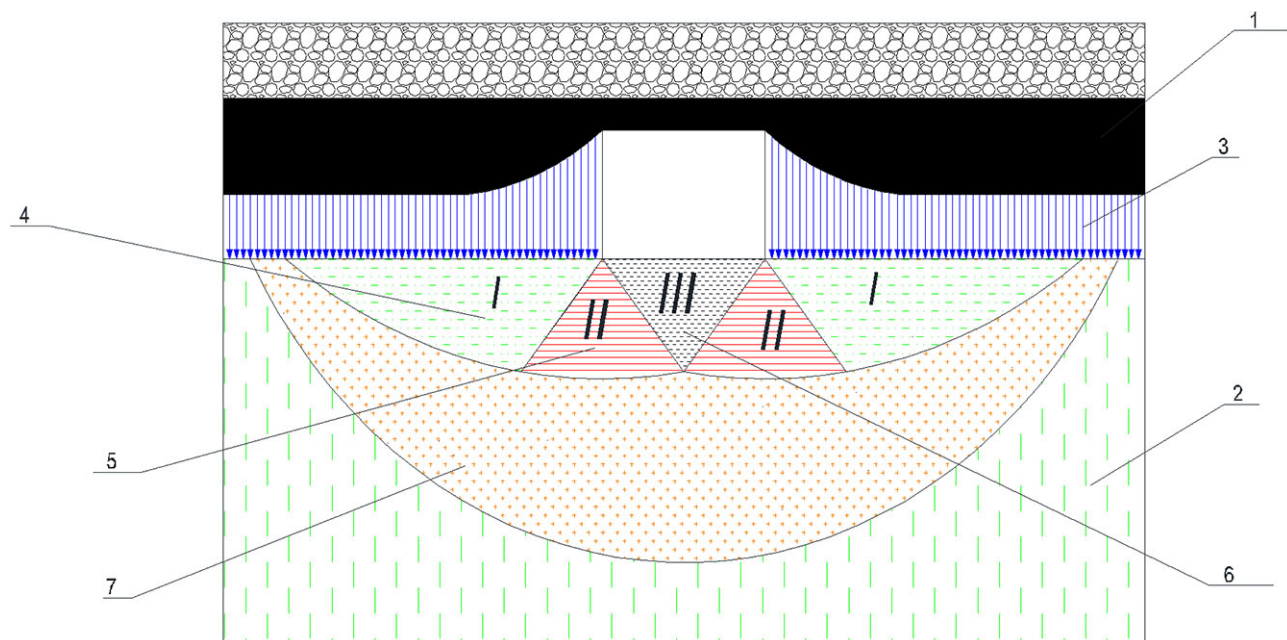
Алынған жәтижелер және оларды талқылау. Көмір кен орындарын игеру кезінде жыныстардың қазбаның ішіне көтерілу түрінде өзгерістері жиі кездеседі – жыныстардың ісінуі. Әдетте, ісіну даярлау қазбаларының көмір тақтасының табан тұсынан қарқынды түрде байқалады. Бірақта, игеру

тереңдігінің ұлғаюымен ісіну үдірістері тазартпа жұмыстарын жүргізу кезінде де байқала бастады.

Жыныстардың ісінуі бойынша күрес тәсілін таңдау кезінде ең алдымен қосымша шараларды қолданудың қажеттілігі анықталынады. Осы анықтамадан кейін қорғау әдістерін қолдану мүмкіндіктері бағаланады. Ол кен-геологиялық жағдайлармен және қажетті жұмыстарды орындауға арналған қолдағы бар тәсілдермен шартталынады. 2-суретте қазбаның бүйірлерінде төмендетілген өзгерістердің пайда болуымен тау-кен қазбалары табанының ісінуін болдырмаудың тәсілі көрсетілген.

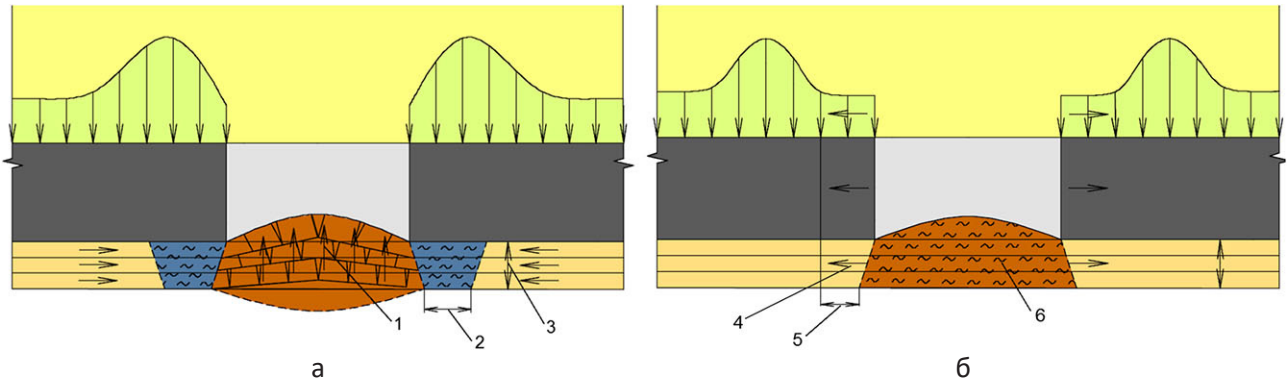
Тақталық даярлау қазбаларында тақталардың табанында қатпаршақты аргиллитер мен алевролиттердің жатысы (залегание) кезінде табан жыныстардың бұзылу үдірістері мен ісінуі келесі сатыларды құрайды: қатпарланған жыныстардың жарылымсыз тақталану беті бойынша қатпарлануы (3-сурет, а); көп топсалы арқа түріндегі блоктарға қазба асты қатпарланған жыныстардың жарылымы (3-сурет, б); қазба бүйірлерінің астындағы табан жыныстардың бұзылуы және олардың қазбаға көтерілуі (3-сурет, в); болат полимерлі қарнақты бекітпемен қазбаның нобайларын қарнақтау (3-сурет, г).

4-суретте қазбаның нобайынан табан



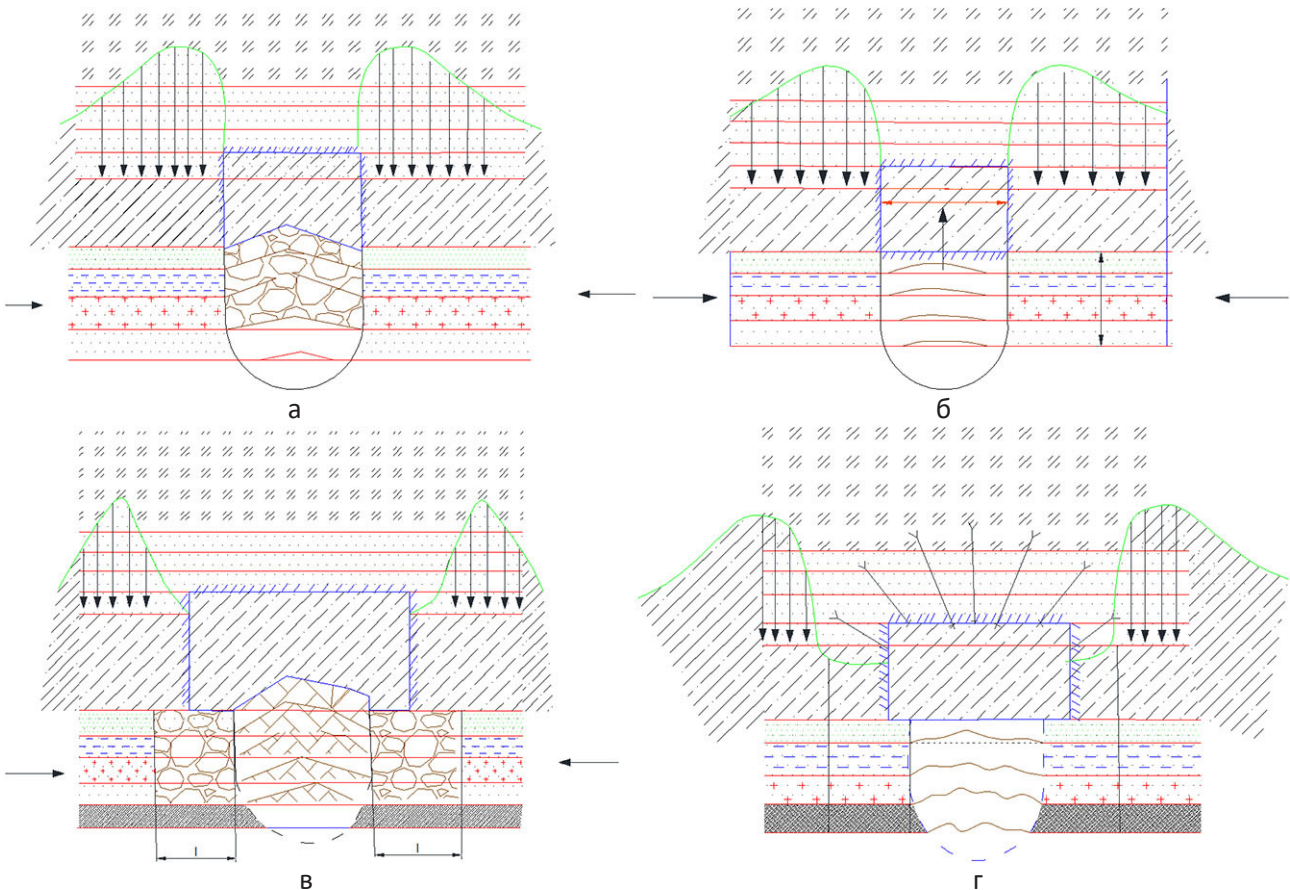
1 – көмір; 2 – әлсіз тау жыныстары; 3 – табандағы өзгеріс аймағы; 4 – жыныстардың белсенді күй аймағы; 5 – сырғымалы сызықтары бар аралық аймақ; 6 – сылбырлы қарсылық аймағы; 7 – серпінділік өзгеріс аймағы

1-сурет – Әлсіз тау жыныстарынаң құралған қазбаның табанында өзгерістер аймақтарының орналасуы



1 – тау-кен жыныстарының жәншу өзгерістері; 2 – жәншулік өзгерістерге ұшыраған аймақ; 3 – жәншу өзгерістері; 4 – тау шыңтасының тереңіне өзгерістер аймағының максималды ығысу бағыты; 5 – тау шыңтасының тереңіне өзгерістер аймағының максималды ығысу шамасы; 6 – қазбаның табан жыныстарында өзгерістердің төмендетілген аймағы

2-сурет – Қазбаның бүйірлерінде төмендетілген өзгерістердің пайда болуымен тау-кен қазбалары табанының ісінуін болдырмаудың тәсілі

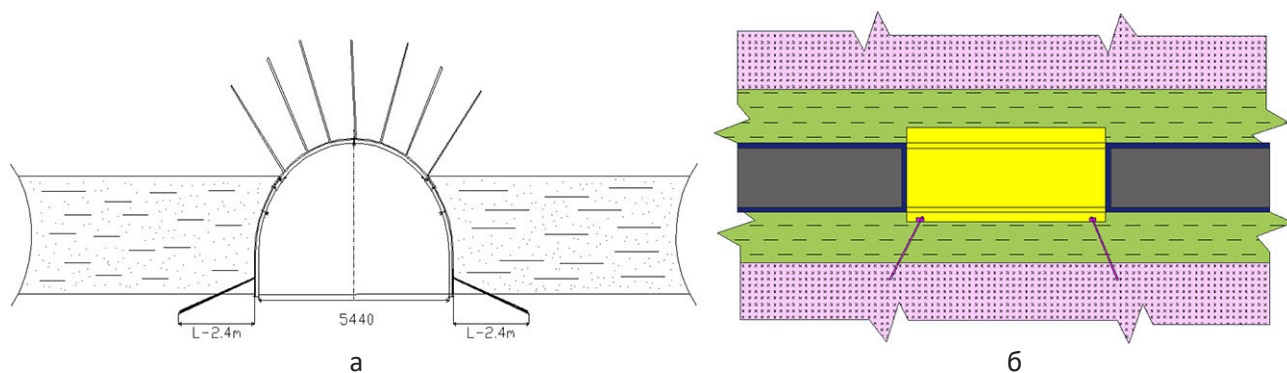


3-сурет – Тау-кен қазбаларында табанның ісіну кезеңдері

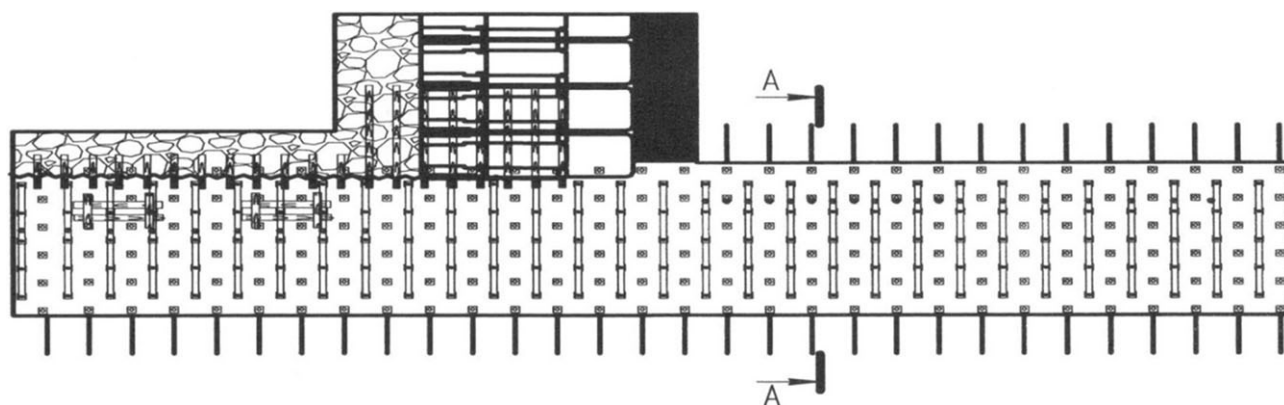
жыныстарды бекітудің тиімді схемасы ұсынылған. Ол бұрғылау қондырғыларымен теспелерді бұрғылауға, теспеден бұрғылау ұнтақтарын шығаруға және қазбаның төңірегіндегі таяныштық қысымдардың айма-

ғында қарнақты орналастыруға мүмкіндік береді.

5-суретте қазбаның табан бүйірлерінің жыныстарын қарнақтармен бекітудің технологиясы ұсынылған. Бұндай жағдайда



а және б – сәйкесінше, қазбаның табанын арқалы және тікбұрышты қарнақпен бекіту
 4-сурет – Жыныстардың ісінуін төмендету үшін қазбаның нобайларынан табан жыныстарды бекітудің тиімді схемасы



а – Қарағанды көмір бассейнінің «Шахтинск» шақтысында табан жыныстарды қарнақтармен бекіту; б – тәптіштеу

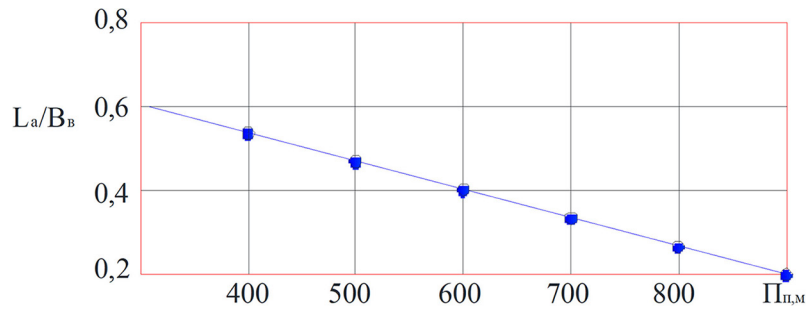
5-сурет – Қазбаның табан бүйірлерінің жыныстарын қарнақтармен бекітудің технологиясы

теспенің аузы үлкенірек диаметрмен бұрғыланады және осы аймақтағы жыныстарды бүйірден түсіру (разгрузка боковая) үшін бекітпелеуші құраммен толтырылмайды. Содан кейін теспе ұзындығы бойынша стандартты диаметрмен (28 мм) бұрғыланып, бекітпелеуші құраммен толтырылады [7-10].

6-суретте қарнақтардың ұзындығы (L_a) мен қазбан енінің (B_b) қатынасына байланысты қазбаның табан жыныстарының ($\Pi\Pi$) ісінуінің болжамды шамасы көрсетілген.

Қорытынды

Тау-кен қазбаларының төңірегіндегі жыныс шыңтасының күйін бағалау үшін құ-



6-сурет – Қарнақтардың ұзындығы (L_а) мен қазба енінің (B_в) қатынасына байланысты қазбаның табан жыныстарының (П_п) ісінуінің болжамды шамасы

рылымдық бұзылған әртекті тау шыңтастарында жыныстардың құлауы, сырғуы және өзгеріс механизмі зерттелді. Тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатымен шақтыларда қарнақтарды бекітуге арналған қарнақты бекітпенің пайдалану шамашарттары анықталды және қазбаның төңірегіндегі тау шыңтасының күйін ескере қазбаның нобайы тұсындағы табан жыныстарды бекітудің технологиясы әзірленді.

Жүргізілген зерттеулер өту қазбаларында әр түрлі бекітпелер түрлерінің қолданылуы кезінде нобай жанындағы жыныстардың жылжуына кентехникалық жағдайлардың

әсер ету дәрежесін анықтауға мүмкіндік берді. Әр түрлі кентехникалық жағдайларда тау-кен қазбаларын өту кезінде анықталған өзгерістердің заңдылықтары тау қысымының білінуін есептеу кезінде қолданылуы мүмкін.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті 2024-2026 жылдарға арналған ғылыми, ғылыми-техникалық бағдарламалар бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржыландырылған үшін алғысымызды білдіреміз (грант ИРН № BR24993009).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Факторы и классификационные признаки, определяющие пучение / С.В. Кузьмин, И.А. Сальвассер // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2014. № 3. – С. 43-44.
2. Поиск перспективных способов борьбы с пучением пород почвы в горных выработках шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» / С.В. Кузьмин, И.А. Сальвассер // Маркшейдерский вестник: Гипроцветмет. – Кемерово, 2014. № 3. – С. 39-43.
3. Механизм развития пучения пород почвы и способы борьбы с ним / С.В. Кузьмин, И.А. Сальвассер, С.А. Мешков // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск. – М.: Горная книга, 2014. № 3. – С. 120-126.
4. 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. – Кемерово, 2015. № 4. – С. 51-55.
5. Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 628 p.
6. Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses // SME. 2000. – Pp. 475-481.
7. Hudson J.A., Harrison J.P. Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications. – London: Elsevier Science, 1997. – 150 p.
8. Цай Б.Н., Бахтыбаев Н.Б. Выбор конструкций крепей горных выработок и определение их параметров в угольных шахтах // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2008. № 1 (37). – С. 14-17.

9. Демин В.Ф., Немова Н.А., Демина Т.В., Зейтинова Ш.В. Управление геомеханическими процессами для повышения устойчивости углепородного массива // Научный вестник Национального горного университета. – Днепропетровск, 2016. № 2. – С. 5-10.
10. Демин В.Ф., Немова Н.А., Демина Т.В., Каратаев А.Д. Деформирование вмещающих пород вокруг горных выработок в зависимости от влияющих факторов // Научный вестник Национального горного университета. – Днепропетровск, 2015. № 4 (148). – С. 35-38.

Упрочнение пород почвы с учетом напряженно-деформированного состояния горного массива вокруг выработки

¹***КАМАРОВ Рымгали Кумашевич**, к.т.н., профессор, ipk@kstu.kz,

¹**ДЕМИН Владимир Федорович**, д.т.н., профессор, vladfdemin@mail.ru,

¹**ТАНЕКЕЕВА Гаухар Джошина**, докторант, tanekeeva77@mail.ru,

²**ДЕМИНА Татьяна Владимировна**, к.т.н., доцент, dentalia@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,
пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», ул. Куйбышева, 30,
Екатеринбург, Россия,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Исследован механизм деформирования, сдвижения и обрушения пород в структурно нарушенном неоднородном горном массиве для оценки состояния породного массива вокруг горных выработок. Разработана технология крепления приконтурных пород почвы с учетом состояния горного массива вокруг выработки. Определены параметры эксплуатации анкерной крепи на шахтах для закрепления штанг в выработках в целях обеспечения безопасности ведения горных работ. Проведенные исследования позволили определить степень влияния горнотехнических условий разработки на смещения в приконтурных породах при различных видах крепи в проводимых выработках. Выявленные закономерности деформаций могут быть использованы при расчетах проявлений горного давления при проведении выработок в различных горнотехнических условиях эксплуатации.

Ключевые слова: упрочнение пород, пучение почвы, почва выработки, напряженно-деформированное состояние, технология, приконтурный массив горных пород, крепление горных выработок.

Work Hardening of Breeds of Soil Taking into Account the Tensely Deformed State of Mountain Range Round Making

¹***KAMAROV Rymgali**, Cand. of Tech. Sci., Professor, ipk@kstu.kz,

¹**DEMINS Vladimir**, Dr. of Tech. Sci., Professor, vladfdemin@mail.ru,

¹**TANEKEEVA Gauhar**, Doctoral Student, tanekeeva77@mail.ru,

²**DEMINA Tatiana**, Cand. of Tech. Sci., Assistant Professor, dentalia@mail.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56,
Karaganda, Kazakhstan,

²FSBEI of HE «Ural State Mining University», Kuibyshev Street, 30, Yekaterinburg, Russia,

*corresponding author.

Abstract. The mechanism of deformation, displacement and collapse of rocks in a structurally disturbed heterogeneous rock mass was studied to assess the state of the rock mass around mine workings. A technology for fixing near-contour soil rocks has been developed, taking into account the state of the rock mass around the working. The parameters of the operation of anchor bolting in mines for fixing rods in workings in order to ensure the safety of mining operations are determined. The conducted studies made it possible to determine the degree

of influence of mining conditions of development on displacements in near-contour rocks with various types of lining in ongoing workings. The revealed regularities of deformations can be used in calculations of manifestations of rock pressure during workings under various mining operating conditions.

Keywords: rock consolidation, floor swelling, roadway floor, the stress-strain state of the technology, the marginal rock mass, fixing mine workings.

REFERENCES

1. Faktory i klassifikacionnye priznaki, opredelajushhie puchenie / S.V. Kuz'min, I.A. Sal'vasser // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – Kemerovo, 2014. No. 3. – Pp. 43-44.
2. Poisk perspektivnyh sposobov bor'by s pucheniem porod pochvy v gornyh vyrabotkah shaht OAO «SUJeK-Kuzbass» / S.V. Kuz'min, I.A. Sal'vasser // Markshejderskij vestnik: Giprocvetmet. – Kemerovo, 2014. No. 3. – Pp. 39-43.
3. Mehanizm razvitija puchenija porod pochvy i sposoby bor'by s nim / S.V. Kuz'min, I.A. Sal'vasser, S.A. Meshkov // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. Otdel'nyj vypusk. – Moscow: Gornaja kniga, 2014. No. 3. – Pp. 120-126.
4. Issledovanija na modeljah iz jekvivalentnyh materialov jeffektivnosti sposobov bor'by s pucheniem putem izmenenija formy poperečnogo sečenija vyrabotok // B.P. Badtiev, I.A. Sal'vasser, S.V. Kuz'min / Markshejderskij vestnik: Giprocvetmet. – Kemerovo, 2015. No. 4. – Pp. 51-55.
5. Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 628 p.
6. Laubscher D.H. and Jakubec J., The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses // SME. 2000. – Pp. 475-481.
7. Hudson J.A., Harrison J.P. Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications. – London: Elsevier Science, 1997. – 150 p.
8. Caj B.N., Bahtybaev N.B. Vybor konstrukcij krepej gornyh vyrabotok i opredelenie ih parametrov v ugol'nyh shahtah // Gornyj zhurnal Kazahstana. – Almaty, 2008. No. 1 (37). – Pp. 14-17.
9. Demin V.F., Nemova N.A., Demina T.V., Zejtinova Sh.V. Upravlenie geomehanicheskimy processami dlja povyšhenija ustojčivosti ugleporodnogo massiva // Nauchnyj vestnik Nacional'nogo gornogo universiteta. – Dnepropetrovsk, 2016. No. 2. – Pp. 5-10.
10. Demin V.F., Nemova N.A., Demina T.V., Karataev A.D. Deformirovanie vmeshhajushhih porod vokrug gornyh vyrabotok v zavisimosti ot vlijajushhih faktorov // Nauchnyj vestnik Nacional'nogo gornogo universiteta. – Dnepropetrovsk, 2015. No. 4 (148). – Pp. 35-38.