

Қарағанды техникалық университеті

ӘОЖ 622.267.53қаз
ҒТАМР 52.13.25

Қолжазба құқығында

ШОНТАЕВ АСКАР ДЖАМАНБАЕВИЧ

**Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында
тау-кен қазбаларын жүргізу кезіндегі
көмір мен газдың шығуына қарсы шараларды жетілдіру**

6D070700 – Тау-кен ісі

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін диссертация

Ғылыми кеңесшілер
техника ғылымдарының докторы
профессоры
Исабек Т.К.

техника ғылымдарының докторы
Ходжаев Р.Р.

Шетелдік ғылыми кеңесші
техника ғылымдарының докторы
Алиев С.Б.
(Мәскеу)

Қазақстан Республикасы
Қарағанды 2021

МАЗМҰНЫ

АНЫҚТАМАЛАР	4
КІРІСПЕ.....	5
1 КӨМІР ШАХТАЛАРЫНДА КӨМІР МЕН ГАЗДЫҢ КЕНЕТТЕН ЛАҚТЫРЫЛЫСТАРЫН АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ БОЛДЫРМАУ МӘСЕЛЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....	10
1.1 Елдегі және әлемдегі көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күрес мәселесінің жай-күйі.....	10
1.2 Көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болу жағдайлары.....	15
1.3 Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарын болдырмау тәсілдері және газ бөлуді басқарудың тиімділігін бақылау.....	20
1.4 Зерттеудің мақсаты мен міндеттерін белгілеу, зерттеу әдістері.....	28
Бірінші бөлім бойынша қорытындылар.....	29
2 ҚАРАҒАНДЫ КӨМІР БАССЕЙНІНІҢ ЛАҚТЫРЫЛЫСҚА ҚАУІПТІ ҚАБАТТАРЫНДА ДАЙЫНДЫҚ ҚАЗБАЛАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕГІ АЭРОГАЗДЫ ЖАҒДАЙЫНЫҢ МОНИТОРИНГІ.....	31
2.1 Қауіпті аймақтардың газдылығының "шекті" шегін анықтау мақсатында көмірдің физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу.....	31
2.2 Аэрогазды жағдайына мониторинг жүргізу үшін эксперименттік зерттеулер объектілерін таңдау.....	35
2.3 Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша дайындық тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде газ бөлудің талдау.....	41
2.4 Қарағанды бассейнінің шахталарында лақтырылысқа қауіпті және қауіп төндіретін қабаттарды қауіпсіз өндіру үшін лақтырылысқа қарсы қолданыстағы іс-шаралар.....	47
Екінші бөлім бойынша қорытындылар.....	55
3 ГАЗ ЖАҒДАЙЛАРЫН, ГАЗДЫЛЫҚТЫ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ КОНТУРҒА ЖАҚЫН МАССИВТІҢ КЕРНЕУЛІ ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУІ.....	57
3.1 Қарағанды көмір бассейнінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының ерекшеліктері.....	57
3.2 Лақтырылысқа қауіпті қабаттарды өндейтін көмір шахталарындағы газ жағдайларын және газдылықты зерттеу.....	62
3.3 Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қауіпті аймақтарын болжаудың қолданыстағы әдістері мен тәсілдері.....	75
3.4 Дайындық қазбасының контурға жақын массивінің кернеулі күйін жеңілдету механизмі.....	78
Үшінші бөлім бойынша қорытынды.....	82

4 ТАУ-КЕН МАССИВІНІҢ ЖОҒАРЫ КЕРНЕУЛЕР АЙМАҚТА ОЗЫҚ ГАЗСЫЗДАНДЫРУ ҰҢҒЫМАЛАРЫН БҰРҒЫЛАУДЫҢ ТИІМДІЛІКТІ ЗЕРТТЕУ.....	85
4.1 Дайындық қазбасы кенжардың алдындағы көмір қабатындағы кернеу өрістерін модельдеу.....	85
4.2 Тау-кен массивінің деформациясын және озық ұңғымаларын бұрғылаудан кейін газдың бөлінуін зерттеу.....	94
4.3 Ұңғымаларды бұрғылаудан кейін метан бөлінуінің ұлғаюын сандық есептеу.....	100
4.4 Массивтің деформацияланған күйін ескеріліп көмір қабаттарының газдылығын зерттеу.....	106
Төртінші бөлім бойынша қорытындылар.....	123
5 ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ ЛАҚТЫРЫЛЫСҚА ҚАРСЫ ІС-ШАРАЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ БОЙЫНША ҰСЫНЫМДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ.....	124
5.1 Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы тиімді іс-шараларын құру тәсілі.....	124
5.2 Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша озық ұңғымаларын бұрғылау технологиясы.....	126
5.3 Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша қазбаларды жүргізудің технологиялық схемаларының техникалық-экономикалық негіздемесі.....	129
ҚОРЫТЫНДЫ.....	131
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	136
ҚОСЫМША А – "АрселорМиттал Теміртау" АҚ КД және ҚарТУ қызметкерлерімен жүргізілген бірлескен зерттеулер туралы анықтама.....	144
ҚОСЫМША Ә – Ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірістік қызметіне енгізу актісі.....	145
ҚОСЫМША Б – Авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы куәлік.....	146
ҚОСЫМША В – "Біріктірілген анкер" атты өнертабысқа патент.....	147
ҚОСЫМША Г – Ресей, Мәскеу қаласында ғылыми тағылымдамадан өткені туралы сертификат.....	148
ҚОСЫМША Ғ – 2019 жылғы 2 наурызда Назарбаев Университетінде өткен Astana Science Festival жұмысына қатысқаны туралы диплом.....	149
ҚОСЫМША Д – 2018 жылғы 19-22 маусым аралығында Астана қаласында өткен 25 мерейтойлық Дүниежүзілік Тау-кен Конгресіне қатысқаны туралы сертификат.....	150
ҚОСЫМША Е – Сұйықтық және газ механикасы теориясы бойынша метанның ағуын зерттеу динамикасына арналған бағдарлама мәтіні.....	151
ҚОСЫМША Ж – Шағын тесік арқылы газдың шығу теориясы бойынша метан шығынын зерттеу динамикасына арналған бағдарлама мәтіні.....	154

АНЫҚТАМАЛАР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей анықтамаларға сәйкес терминдер қолданылды:

Тау-кен қазбалары – жер қыртысындағы өндірістік, көліктік, желдету немесе қосалқы мақсаты бар пайдалы қазбаларды қазу кезінде пайда болатын жасанды қуыстар мен кеңістіктер.

Төбе мен табан (қабаттың) – көмір қабатының жоғарғы жағында (үстінде) және астында орналасқан тау жыныстары.

Дайындық кенжары – тау-кен массивіндегі тау-кен өндіру, тау-кен жұмыстарын дайындау және жүргізу бойынша технологиялық мақсатты орындауға арналған.

Жоғары тау қысымы аймағы – шекті бөлшектермен, жекелеген қалдырылған кентіректермен немесе аралас қабатта (қабаттарда) орналасқан басқа да концентраторлармен берілетін артық кернеулерді бастан кешіретін көмір массиві мен бүйір жыныстардың бөлігі.

Көмір мен газдың шығуы (кенеттен лақтырылысы) – кен қазбаларын едәуір қашықтыққа (200 м және одан астам) толтырып көмір мен газды кенжардан лақтырылыс, тау-кен жабдықтарын істен лақтырылыс, бекітпені қағу және деформациялау, жыныстардың құлауы, тау-кен құрылыстарын пайдалану кезінде газдинамикалық құбылысқа бейім қазбаны метанмен толтыру.

Көмір мен газдың шығуына (кенеттен лақтырылысқа) қарсы шаралар – лақтырылысқа қауіпті қабаттарды ашу, дайындық қазбаларын жүргізу және жерасты жағдайларында жұмыс істейтіндердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі технологиялық схемаларды таңдай отырып, тазарту жұмыстарын жүргізу кезіндегі іс-шаралар кешені.

Жергілікті лақтырылысқа қарсы іс-шаралар – лақтырылысқа қауіпті көмір қабатының кенжар маңы аймағын арнайы өңдеу тәсілдері.

Газдинамикалық құбылыстардың алдын алу – ағымдағы болжамды жүргізумен және лақтырылысқа қарсы іс-шараларды орындаумен газдинамикалық құбылысқа бейім қабаттарды өңдеу кезіндегі технологиялық шаралар.

Тау массивінің жай-күйі – геодинамикалық, газдинамикалық көрсеткіштердің жиынтығы, сондай-ақ зерттелетін объектілердің аномалиясының геологиялық және тектоникалық сипаттамасы, оларды тиісті технологиялар мен техникалық ұсыныстарды таңдауда жедел пайдалануға болады.

Тау жыныстарының контурға жақын массивінің жай-күйін басқару – жерасты тау-кен қазбаларын қоршап тұрған тау-кен жыныстарының кернеулі-деформацияланған жай-күйін оларды қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету және пайдалы қазбаларды өндірудің технологиялық процестерін жүргізудің қажетті тиімді жағдайларын жасау үшін реттеу жөніндегі іс-шаралар жиынтығы.

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі уақытта әзірленіп жатқан Қарағанды бассейнінің шахталарындағы көмір қабаттары жоғары газмолшылығымен сипатталады және нәтижесінде қауіпті газдинамикалық құбылыстарға бейім (көмір мен газдың лақтырылыстары, тау соққысы, газдың суфлярлық бөлінуі және т.б.). Тау-кен қазбаларының, машиналар мен механизмдердің қирауымен, адамдардың жарақаттануымен, көбінесе өліммен аяқталатын және ұсақталған көмір мен газдың үлкен массаларының лақтырылысымен қатар жүретін өзінің апатты салдарлары бойынша неғұрлым қауіпті санатқа көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары жатады.

Қазіргі уақытта көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алдын алу үшін әртүрлі техникалық және технологиялық шаралар әзірленгенімен, олардың көпшілігінде бірқатар кемшіліктер бар және тұтастай алғанда тиімділіктің жеткіліксіздігімен сипатталады. Бұл кемшіліктердің себептері, ең алдымен, көмір қабаттарының жатыс жағдайлары туралы ақпараттың жетіспеушілігімен және кенеттен лақтырылыстардың табиғатының аз зерттелуімен, содан кейін орындаудың жоғары күрделілігімен, өткізілген іс-шаралардың үлкен шығындарымен, сондай-ақ олардың төмен технологиялығымен және көп операциялығымен байланысты.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының пайда болу факторы бойынша көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуді қамтамасыз ету үшін қабаттарда (қауіпті аймақтар) кенеттен лақтырылыстардың пайда болуының ықтимал ошақтарын белгілеудің маңызы зор. Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары, әдетте, геологиялық бұзылулар аймағында болады. Қарағанды көмір бассейнінде болған 61 көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының 27 жарылыс түріндегі бұзылуларға, 21 – ұсақ тектоникалық бұзылулар аймақтарына жатады, 10 лақтырылыс – қабат қуатының өзгеру аймағында (батып кету немесе үрлеу) және 1 – қабаттың гипсометриясының күрт өзгеру аймағында болды. Көмір мен газ лақтырылыстарының көріну тереңдігіндегі лақтырылыстар қауіпті қабаттардың газдылығы 10,7-ден 22,1 м³/т-ға дейін ауытқиды [1].

Тау-кен қазбаларын көмір қабаты бойынша жүргізген кезде кенжардың алдында тірек тау қысымының аймағы пайда болады, онда сығу күштері қол жетімсіз массивке қарағанда едәуір үлкен мөлшерге жетеді. Дайындық забойларын жылжыту кезінде массивтің кернеулі-деформацияланған күйін дұрыс бағалау қабаттасу жазықтығындағы кенеттен лақтырылыстар бойынша қауіпті көмір қабатының деформацияларының сипатын анықтауға мүмкіндік береді, олар қазба кенжарынан 1,5-2 есе биіктікке тең учаскеде белсенді көрінеді, бұл лақтырылыстар қуысының мөлшеріне сәйкес келеді және көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының фокустық сипатын жанама растау болып табылады..

Лақтырылысқа қауіпті қабаттарды өңдеу кезінде қазіргі уақытта көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының алдын алудың әртүрлі тәсілдері

пайдаланылады, олар өңірлік және жергілікті болып бөлінеді. Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде жергілікті әдістер маңызды рөл атқарады. Кенет лақтырылыстардың алдын алудың жергілікті тәсілдерінен негізгісі көмір массивінің гидроторабы және озық ұңғымаларды бұрғылау болып табылады, оларды қолдану арқылы жыл сайынғы қазбалар көлемінің 30%-на дейін жүргізіледі, бірақ озық ұңғымаларды бұрғылау жолымен көмір мен газдың кенет лақтырылыстарымен күресу тәсілі неғұрлым тиімді және технологиялық тұрғыдан қолайлы болып саналады.

Озық ұңғымалар қолданыстағы паспорттарға сәйкес қабаттың ең көп үгітілген (лақтырылыс қауіпі бар) бумасы бойынша бұрғыланады. озық ұңғымалардың диаметрі бұл ретте 130-250 мм, ұзындығы 10-20 м құрайды, аса лақтырылысқа қауіпті шахталарда немесе учаскелерде озық ұңғымалардың диаметрі 200-250 мм құрайды.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмау мақсатында лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша тау-кен қазбаларын жүргізудің технологиялық схемаларын қалыптастыруды жүргізілетін қазбаның алдында кернеулі аймақтарды тиімді түсіру жолымен көмір тау-кен массивіне белсенді әсер етудің геотехнологиялық әдістерін қолдану негізінде жүзеге асыру ұсынылады. Жер асты қазбаларын жүргізу кезінде тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін контурға жақын жыныстар массивінің техногендік кернеулі-деформацияланған күйін бағалау негізінде шахталардағы көмір жыныстарындағы геомеханикалық және геотехнологиялық процестерді басқарудың кешенді әдісіне негізделген қағидатты пайдалану қажет.

Осыған байланысты тау массивдерінен газ лақтырылыс процестерінің өзгеру динамикасын зерттеу бойынша кең теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу, дайындық кенжарының алға жылжу фронтының алдында тау қысымын түсіру сипатына әртүрлі факторлардың әсер ету заңдылықтарын белгілеу және осы негізде тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жетілдіру қажет.

Лақтырылыстар қауіпін болжау әдістерін, лақтырылыстардың алдын алу тәсілдерін, сондай-ақ пайда болуы қауіпті аймақтарда тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде олардың алдын алуға бағытталған тиімді лақтырылыстарға қарсы іс-шараларды жетілдіру, сыйымды жыныстар массивінің геомеханикалық жай-күйін ескере отырып, көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары және пайдаланудың тау-кен техникалық жағдайларына және күрделендіретін факторлардың әсер ету дәрежесіне қарай басқару әсерлерінің оңтайлы параметрлерін белгілеу көмір қабаттарын жерасты игеру кезінде өзекті міндет болып табылады.

Зерттеу объектілері Қарағанды көмір бассейні шахталарының лақтырылысқа қауіпті және лақтырылыс бойынша қауіп төндіретін көмір қабаттары болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеу негізінде тау-кен-геологиялық факторларға және тау-кен техникалық пайдалану жағдайларына байланысты тау-кен қысымының

көріну заңдылықтарын анықтау негізінде дайындық жұмыстарын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы шараларды жетілдіру.

Жұмыстың идеясы тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді математикалық модельдеуді қолдана отырып, кернеулі аймақтарға мақсатты әсер ететін қазбаның алдыңғы және контурлық жыныстар аймағында тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған күйін басқару негізінде кенеттен лақтырылыстардың алдын алудың геотехнологиялық әдісін құру болып табылады

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

– жанама кернеулері кенжар тереңдігінде қазбаның ортасы мен табан бойынша 5 м-ге дейінгі арақашықтықта созылу сипатына ие, ал одан әрі сығымдағыштарға ауысатындар жүргізілетін қазба кенжарының алдында жүктелген аудандардың пайда болуына ықпал етеді, ал алаптың кернеулі жай-күйі аймақтарында негізгі қалыпты кернеулер – тау-кен массивін түсіруге әкелетін созғыш;

– жанама кернеулердің әсерінен негізгі кернеулердің азаюымен массивтің тұтастығы бұзылатын, олардың жоғары жатқан жыныстардың қысым шамасына жақындауымен жүргізілетін дайындық қазбасының кенжарының алдында пайда болатын тау-кен массивінің аймағы, осы аймақтан тыс жерлерде нығыздалуға газ беруді ұлғайту үшін оның шегінен тыс озық (газсыздандырылған) ұңғымаларды бұрғылау арқылы қол жеткізіледі;

– лақтырылысқа қарсы іс-шаралардың тиімділігі газ беруді ұлғайту мақсатында массив аймақтарын ірілендірумен қамтамасыз етіледі, лақтырылысқа қауіпті қабат бойынша жүргізілетін қазбаның алдындағы қолданыстағы жанама кернеулердің шамасы бойынша: кенжардың ортасында массивтің бұзылмаған аймағы кенжардан массивтің тереңдігіне 4 м-ден астам қашықтықта орналасады; төбе бойынша 10 м-ден астам қашықтықта; кенжардың табан бойынша 20 м-ден астам қашықтықта орналасқан.

Диссертацияның мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылды: қазбалардың кенжарларынан газ лақтырылыс процестерін зерделеу, жүргізілетін дайындық кенжарларының алдында жүктен босатудың пайда болуы мен сипатына әр түрлі факторлардың әсер ету заңдылықтарын анықтау бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу; жүргізілетін қазбаның алдында десорбциялық процестердің параметрлерін белгілеу үшін дайындық қазбасының контур жанындағы массивінде кернеулі-деформацияланған күйін математикалық модельдеу және кернеулерді бөлу; лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша қазбаларды жүргізудің технологиялық схемаларының тиімділігін техникалық-экономикалық негіздеу.

Жұмыстың ғылыми маңызы:

– қауіпті аймақтардың газдылығының "шекті" шегін анықтау үшін D_6 және K_{10} көмір қабаттары бойынша дайындық қазбаларын жүргізу кезінде аэрогазды жағдайының зерттеу;

– тау массивінің деформацияланған күйін және шахталар жағдайында түсірудің оның шамасына әсер ету сипатын ескере отырып, көмір қабаттарының газдылығын зерттеу болып табылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы – қазбаның алдыңғы жағында орналасқан тау-кен массивінің айналасында түсіру жарықтары жүйесін қалыптастыру үшін жоғары кернеулер шоғырланатын дайындық кенжарының алдында массивтің жойғыш жанама кернеулерінің әрекет ету аймағынан тыс көмір массивін бұрғылау арқылы көмір массивін өңдеу аймақтарының параметрлерін белгілеу.

Жұмыстың практикалық мәні:

– лақтырылысқа қауіпті аймақтарға тиімді әсер ету аймағын ұлғайту жолымен газдинамикалық құбылыстарды болдырмау үшін тау-кен массивіне белсенді әсер етудің геотехнологиялық әдістерін қолдана отырып, лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жетілдіру.

– лақтырылысқа қауіпті қабаттарды дайындаудың технологиялық схемаларын жетілдіру мақсатында және қиылысатын аралас тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеу базасында тау-кен-геологиялық факторларға және пайдаланудың тау-кен техникалық жағдайларына байланысты тау-кен қысымы көрінісінің белгілі бір заңдылықтары базасында дайындық қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы іс-шаралар бойынша ұсынымдарды әзірлеу болып табылады.

Зерттеу әдістері. Жоғарыда көрсетілген міндеттерді шешу кезінде кенеттен болатын лақтырылыстар бойынша әдеби көздерді талдауды; кенеттен болатын лақтырылыстардың қауіптілігін төмендетуге бағытталған технологиялық ұсыныстарды әзірлеу үшін теориялық зерттеулер жүргізуді; қиылысатын аралас тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеуді; технологиялық әзірлемелердің тиімділігін техникалық-экономикалық бағалауды қамтитын зерттеудің кешенді әдісі пайдаланылды.

Жұмыстың техникалық-экономикалық тиімділігі. Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде әзірленген лақтырылысқа қарсы іс-шаралар, тау-кен массивінің кернеулі аймақтарына мақсатты әсер етуге негізделген, тау-кен массивінің шамадан тыс кернеулі-деформацияланған жай-күйімен тұтастықтың бұзылу аймақтарының пайда болу қарқындылығын бақылай отырып, көмір мен газдың ілмектен тыс лақтырылыстарын тиімді басқаруға мүмкіндік береді.

Лақтырылысқа қауіпті қабаттарда дайындық тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде ұсынылған технологиялық әзірлемелердің есептік техникалық-экономикалық тиімділігі жүргізілетін әрбір 20 м қазбаға (бұрғылау циклі) 331 000 теңгені құрайды.

Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен ұсынымдардың негізділігі мен дұрыстығы лақтырылысқа қауіпті көмір қабаттары бойынша тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде ұсынылған лақтырылысқа қарсы іс-шаралардың техникалық мүмкіндіктерімен және оны тау-кен қазбаларын жүргізудің технологиялық схемаларында пайдаланумен расталады.

Жұмыс құрылымы. Диссертация кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан тұрады және 155 бет мәтіннен, 73 суреттен, 30 кестеден, 104 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен, 9 қосымшадан тұрады.

Диссертацияны іске асыру және апробациялау. Зерттеу нәтижелері Scopus компаниясының деректер базасына кіретін басылымдарда 3 ғылыми мақалада; уәкілетті орган (ҚР БҒМ БҒСҚК) ұсынған басылымдарда 1 мақалада, халықаралық ғылыми конференциялардың 7 тезисінде жарияланды.

Жұмыстың негізгі ережелері ҚарТУ КЕАҚ ПҚКӨ кафедрасының ғылыми семинарларында, ҚарТУ КЕАҚ Ғылыми-техникалық кеңесінде баяндалды және мақұлданды.

Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында лақтырылысқа қауіпті қабаттарында дайындық қазбаларын жүргізу кезіндегі аэрогаз жағдайын мониторинг бойынша "АрселорМиттал Темиртау" АҚ КД СпецШахтМонтажДегазация басқармасының қызметкерлерімен жүргізілген бірлескен лабораторлық зерттеулер өткізілді (Қосымша А).

Газдинамикалық құбылыстарын болдырмау жөніндегі келешекті жобаларында пайдалану бойынша "ГеоМарк" Ғылыми-инженерлік орталығы" ЖШС өндірістік қызметіне диссертациялық ғылыми-практикалық зерттеулерінің нәтижелерін енгізу туралы акт алынды (Қосымша Ә).

"Тау-кен массивінің жоғары кернеулер аймақта озық газсыздандыру ұңғымаларын бұрғылаудың тиімділікті зерттеу" диссертациялық жұмысының тармағына 17.11.2021 жылғы №21779 авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы (интеллектуалдық меншік туралы) куәлік алынды (Қосымша Б).

"Біріктірілген анкер" өнертабысқа №34624 патент алынды (Қосымша В).

2019 жылғы 15-23 шілде аралығында Мәскеу қаласында (Ресей) академик Н.В. Мельников атындағы Ресей ғылымдар академиясының Жер қойнауын кешенді игеру мәселелер институтында (ИПКОН РАН) "Көмір және рудалық кенорындары метан мен газдинамикалық құбылыстарының мәселелері. Тау-кен жыныстарындағы физика-химикалық және термодинамикалық процесстері" бағыты бойынша ғылыми тағылымдаманы өткені туралы сертификат алынды (Қосымша Г).

2019 жылғы 2 наурызда ҚР БҒМ "Ғылым қоры" АҚ және ҚР-дағы Ұлыбритания Елшілігімен (British Council) қолданған Назарбаев Университетінде FameLab (Ұлыбритания) ғылыми коммуникация саласындағы халықаралық конкурсқа іріктеу өткен Astana Science Festival жұмысына қатысты (Қосымша Ғ).

2018 жылғы 19-22 маусым аралығында Астана қаласында (Қазақстан) өткен ғылыми кеңесші техникалық ғылымдарының докторы Р.Р. Ходжаевпен бірге 25-і Дүниежүзілік Тау-кен Конгресіне қатысқаны туралы сертификат алынды (Қосымша Д).

Докторант қазақстандық және шетелдік ғылыми кеңесшілерге эксперименттер жүргізу және диссертациялық жұмыстың жекелеген кезеңдерін орындау бойынша ұсыныстар мен көмектерге алғыс білдіреді.

1 КӨМІР ШАХТАЛАРЫНДА КӨМІР МЕН ГАЗДЫҢ КЕНЕТТЕН ЛАҚТЫРЫЛЫСТАРЫН АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ БОЛДЫРМАУ МӘСЕЛЕСІНІҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ

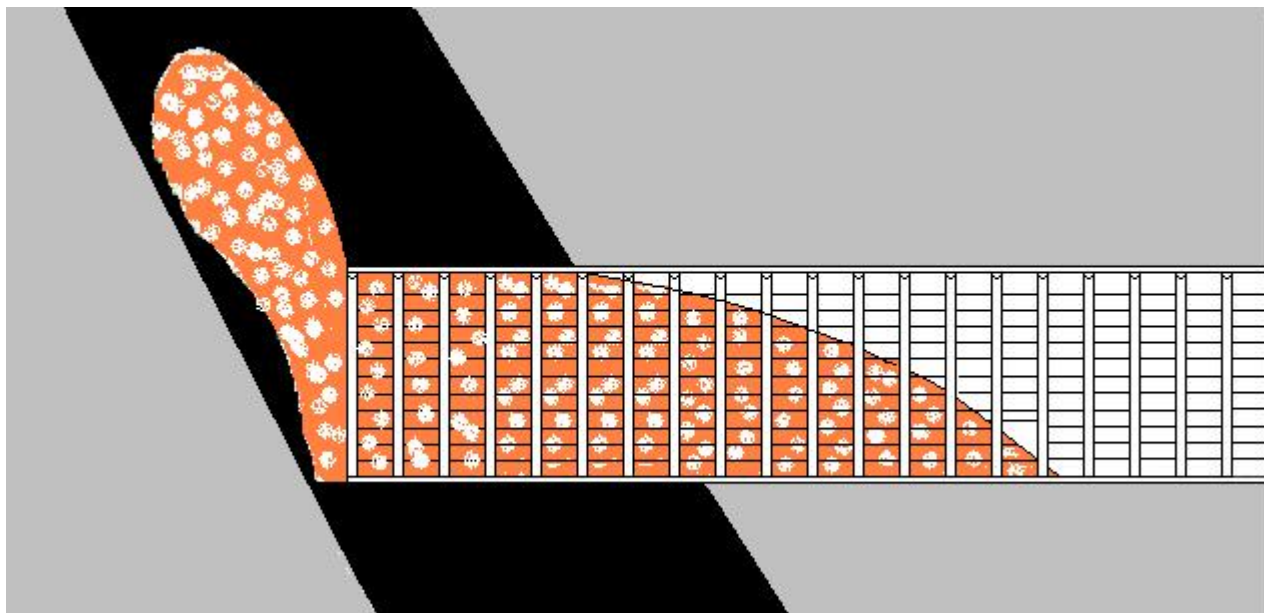
1.1 Елдегі және әлемдегі көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күрес мәселесінің жай-күйі

Көмір шахталарында жерасты тау-кен жұмыстарын жүргізу игерілетін қабаттар мен сыйымды жыныстардың кернеулі-деформацияланған және газдинамикалық жай-күйінің өзгеруіне әкеп соғады. Үлкен тереңдікте бұл көбінесе кен қазбаларындағы көмір қабатының (жыныстардың) кенеттен тез ағып кетуіне әкеледі. Олар, әдетте, газ-динамикалық құбылыстармен газдың жоғары бөлінуімен жүреді, олар ең алдымен газдың жарылысы мен кенеттен лақтырылыстарды қамтиды.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары мәселесінің теориясы мен практикасына үлкен үлес қосқан ғалымдар: Л.Д. Шевяков, А.А. Скочинский, В.Б. Комаров, В.Л. Биленко, Л.Н. Быков, И.М. Печук, В.И. Николин, С.Г. Авершин, А.М. Карпов, С.А. Христианович, А.Т. Айруни, В.В. Ходот, В.А. Шатилов, О.И. Чернов, Н.М. Проскуряков, А.Э. Петросян, И.Л. Эттингер, А.Е. Ольховиченко, А.А. Рубинский және т.б. [2-29], сондай-ақ осы саладағы белгілі отандық ғалымдары: Ю.А. Векслер, С.К. Баймухаметов, Р.Р. Ходжаев, А.А. Пименов, Алиев С.Б., Ю.М. Бирюков, Т.К. Исабек, Фоминых Е.И. [30-46] көмір, жыныс және газ лақтырылыстары мәселесін шешудің қазіргі жағдайын анықтайтын басқа да бірқатар адамдар. Лақтырылыстар мәселесін шешудегі отандық ғалымдардың ғылыми шешімдерінің басымдығы жалпыға бірдей танылған. Лақтырылысқа қауіпті қабаттарды игерудің шетелдік тәжірибесі соңғы онжылдықтарда көмір мен газ лақтырылыстары проблемаларының теориясы мен практикасы мәселелері бойынша іргелі зерттеулердің нәтижелерімен байытылмаған. Көптеген көмір өндіруші елдерде көмір мен газ лақтырылыстары мәселесін шешу негізінен лақтырылыстарға қауіпті қабаттарды әзірлеуді тоқтатуға дейін азайтылды. Егер бұл қажет болса және тау-кен геологиялық жағдайлары мүмкіндік берсе, қорғаныс қабаттарын алдын-ала өңдеу, шайқау жарылысы (көмір мен газдың лақтырылысын тудырады деп саналады), резервуарды газсыздандыру, алдын-ала түсіру және газсыздандыру ұңғымаларын бұрғылау дәстүрлі түрде қолданылады. Көмір мен газдың лақтырылыстары барлық Д, Г, Ж, К, ОС, Т және А маркалы көмір қабаттарын игеру кезінде пайда болады, сонымен қатар ең құнды кокстеуші көмірдің қабаттары ең қауіпті болып табылады. Көмір мен газдың лақтырылысын болдырмау үшін қорғаныс қабаттарын алдын-ала өңдеуді қолдану жақын қабаттарды өңдеуге байланысты іс жүзінде таусылды. Тау-кен массивін түсіру үшін озық ұңғымаларды бұрғылау әдісі нормативті болса да, тиімділігі төмен және кенеттен лақтырылыс ықтималдығы жоғары болғандықтан іс жүзінде қолданылмайды. Жыныстар мен газ лақтырылыстарының проблемасы басқа елдерде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде орын алады: Германия мен Польшада – құмтастардың тұзы мен газының лақтырылыстары; Польша, Чехия

және Жапонияда – құмтасты-сазды тақтатастар мен мұнай ұстайтын құмтастардың лақтырылыстары; Германияда – құмтасты-мыс тақтатастар мен құмтастардың лақтырылыстары. Березников және Соликам кеніштерінде (Ресей), сондай-ақ 400-900 м тереңдіктегі тұз-тау кеніштерінде (Беларусь) тау (тұз) және газ лақтырылыстарының едәуір мөлшері болды [47].

Ең қауіпті газдинамикалық құбылысының, көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының схемасы 1.1-суретте көрсетілген.



Сурет 1.1 – Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының кәдімгі схемасы

Табиғи технологиялық және геомеханикалық факторлар газдинамикалық құбылыстың дайындығы мен ағымына қатысады.

Табиғи факторлар тау жыныстарында газдың болуымен, көмір мен жыныстардың құрылымы мен физика-механикалық қасиеттерімен, массивтің тектоникалық бұзылуымен және т.б. сипатталады.

Технологиялық факторлар тау-кен қысымын бекіту және басқару әдісімен, тау-кен қазбаларының орнықтылық-шығысымен және т.б. байланысты игеру технологиясымен алдын ала анықталады.

Геомеханикалық факторлар көмір қабатының кернеулі-деформацияланған және газ-динамикалық күйінің өзгеруімен, игерілетін және көрші қабаттардағы тау-кен жұмыстарының кеңістіктік-уақыттық қатынасына байланысты.

Әлемдегі көмір шахталарындағы көмір мен газдың ең ірі лақтырылыстары 1.1-кестеде келтірілген [48]. Бұл деректер газдинамикалық құбылыстардың ауырлығы мен ауыр салдары туралы айтады. Шығарылған газдың көлемі 1200-1300 мың м³ дейін, ал көмір көлемі 10-14 мың тоннаға дейін.

1.2-кестеде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы кезіндегі кейбір ірі жазатайым оқиғалар келтірілген [49]. Газдинамикалық құбылыстар кезіндегі өлім-жітім саны 100 адамға жетті және одан да көп, олардың себептері

жарылыс және өрт, тұншығу, ауаның желдету ағынының төңкерілуі және, әдетте, бұл лақтырылысқа қарсы іс-шараларға қарамастан болды.

Кесте 1.1 – Көмір шахталарындағы ең ірі көмір және газ лақтырылыстары

Ел	Көмір бассейні	Шахта	Лақтырылыс жылы	Лақтырылыс күші			
				көмір, т	газ		
					құрамы	мың. м ³	м ³ /т
Франция	Севенн	«Аграпп»	1879	500	метан	100	200
		«Фонтэн»	1921	5600	метан	100	18
Ұлыбритания	Оңтүстік Уэльс	«Корвей»	1944	2500	метан	70	28
Венгрия	Мечекс	«Солоч»	1957	1400	метан	300	214
		«Зобак»	1969	1500	метан	135	90
Австралия	Боуэн	«Коллин»	1954	800	метан	140	125
Канада	Британдық Колумбия	«Моррисей»	1904	3500	метан	60	17
Германия	Рур	«Мария»	1958	220	CO ₂	14	64
		«Битсум»	1933	1500	метан	6,6	4,4
	Иббенбюрен	«Иббенбюрен»	1975	2500	метан	4,7	1,9
Польша	Нижнесилезия	«Нова руда»	1969	3000	CO ₂	820	273
		«Торез»	1985	1600	CO ₂	19	12
		«Нова руда»	1970	5000	CO ₂	750	150
Қытай	Сычуань	«Санхуба»	1976	12780	метан	1000	78
		«Чжун-ляньшань»	1973	6000	метан	1200	200
Жапония	Исикари	«Юбари Шин»	1981	4000	метан	600	150
Түркия	Зонгулдак	«Козлу»	1983	1100	метан	110	110
Украина	Донецк	Ю. Гагарин атындағы	1963	14000	метан	250	18
		А. Скочинский атындағы	1980	2000	метан	130	65
Қазақстан	Қарағанды	«Қазақстандық»	1989	1200	метан	250	208
		В. Ленин атындағы	1995	640	метан	550	859
		В. Ленин атындағы	1998	3250 (2650, 600)	метан	1300	490
		«Тентек»	2008	1087	метан	414085	413

Кенет лақтырылыстардан болатын ықтимал геотехникалық тәуекелді өткізгіштігі төмен (10^{-2} мД-ден кем) көмірдің газ беруін қарқындату үшін кабаттың сумен жыртуы сияқты қымбат тұратын методтарды қолдану туралы шешім қабылдау кезінде, әдетте, өте тиімді емес деп ескеру қажет. Газдың төмендеуі тек ұңғыманың жанында болуы мүмкін. Нәтижесінде, алдын-ала газсыздандыруды жүргізгеннен кейін газдылықта үлкен айырмашылықтарды алуға болады, бұл кейіннен лақтырылыстарды дұрыс бағаламауға әкелуі мүмкін.

Кесте 1.2 – Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы кезіндегі ірі жазатайым оқиғалар

Шахта	Ел	Жыл	Газ	Шығарылған көмір, т	Бөлінген газ көлемі, мың. м ³	Өлім жағдайларының саны, адам	Ескертпе
1	2	3	4	5	6	7	8
Аграпп	Франция	1879	CH ₄	Деректер жоқ	340000	141	Жарылыс және өрт
№1 «Морисси»	Канада	1904	CH ₄	3500	140000	14	Тұншығу салдарынан қайтыс болды
Венцеслаус	Польша	1930	CH ₄	5000	28000	151	Тұншығу салдарынан қайтыс болды
Рикард	Франция	1938	CH ₄	1270	400000	2	Жарылыс және өрт
Иштван	Венгрия	1957	CH ₄	1400	273000	Деректер жоқ	Ауаның желдету ағысын аудару
Понтил	Франция	1958	Қоспа	210	-	7	Лавадағы көмірді кесу
Нова Руда	Польша	1958	CO ₂	5000	750000	Деректер жоқ	Қабат Фринцишек
Мари Энгельс	ГДР	1969	CO ₂	14000	Деректер жоқ	Деректер жоқ	Тұз
Валенье	Югославия	1962	Қоспа	250	25000	2	Құрамында 45% ұшпа заттар бар Лигнит
Зобак	Венгрия	1969	CH ₄	1500	135000	2	Жарылыс, тереңдік 760 м
Синхайдре	Англия	1971	CH ₄	400	60000	6	Дайындық қазбасының кенжары
Чжунь-ляншинь	Қытай	1973	CH ₄	6000	1200000	Деректер жоқ	-
Иббен Бюрен	ФРГ	1981	CH ₄	750	Деректер жоқ	Деректер жоқ	Түсіру ұңғымасын бұрғылау
Нью Юбари	Жапония	1981	CH ₄	5000	500000	93	Тұншығу салдарынан қайтыс болды
Козлу	Түркия	1983	CH ₄	1100	110000	Деректер жоқ	-
Гагарин атындағы	Украина	1969	CH ₄	14000	250000	Деректер жоқ	-
Скочинский атындағы	Украина	1980	CH ₄	2000	130000	Деректер жоқ	-
«Қазақстандық»	Қазақстан	1989	CH ₄	1200	250000	4	Тұншығу, желдету ағынының құлауы салдарынан қайтыс болды

1.2-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
Ленин атындағы	Қазақ- стан	1995	CH_4	640	550000	13	Тұншығу, желдету ағынының құлауы салдарынан қайтыс болды
Ленин атындағы	Қазақ- стан	1998	CH_4	3250	1300000	3	Тұншығу салдарынан қайтыс болды
«Тентек»	Қазақ- стан	2008	CH_4	1087	414085	5	Тұншығу салдарынан қайтыс болды

Сондықтан лақтырылыстарды болжаудың жергілікті әдістерін қолдану сөзсіз болып қала береді. Газ бен көмірдің кенеттен лақтырылыс қаупін болжау және алдын алу жөніндегі қазіргі іс-шаралар терең және жан-жақты болып табылады. Жұмыстарды аяқтаудың жалпы процестері келесі категорияларға бөлінеді: қабаттарды ашу, қабаттарды қазу және тектоникалық бұзылыстарды кесіп өту. Қабаттарды ашу кезінде қабаттан белгілі бір қашықтықта (әдетте 20 м) алдымен қабаттардың контурын анықтау үшін алдын ала барлау ұңғымалары бұрғыланады, содан кейін көмір сынамаларын алу және газ қысымын өлшеу жүргізіледі; газ қысымы, көмірдің беріктігі және газдың бастапқы жылдамдығы сияқты бірқатар параметрлер анықталады.

Алынған параметрлерді талдағаннан кейін түсіру ұңғымаларын бұрғылау жүргізіледі. Ұңғыманың диаметрі 130 мм немесе 200 мм болуы мүмкін. кейбір жағдайларда алдымен диаметрі 80 мм ұңғыма бұрғыланады, содан кейін үлкен диаметрге бұрғыланады. Түсіру ұңғымалары қолданылатын аймақта үңгілеу кезінде әрбір 4 м үңгілеуге ұзындығы 5,5 м және диаметрі 42 мм теспелерді бұрғылау жолымен ағымдағы болжам жүргізіледі. Бұл параметрлер түсіру бұрғылауының тиімділігін бағалау үшін талданады.

Қазбаларды қабат бойынша ұңғылау кезінде алдымен қабаттың контурын нақтылау және потенциалды тектоникалық бұзылуларды анықтау үшін барлау ұңғымаларын бұрғылау жүргізіледі, содан кейін диаметрі 130 немесе 200 мм түсіру ұңғымалары бұрғыланады және жоғарыда сипатталған әдістеме бойынша ағымдағы болжам жүргізіледі. Егер болжам кенеттен лақтырылыстың ықтимал қауіптілігін көрсетсе, түсіру ұңғымаларының қосымша санын бұрғылау жүргізіледі.

Зерттеулер Қарағанды көмір бассейнінің шарттарына қатысты орындалды, оны "АрселорМиттал Теміртау" АҚ Көмір департаментінің 8 шахтасы әзірлейді, жалпы өндіру көлемі жылына шамамен 11 млн. тонна.

Көмір қабаттарының газдылығы 25-30 м³/т-ға жетеді, көмірдің өткізгіштігі 10⁻² мД-ден төмен. Осының нәтижесінде алдын ала газсыздандыру жеткіліксіз тиімді болып шығады; дегенмен, шахталарда қолданылады; эксперименттік режимде гидроразлендеу әдісі қолданылады. Барлық шахталар кенеттен лақтырылыс қаупі бар. 1959 жылдан бастап Қарағандыда көмір мен

газдың кенеттен лақтырылыстары орын алды және жалпы кен орны шегінде көмірдің кенеттен 60 лақтырылыстары ресми түрде тіркелді. Олардың ішінде әлемдегі ең қуатты кенеттен лақтырылыстар, оның барысында 1,3 млн. м³ метан газы және 2000 тоннаға дейін көмір массасы лақтырылды. Сондай-ақ 80-нен астам газдинамикалық құбылыстар, оның ішінде қойнауқат табаннан газдың кенеттен жарылуы орын алды.

1.2 Көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болу жағдайлары

"...Көмір кен орындарын игеру кезінде кездесетін әртүрлі қауіптердің ішінде олар өздігінен өте қорқынышты, сонымен бірге осы уақытқа дейін жарылған газ бен көмірқышқыл газының кенеттен шығуы әлі де аз анықталған...", акад. А.А. Скочинский, 1928 ж. [50].

Қарағандыда қазіргі уақытта әзірленіп жатқан 26 көмір қабат: 13 – қауіпті, 12 – қауіп төндіретін және 1 – аса қауіпті болып табылады. Қарағанды көмір бассейнінің шахталарын пайдалану кезінде 61 кенеттен лақтырылыстар болды, оның ішінде Қарағанды ауданында: Өнеркәсіп учаскесі – 19 (31,1%), Саран – 18 (29,5%) ауданына; Тентек ауданы – 20 (32,8%) және Шерубай-Нұра ауданы – 4 (6,5%). Тентек және Шерубай-Нұра аудандарында шығарылған көмір мен метан газының саны бойынша ең жоғары тиісінше 396,7 және 129,0 тонна көмір/лақтырылыс және 149,4 және 10,4 мың м³ метан/лақтырылыс. Лақтырылыстар көбінесе жоғары қуатты (K₁₂, K₁₀, D₆) көмір қабаттары бойынша дайындық қазбаларын жүргізу кезінде пайда болады. Қабаттарды ашу кезінде көмір мен газдың 10 лақтырылыс орын алды, оның үстіне қуатты (K₁₂, K₁₀, D₆) және қуаты аз қабаттарда (K₁₈, K₁₈₋₁, D₁-D₂). Тазарту қазбаларында көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары байқалмады. Лақтырылыстар тіркелген ең төменгі тереңдік Өнеркәсіптік учаскеде жер бетінен 356 м, Саран учаскесінде – 200 м, Шерубай-Нұра ауданында – 300 м, тентек ауданында – 320 м құрайды [51].

Шахталарда көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпті және қауіп төндіретін көмір қабаттарын қазу кезіндегі жұмыстардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін олардың ықтимал көрініс орындарын (қауіпті аймақтар) болжау қажет.

Болжаудың келесі әдістері бар: аймақтық (лақтырылыстардың пайда болуының сыни тереңдігін анықтау), жергілікті (көмір қабатындағы ықтимал лақтырылыстар аймақтарын анықтау) және ағымдағы (резервуардағы қауіпті және қауіпті емес аймақтарды анықтау) [52-53].

Кенеттен лақтырылыстардың көріністеріне көмірлі жыныстардың геологиялық жасы, қабаттардың жалпы және максималды қуаты, көмір қабаттарының бұзылуының құрылымдық формалары, көмірдің метаморфизмі мен маркасы, метан газының мөлшері әсер етеді [54]. 1.3-кестеде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде жоғары лақтырылыс қаупімен сипатталатын әлемнің көмір кен орындарының геологиялық параметрлерінің салыстырмалы сипаттамасы берілген.

Кесте 1.3 – Әлемнің көмір кен орындарының геологиялық параметрлерінің салыстырмалы кестесі

Геологиялық параметрлер / бассейн, ел	Қарағанды бассейні	Блэк Ворриор (США)	Ұлыбри- тания	Фра- нция	Германия	Польша
Көмірлі жыныс тардың геоло- гиялық жасы	төменгі- жоғарғы карбон	төменгі- жоғарғы карбон	карбон	төменгі карбон	карбон	карбон
Қабаттардың жиынтық және максималды қуаты, м	45 8,8	7,6 1,5	6-24 1,5-2	45 1,5-5	6-24 1,5-2	20-70 24
Құрылымдық формалар бұзылған-көмір қабаттарының пайда болуы туралы жаңалықтар	жарылу бұзылулары анти- клинальді қатпарлар, тереңдігі 1800 м дейін	дауыссыз үзік бұзу- шылықтар, антиклина- льдар тереңдігі 1500 м дейін	2000 м дейін қолайлы, үзілуге бұзылуы тереңдігі	жары- лғыш бұзылу- лар, тереңдігі 2000 м дейін	жарылғыш бұзылулар, тереңдігі 2000 м дейін	жарылғыш бұзылулар, тереңдігі 2000 м дейін
Көмірдің метаморфизмі (маркасы)	Г-Т	Ж-Т	Д-А	Ж-К	Ж-А	Д-Ж
Метан газының құрамы, м³/т	0-33 (орташа - 21)	0-17 (орташа –11)	0-17 (орташа – 11)	орташа- 7,3	0-18 (орташа- 6,3)	1-7

Осы 1.3-кестеде келтірілген деректерді талдау қолданбалы мәні бар осы факторлардың әсері бойынша мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді: массивтердің геологиялық жасы әдетте карбонға жатады; жиынтық (6-дан 40 м-ге дейін ауытқулармен) және 1,5-тен 24 м-ге дейінгі диапазондағы қабаттардың максималды алынатын қуатымен; көмір қабаттарының бұзылуының құрылымдық формалары, негізінен, жарылғыш антиклинальды қатпарлар; көмірдің метаморфизмі және маркасы: көмір мен газдың лақтырылыстары Д, Г, Ж, К, ОС, Т және А маркалы әр түрлі көмір қабаттарын игеру кезінде пайда болады, сонымен қатар ең көп лақтырылыстар - ең құнды кокстеуші көмірдің қабаттары, көбінесе Ж маркалы; көмір қабаттарындағы метан газының мөлшері жоғарылаған кезде олардың лақтырылыстары ең жоғары деңгейге 33 м³/т дейін өседі.

1.4, 1.5, 1.6-кестелерде көмір шахталарын пайдаланудың қазақстандық тәжірибесімен салыстырғанда өнеркәсіптің көмір саласы дамыған әртүрлі тау-кен өндіруші елдердегі көмірдің тау-кен геологиялық жағдайлары мен газдылығы, өңдеу және газсыздандыру тәсілдері, қауіпсіздік ережелері және жобалау практикасы көрсетілген.

Кесте 1.4 – Тау-кен геологиялық жағдайлары және көмірдің газдылығы

Ел / параметр	Германия	Ресей	Австралия	Қазақстан	Қытай	США
Өңдеу тереңдігі, м	1000-1500	200-800	150-600	200-800	1000 дейін	150-800
Қабаттардың өткізгіштігі	жоғары емес	жоғары емес	жоғары	төмен	жоғары емес-жоғары	жоғары емес-жоғары
Газдылық, м ³ /т	30 дейін	30 дейін	30 дейін	25-30	30 дейін	30 дейін
Тектоникалық бұзылу	жоғары	жоғары	төменнен орташаға дейін	жоғары	жоғары	төмен

1.4-кестеде келтірілген ақпарат әр түрлі көмір өндіруші елдерде тау-кен жұмыстарын жүргізу шарттарының, құрылымдық нысандардың, тектоникалық бұзылулардың және басқа параметрлердің бір типтілігін салыстырмалы түрде көрсетеді. Сондықтан көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысымен күресудің оң тәжірибесін қолдануға болады. Бұл жағдайда қауіпсіздік ережелерін және шахталарды пайдалану кезінде жобалау тәжірибесін ескеру қажет.

Игерудің қазіргі тереңдігінде көмір қабаттары өте төмен газ өткізгіштікке ие ($3 \div 5 \cdot 10^{-3}$ мД): жоғары газ өткізгіш көмір қабаттары – $\lambda > 2 \cdot 10^{-3}$ мД; орташа газ өткізгіштігі – $\lambda = 1 \cdot 10^{-3}$ мД; төмен газ өткізгіштігі – $\lambda < 1 \cdot 10^{-3}$ мД [55].

Кесте 1.5 – Газ бұрышты кенорындарын игеру кезінде өңдеу және газсыздандыру тәсілі

Ел / параметр	Германия	Ресей	Австралия	Қазақстан	Қытай	АҚШ
1	2	3	4	5	6	7
Өндіру әдістері	лава > 250 м	лава 200-250 м, ішінара КСО	лава және КСО	лава 200-250 м	лава 250-300 м	лава және КСО
Қойнауқаттарды өңдеу немесе саны	10 дейін	4-5 дейін	сирек	4-5 дейін	иә	сирек
Қуатты қабаттарды өңдеу	жоқ	қабатталған	өндірілсе, LTCC	қабатталған	қабатталған немесе LTCC	өңделмейді
Алдын ала газсыздандыру әдістері	аралас қазбалардан жер асты	аралас қазбалардан жер асты немесе бағытталған бұрғылау (сирек)	жер бетінен немесе жер асты қазбаларынан бағытталған бұрғылау	аралас қазбалардан жер асты	аралас қазбалардан жер асты	жер бетінен немесе жер асты қазбаларынан бағытталған бұрғылау

1.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Алдын ала газсыздандыруды жүргізу, м³/т	жоқ	газдылық > 12	газдылық > 9	жоқ	жоқ	жоқ
Пайдаланылған кеңістікті газсыздандыру (төбе және табан бойынша)	қазбадан	жер бетінен және қазбалардан	жер бетінен және қазбалардан	жер бетінен	жер бетінен және қазбалардан	жер бетінен
Ескертулер: 1. КСО – камералық-бағандық игеру жүйелері; 2. LTCC – ұзақ тазалау кенжарларымен әзірлеу жүйелері.						

1.5-кестеде газ бұрышты кен орындарын игеру кезінде өңдеу және газсыздандыру тәсілдері туралы деректер келтірілген, бұл тазарту жұмыстарының (ұзын кенжарлардың) параметрлері оларды алдын ала газсыздандыру тәсілдерінің кешенін қолдана отырып, өңделетін қабаттардың лақтырылыс қауіпіне болмашы әсер етеді: аралас қазбалардан жер асты қазбалары немесе қабат бойынша бағытталған бұрғылау (Ресей, Қазақстан, Қытай, АҚШ); пайдаланылған кеңістікті газсыздандыру (жабын және табан бойынша), негізінен қазбалардан.

1.6-кестеде көмір шахталарын пайдалану кезінде қолданылатын қауіпсіздік ережелері мен жобалау практикасы туралы ақпарат берілген: газдинамикалық құбылыс бойынша қауіпті бағалау жөніндегі – газдылық, тектоника, тау қысымының шамасы бойынша; бағалау құралдары – қазіргі заманғы газ зертханалары, мониторинг жүйелері, болжамды бұрғылау, геофизикалық өлшеулер (қабаттық сейсмика).

Кесте 1.6 – Көмір шахталарын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелері және жобалау практикасы

Ел / параметр	Германия	Ресей	Австралия	Қазақстан	Қытай	АҚШ
1	2	3	4	5	6	7
Газдинамикалық құбылыс бойынша қауіпті бағалау	газдылықта, тектоникада, тау қысымының шамасында әрбір нақты жағдай қарастырылады	қабаттардың тереңдігінде өте жалпы және субъективті	газдылықпен тектоникада	жатыс тереңдігінде қойнауқат толығымен лақтырылысқа қауіпті болып жіктеледі	газ қысымы, көмір күші, газсыздандыру және тектоника нәтижелері, қатаң ережелер	Белгілі тәуекелдер жоқ

1.6-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
Бағалау процесі	шахта, қадағалау және сарапшылар арасындағы консенсус	авторландырылған институттардың қорытындысы бойынша	қадағалаумен келісіледі	тиісті институттардың қорытындысы бойынша ережелер	қауіпсіздік ережелерінде	жоқ
Бағалау құралдары	газ зертханасы, мониторинг жүйелері, болжамды бұрғылау, геофизикалық өлшеулер (қабаттық сейсмика)	эмпирикалық формулалар, геоакустика, мониторинг жүйелері	газ зертханасы	эмпирикалық формулалар, газ зертханасы, қабат сейсмикасы	эмпирикалық формулалар, әртүрлі эксперименттік әдістер	жоқ

Қолдану шарттары: көмір қабаттарының өткізгіштігі – 10^{-1} - 10^{-3} мД; кеуектілігі 2-5%, бұл ретте метанның 85-90% байланысқан күйде болады.

Технологияны дамытудың негізгі бағыттары: оны іске асыруға шығындарды азайту; шахталардың қолданыстағы горизонттары жағдайында қабаттарды газсыздандыру уақытын қысқарту; алдын ала газсыздандыруға дайындық және көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмау; әсер ету технологиясын жетілдіру.

Қазіргі уақытта бассейннің шахталарында Қарағанды және Долинка свиталарының көмір қабаттарын 500-700 м және одан да терең тереңдікте қазу жүргізіледі, олардың табиғи газдылығы 17-19 м³/т-ға жетеді. Көмірді қазудың қабылданған технологиясымен тазалау кенжарларының газ молшылығы 50-120 м³/мин құрайды.

"АрселорМиттал Теміртау" АҚ Көмір департаментінің көмір шахталары әлемдегі көмір өндіруші кәсіпорындардың ішіндегі ең газтұтқыр шахталарға жатады. Көмір шахталарының газдылығы 18-25 м³/т құрайды, ал кен алу учаскелерінде газ бөлу кейде 150 м³/мин-ге дейін жетеді, өйткені көмір қабаттарының көп мөлшерде қанығуына байланысты. Игерудің қазіргі тереңдігінде көмір қабаттарының газ өткізгіштігі өте төмен ($3 \div 5 \cdot 10^{-3}$ мД).

Табиғи жағдайда қазбалы көмірдің газ өткізгіштігі көмір қабатының макроқұрылымына, кеуектердің сүзгіш көлемін табиғи ылғалмен толтыру дәрежесі мен сипатына, метан қысымының градиентіне және тау қысымының көріну ерекшеліктеріне байланысты.

Бұзылмаған көмір массивінде көмірдің сүзгі қаңқасы жоғары қарсылыққа ие және салыстырмалы түрде өткізгіштігі төмен, сондықтан көмір қабатының газ өткізгіштігі көбінесе массивтің тұтастығына байланысты.

Қарағанды көмір бассейндегі көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарын талдау лақтырылыстардың негізгі себебі жүргізіліп жатқан

қазбаға іргелес тау массивіндегі кернеулі-деформацияланған жай-күйдің өзгеруі және көмір қыртысы геологиясының өзгеруі болып табылатынын көрсетті.

Геологиялық барлау ұңғымаларының сирек желісі шахталық геологтарға көмір қабаттарының жату жағдайларының өзгеруін болжауға мүмкіндік бермейді. Барлық лақтырылыстар: геологиялық бұзылулар аймақтарында және тау-кен қазбаларын қазу кезінде жоғары тау-кен қысым аймақтарында болды; жоғары қысымда бос газ резервуарының пайда болуы, қойнауқатты түсіру әсерінің әсерінен газды десорбциялау кезінде, тау-кен қазбасынан төмен немесе одан жоғары жүргізілетін аймақта және жарылыс жұмыстарын жүргізу нәтижесінде; қойнауқатты ашу немесе қойнауқат табан жағынан геологиялық бұзылу аймақтарын кесіп өту; кейбір лақтырылыстар көтеріліс бойынша жұмыс істейтін дайындық кенжарларында орын алды.

1.3 Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарын болдырмау тәсілдері және газ бөлуді басқарудың тиімділігін бақылау

Газдинамикалық құбылыстар газды қабаттардың тау-кен қазбаларының кенжарларында жұмыс жүргізу кезінде пайда болады және тау-кен қысымының, газ қысымының және көмірдің меншікті салмағының әсерінен көмір массивінің кенжар маңы бөлігінің тез ағып кетуі, көмірдің тау-кен қазбаларына тасталуы немесе жылжуы және газдың бөлінуінің жоғарылауы болып табылады [56].

Геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу кезінде қаттардың лақтырылысқа қауіптілігінің болжамын және Қарағанды бассейнінде көмір мен газ лақтырылыстарының пайда болуының шекті тереңдігін белгілеуді геологиялық барлау ұйымдары "Қарағанды бассейнінің жобаланатын шахталары мен жұмыс істеп тұрған шахталарының төменгі қабаттарының лақтырылысқа қауіптілігінің болжамы жөніндегі уақытша нұсқаулыққа" (Қарағанды, 1976) [57] және "Геологиялық барлау деректері бойынша барлау жүргізіліп жатқан учаскелерде тереңдігі бар көмір қабаттарының лақтырылысқа қауіптілігін бағалау әдістемесіне" (Кемерово, 1989) [58] сәйкес жүргізеді.

Ашу орнында қабаттың лақтырылыс қауіпінің болжамы Π_B көрсеткіш бойынша жүргізіледі [59]:

$$\Pi_B = \Delta P_w - \frac{6140}{P_{\Gamma \max} \sqrt{P_{\Gamma \max}}} f_{\min}^3 \quad (1.1)$$

мұнда ΔP_w – беріктік коэффициентінің ең аз мәні бар ұңғыманың метрлік интервалы үшін табиғи ылғалдылықты ескере отырып, көмірдің газ шығуының бастапқы жылдамдығының көрсеткіші, ш.б.;

$P_{\Gamma \max}$ – қойнауқаттағы газдың оны ашу орнындағы ең жоғарғы қысымы, кгс/см²;

$f_{\min}$ – бақылау ұңғымасының метрлік аралықтары бойынша көмір беріктігінің коэффициентінің ең аз мәні;

$P_B > 10,5$ болғанда, ашу орнындағы қабат аймағы қауіпті болып табылады.

Шаманы (1.2) формула бойынша анықтайды [60]:

$$\Delta P_W = \Delta P K_W \quad (1.2)$$

мұнда ΔP – көмірдің газ беруінің бастапқы жылдамдығы зертханалық жағдайларда анықталады, ш.б.;

K_W – көмір ылғалдылығының көрсеткішке әсерін ескеретін коэффициент ΔP ; $K_W = 1,4 - 0,9 \lg W$;

W – көмірдің табиғи ылғалдылығының ең аз мөлшері, %.

лақтырылысқа қауіптілігінің ағымдағы болжамы кезінде әрбір бақылау теспесі үшін лақтырылысқа қауіптілігінің көрсеткіші мынадай формула бойынша айқындалады:

$$R = (S_{\max} - 1,8)(g_{n.\max} - 4) - 6 \quad (1.3)$$

мұнда $S_{\max}$, $g_{n.\max}$ - бақылау теспесінің ұзындығы бойынша газдың шығуы мен бұрғылау істікшесінің шығуының бастапқы жылдамдығына сәйкес максималды мәндер.

$R < 0$ болғанда, қабат аймағы қауіпті емес, ал $R \geq 0$ – көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары бойынша қауіпті.

Қауіпті шахта қабат учаскесінің (аймағының) лақтырылысқа қауіптілігі мынадай формула бойынша есептелетін лақтырылыс қауіпінің кешенді көрсеткішінің B шамасы бойынша белгіленеді:

$$B = \Delta P_W - \frac{6140}{P_G \sqrt{P_G}} f^3 \quad (1.4)$$

мұнда ΔP_W – көмірдің табиғи ылғалдылығын ескере отырып, оның барлық жалаңаш қуатына қабатты сипаттайтын көмірдің газ шығуының бастапқы жылдамдығының орташа өлшенген көрсеткіші, ш.б.;

f – көмір беріктігінің коэффициенті;

P_G – қазбаны жүргізу тереңдігіндегі көмір қабатындағы газдың қысымы, кгс/см². Лақтырылыстар қауіптілігінің кешенді көрсеткіші $B > 10,5$ болғанда қат аймағы лақтырылыстар бойынша ықтимал қауіпті болып табылады, $B < 10,5$ болғанда - қауіпті емес.

Лақтырылысқа қауіпті және қауіп төндіретін көмір қабаттарын қауіпсіз әзірлеу үшін мынадай шаралар көзделеді: лақтырылыс қауіпін болжау; қорғаныш қабаттарын озық әзірлеу; көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының пайда болу ықтималдығын төмендететін тазарту және дайындау кенжарларында жұмыстарды жүргізу жүйесі мен технологиясы; көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алдын алу тәсілдері, олардың

параметрлерін бақылау және тиімділігін бағалау; "Қарағанды бассейнінің шахталарында көмір мен газдың кенеттен лақтырылысынан қауіпті қабаттарды игерудің технологиялық схемаларына" сәйкес лақтырылысқа қауіпті көмір қабаттарын әзірлеумен жұмыс істейтіндердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар [61].

Көмір шахталарында тәжірибеде қолданылатын лақтырылысқа қарсы шаралар келесідей: лақтырылыс қауіпін болжау; геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу; қабаттарды ашатын қазбалармен ашу; дайындық қазбаларын жүргізу кезінде жүргізіледі.

Қаттардың лақтырылыстар қауіптілігінің болжамы: геологиялық барлау жұмыстары кезінде өңірлік; қабаттарды ашу кезінде; қауіпті қабаттарда жергілікті болжам; лақтырылыстар қауіпті қабаттарда ағымдағы болжам.

Қабаттарды ашу кезінде лақтырылысқа қауіптілігінің болжамы ашылатын қазба 20 м қашықтықтан лақтырылысқа қауіпті қабатқа жақындаған кезде, ал қауіпті қабатқа кемінде 10 м диаметрі 80 мм барлау ұңғымаларын бұрғылау арқылы жүргізіледі.

Резервуардың лақтырылыстарының жергілікті болжамы тау-кен жұмыстарын жүргізу тереңдігінен 230 м-ге тең қауіпті қабаттарға дайындық жұмыстарын жүргізу кезінде жүзеге асырылады. лақтырылыстар қауіпті аймақтарды анықтау беріктік коэффициентін, газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығын, көмір сынамаларының ылғалдылығын және резервуардағы газ қысымын анықтау нәтижелері бойынша жүзеге асырылады.

Қауіпті аймақтарды анықтау үшін газ бөлу динамикасымен бұрғылау істікшесінің шығуы және газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығы бойынша лақтырылысқа қауіптілігінің ағымдағы болжамы.

Лақтырылысқа қауіпті және қауіпті қабаттарды ашу мыналарды қамтиды: кенжарды қабатқа жақындату, қабатты жалаңаштау, қабатты кесіп өту, қабаттан алып тастау.

Дренажды ұңғымаларды бұрғылау арқылы көмір қабаттарын ашу дренажды ұңғымаларды бұрғылау арқылы көмір мен газдың лақтырылысын болдырмау үшін 0,3 м-ден асатын қабаттарды және кез-келген құлау бұрышын ашу кезінде қолданылады.

Озық ұңғымаларды бұрғылаумен лақтырылыстармен күресудің жергілікті әдістері кез-келген қуаттың қабаттарындағы дайындық қазбаларында қолданылады. Ұңғымалардың саны және олардың орналасу схемалары қазбаның қимасында және оның контурының артында қабаттың босатылуын және газсыздандырылуын қамтамасыз ететіндей етіп орнатылады.

Қуатты қабаттардың төменгі үгітілген қорабынан табанның динамикалық сынуымен газдың кенеттен жарылуын болжауды және болдырмауды жоғарғы қабат бойынша жүргізілетін дайындық қазбаларында, қабаттың төменгі қабатына бұрғыланған бақылау теспелерінде газ бөлінуінің бастапқы жылдамдығын өлшеу жолымен жүзеге асырады.

Іс-шаралар қазбаның контурынан тыс бұрғыланған бақылау теспелеріндегі (кемінде екеу) газ қысымын $P_{кзр}$ -дан кем шамаға дейін

төмендеткеннен кейін тиімді деп саналады. Егер газ қысымы критикалық мәннен төмен түспесе, онда қосымша ұңғымалар бұрғылануы немесе газ қысымы $P_{скр}$ шамасынан төмен түскенге дейін кенжарды тоқтату керек.

Озық ұңғымаларды бұрғылау кез-келген қуаттылықтағы дайындық қазбаларында қолданылады. Озық ұңғымалар ең көп тартылған (лақтырылатын) қабат бойынша бұрғылануы керек.

Қазбалардың табаннан газ жарылысының негізгі энергия тасымалдаушысы тау қысымынан төменгі қабат қабатының көмір массивін түсіру кезінде пайда болатын қатпарлану қуыстарында және ірі жарықшақтарда болатын еркін күйдегі метан болып табылады. Алдын алудың тиімді әдісі – ықтимал қауіпті аймақты газсыздандыру. газдренажды ұңғымалар бұрғылау ұсақ-түйектерін бұрау арқылы диаметрі 250 мм бұрғыланады. Ұңғымалар қазба табанға төменгі қабаттың тектоникалық бұзылған көмір қорабына бұрышпен бұрғыланады және желдеткіш тәрізді орналастырылады. Ұңғымалар арасындағы қашықтық және желдеткіштегі ұңғымалар саны олардың тиімді әсер ету радиусына және Қазба табандағы көмір қораптарының қуатына байланысты белгіленеді. Диаметрі 250 мм ұңғымалардың әсер ету радиусы 1,2 м-ге тең болады, қазба табандағы көмір қораптарының қуаты 2,5 м болған кезде көмір массивінің контурлы өңделуі 2 м-ге тең болады, қораптардың қуаты 2,5 м-ден ($m_H < 2,5$ м) аз болған кезде контурлық өңдеу мөлшері 4 м-ге тең болады.

"АрселорМиттал Теміртау" АҚ Көмір департаментінің шахталарында көмір өндіру көлемінің ұлғаюы көмір қабаттарының газдылығының 18,7-ден 12-13 м³/т дейін төмендеуімен, шахталарды тиімді газсыздандырудың 20-дан 40%-ға дейін артуымен; көмір қабаттарының газдылығын төмендетудің және көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алдын алудың жаңа технологияларын енгізумен байланысты.

Сонымен қатар, шектеулер бар: жоғары газдылық және көмір қабаттарының газ өткізгіштігінің төмендігі; көмір қабаттарының лақтырылыстарының жоғары деңгейі және көмір қабаттарын газсыздандырудың төмен тиімділігі және газсыздандырудың неғұрлым ұзақ мерзімі (1 жылға дейін) қажеттілігі; тазарту кенжарына жүктемені шектеу және газ факторы бойынша тау-кен қазбаларын жүргізу.

1.2-суретте газ бен көмірдің лақтырылыстары: а – жүргізілетін қазба қуысын толтырумен; ә – қазбаның толық бұзылуымен; б – ұсақ бөлшектелген ұсақ көмір фракциясымен лаваның кенжар маңы кеңістігін толтырумен лавадағы лақтырылыстар көрсетілген.

Көмір өндіру көлемінің артуының негізгі тежеуші факторы жоғары газдылық және сонымен бірге көмір қабаттарының газ өткізгіштігінің төмендігі болып табылады.



а



ә

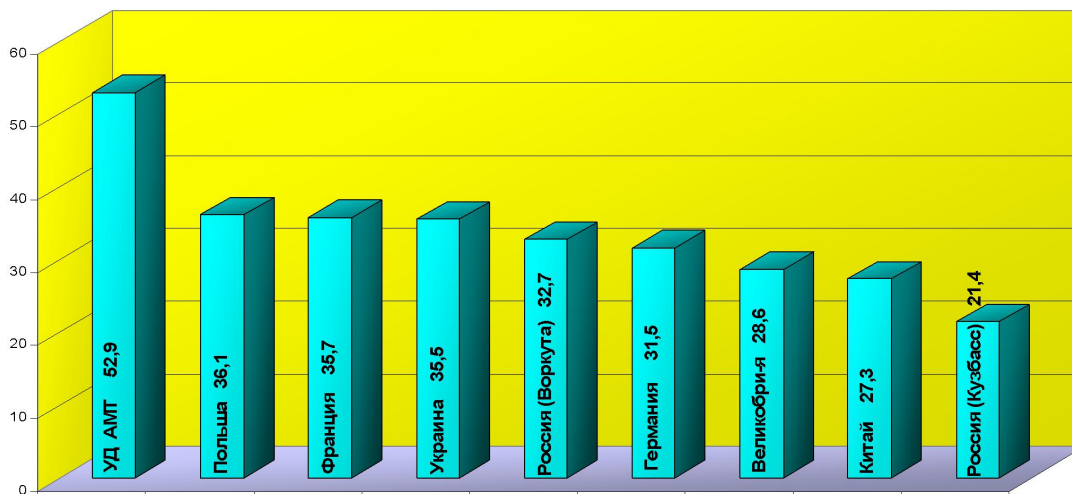


б

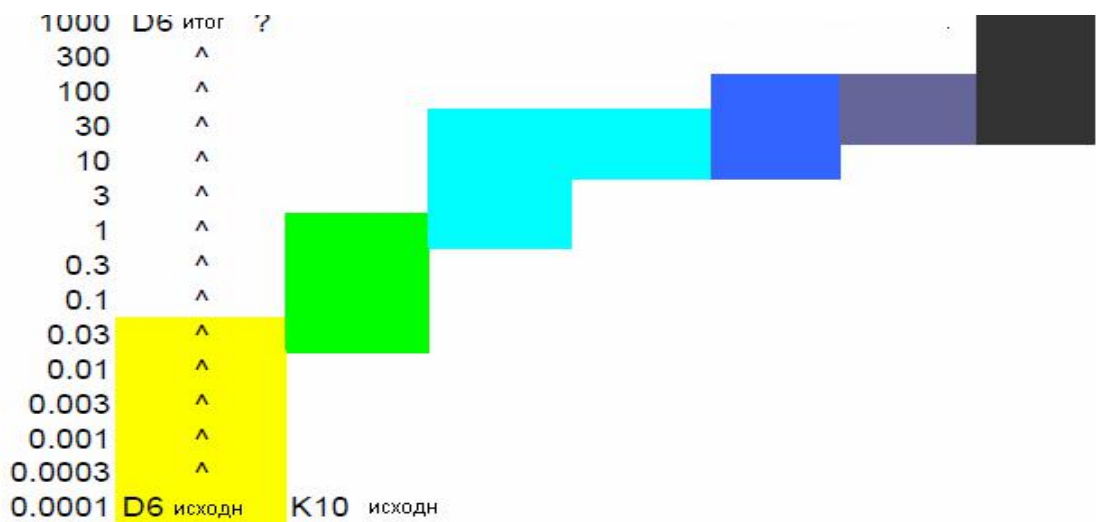
а – жүргізілетін қазба қуысын толтырумен; ә – қазбаны толық бұзумен; б – ұсақ көмір фракциясымен ұсақ ұнтақталған лаваның кенжар маңы кеңістігін толтырумен лавада лақтырылыс

Сурет 1.2 сурет – Ұңғыма кенжарындағы және лавадағы көмір шахталарындағы газ бен көмір лақтырылыстары

1.3-суретте көмір қабаттарының салыстырмалы салыстырмалы метан молшылығы, ал 1.4-суретте Қарағанды бассейнінің қуатты көмір қабаттарының жерасты көмір өндіру кезіндегі газ өткізгіштігі көрсетілген.



Сурет 1.3 – Қарағанды көмір бассейнінің лақтырылысқа қауіпті көмір қабаттарындағы көмір қабаттарының салыстырмалы метан молшылығы



Сурет 1.4 – Көмір өндіретін көмір қабаттарының газ өткізгіштігі

Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша дайындық қазбаларын жүргізудің ең жоғары қарқыны болжам көрсеткіштеріне қарамастан лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жүргізу қажеттілігіне байланысты 100-120 м құрайды. Осының барлығы кен алу учаскелерін дайындауды және сол арқылы көмір қабаттарын газсыздандыру үшін қажетті мерзімдерді қамтамасыз етуді тежейді.

"Абай" шахтасының мысалында Қарағанды өңірінің көмір шахталарына тән тазарту кенжарларына жүктеме көрсетілген, ол орташа есеппен тәулігіне 3000-4000 тоннадан аспайды, тек газ факторының себебі бойынша. Бұл ретте кен алу учаскелеріндегі жалпы абсолютті метанның бөлінуі 80-90 м³/мин-ге жетеді, ал жекелеген жағдайларда 150 м³/мин-ден асады, 1.7-кестеде К₁₀ қуатты қабаты бойынша "Абай" шахтасындағы кен алу учаскелерінің абсолюттік метан молшылығы көрсетілген.

Кесте 1.7 – К₁₀ қуатты қабаты бойынша "Абай" шахтасындағы кен алу учаскелерінің абсолюттік метан молшылығы

Шахта	Лаваға тәуліктік жүктеме, т/тәулік	Метанды желдету құралдарымен алу, м ³ /мин	Метанды газсыздандыру құралдарымен алу, м ³ /мин		Учаскенің абсолютті метан бөлінуі, м ³ /мин	Кешенді газсыздандыру тиімділігі, %
			дамыған кеңістік	қабат		
К ₁₀ қабатының солтүстік қанаты	4 000	33,3	102,7	3,3	139,3	73,7
К ₁₀ қабатының оңтүстік қанаты	3 500	15,2	128,1	8,2	151,5	90,0

Қабаттың қабаттасуы бойынша диаметрі 130-250 мм ұңғымалардың тиімді әсер ету аймағы 6,8 м²-ге тең (ені бойынша 2,6 м тіктөртбұрыш түріндегі облыстың өлшемдері және құлау бойынша 2,6 м); қабаттың қабатталуы

бойынша диаметрі 80-120 мм 2,6 м²-ге тең (ені бойынша 1,6 м және құлау бойынша 1,6 м тіктөртбұрыш түріндегі облыстың өлшемдері). Квершлаг контурының артындағы массивті өңдеу аймағының ұзындығы 2 м, ал қиын тау-геологиялық жағдайларда қабаттарды ашу кезінде – 4 м болуы тиіс.

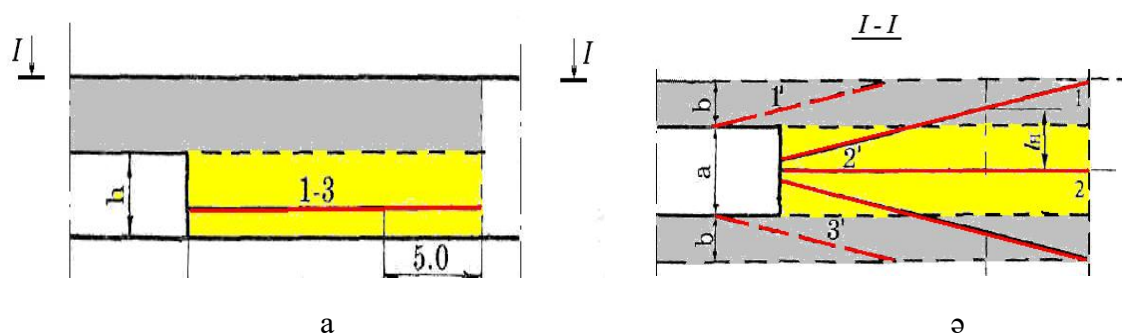
Диаметрі 130-250 мм ұңғымалар ұңғымалардың ұштары қажетті өңдеу аймағының шегінде бір-бірінен қабаттың қатпарлануы бойынша 2,6 м-ден аспайтын қашықтықта және осы аймақтың контурынан 1,3 м қашықтықта болатындай етіп бұрғыланады. Диаметрі 80-120 мм ұңғымаларды бұрғылау кезінде қажетті өңдеу аймағының шегінде ұңғымалардың ұштары арасындағы қашықтық 1,6 м-ден аспауы, ал олардың өңдеу аймағының контурынан қашықтығы 0,8 м-ден аспауы тиіс.

Кенеттен лақтырылыстардың алдын алудың жергілікті әдістері

Кенеттен лақтырылыстарды алдын алудың негізгі әдістерінің бірі кез-келген қуаттылықтағы дайындық қазбаларында озық ұңғымаларды бұрғылау болып табылады. Озық ұңғымалар қабаттың неғұрлым жыртылған (лақтырылысқа қауіпті) бумасы (бумалары) бойынша бұрғыланады.

Озық ұңғымалардың диаметрі 130-250 мм, ұзындығы 10-20 м лақтырылысқа аса қауіпті шахтақұрылыстарда немесе учаскелерде озық ұңғымалардың диаметрі 200-250 мм құрайды.

Әрбір қатардағы экстремалды ұңғымалар бұрғыланады, жоғарыда айтылғандай, төмендемейтін уақыт аймағының шекарасында ұңғыманың осінен контурлау аймағының шекарасына дейінгі қашықтық $l_n/2$ қабаттылығы бойынша ұңғыманың тиімді әсер ету аймағының жартысынан аспайды. Қатардағы қалған ұңғымалар осы ұңғымалар арасында біркелкі орналасады. Ұңғымалардың осьтері арасындағы қашықтық диаметрі 200-250 мм ұңғымалар үшін 2,6 м-ден және диаметрі 130-150 мм ұңғымалар үшін 1,7 м-ден аспауы тиіс (1.5-сурет).



а, ә – ұңғымалардың алдыңғы және кейінгі сериялары: 1, 2, 3 – озық ұңғымалар;
1', 2', 3' – алдыңғы сериядағы ұңғымалар

Сурет 1.5 – Қазбаларды жүргізу кезінде озық ұңғымалардың орналасу схемасы

Озық ұңғымалардың тиімділігін бақылау ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін және одан әрі әрбір 4 м қазбаны жылжытқаннан кейін жүргізіледі.

Қарағанды көмір бассейнінде Ленин атындағы шахтасында салыстырмалы сынақтар кезінде газдренажды озық ұңғымаларды бұрғылау

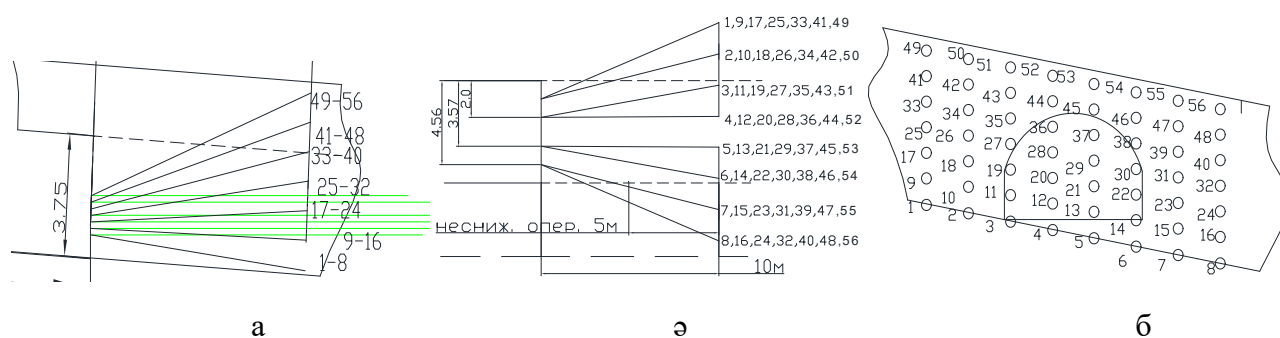
кезінде диаметрі 130 мм ұңғыманың тиімді әсер ету радиусының мынадай мәндерін көрсетті: бірінші әдіс бойынша – 1,25 м, екінші әдіс бойынша – 1,5 м және үш әдіс бойынша – 1,3 м. Сонымен бірге, $R_{эф}$ сандық мәндері эксперименталды түрде орнатылды – R_3 -тен жоғары және r_4 -тен төмен қабаттасу кресті 0,5 м-ге тең болуы мүмкін. $R_{эф}$ табудың жоғарыда аталған әдістерін талдау көрсеткендей, бұл параметрді газ лақтырылыс жылдамдығын өлшеу арқылы анықтау 4 және 20% жоғары мәндер береді.

Қазба контурының артындағы массивті өңдеу аймағының ұзындығы 4 м құрайды, ұңғымалардың саны графикалық жолмен анықталды. газдренажды ұңғымаларының параметрлері 1.8-кестеде келтірілген.

Кесте 1.8 – Озық газ ағызатын ұңғымалардың параметрлері

Ұңғымалардың параметрлері	I серия	II серия	III серия	IV серия	V серия
Ұңғымалар саны, дана	60	42	30	36	54
Диаметр, мм	130	130	130	130	130
Тиімді әсер ету саласы, м ²	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Ұңғыманың әсері: қабаттасу бойынша, L_n , м	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
қабаттасуға қарсы, L_k	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Ұзындығы, м	10-28	19-32	16-24	19-31	15-31
Қатардағы ұңғымалар саны, шт	6	6	6	6	6

Әсіресе, көптеген озық ұңғымалар тектоникалық бұзылу аймағына жүгізілетін қазба кірген кезде қажет – 60 данаға дейін, бұл көп уақытты қажет етеді, бұл бұрғылау жұмыстарының алдыңғы шебінің қозғалу қарқынын төмендетеді.



а – профиль; ә, б – ұңғымалардың бейінде және кенжардың қимасы бойынша орналасуы

Сурет 1.6 – "АрселорМиттал Теміртау" КД АҚ "Саран" шахтасында 52К₁₂-в конвейерлік штрегін жүргізу кезінде К₁₂ қабатының тектоникалық бұзылу аймағында диаметрі 130 мм озық ұңғымаларды бұрғылау схемасы

1.6-суретте "АрселорМиттал Теміртау" АҚ КД "Саран" шахтасында 52К₁₂-в конвейерлік штрегін жүргізу кезінде К₁₂ қабатының тектоникалық бұзылу аймағында диаметрі 130 мм озық ұңғымаларды бұрғылау сызбасы көрсетілген.

1.4 Зерттеудің мақсаты мен міндеттерін белгілеу, зерттеу әдістері

Диссертацияда ұсынылған тәсілдің жаңалығы жер асты тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін арттыруға Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жетілдіру негізінде, күрделі тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық пайдалану жағдайлары үшін тау-кен қазбаларын жүргізу фронтының алдында тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған күйін компьютерлік модельдеуді қолдана отырып қол жеткізіледі.

Ұсынылатын лақтырылысқа қарсы іс-шаралардың ерекшелігі, онда жүргізу фронтының алдында және тау-кен қазбалары контурларының жанында орналасқан массивтің геомеханикалық жай-күйі белгіленеді және ескеріледі, бұл тау-кен қазбаларының құнын төмендетеді, пайдалану тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырады.

Игерілетін лақтырылысқа қарсы іс-шаралар газ бөлуді және көмір қабаттарының лақтырылыс қаупін төмендету есебінен жұмыс қазбасының сенімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін тау-кен өндіру өнеркәсібі салаларының кәсіпорындары үшін қажет.

Жұмыстың мақсаты-аралас тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеу негізінде тау-кен-геологиялық факторларға және тау-кен техникалық пайдалану жағдайларына байланысты тау-кен қысымының көріну заңдылықтарын анықтау негізінде дайындық жұмыстарын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы шараларды жетілдіру.

Жұмыстың идеясы аралас тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді математикалық модельдеуді қолдана отырып, кернеулі аймақтарға мақсатты әсер ететін қазбаның алдыңғы және контурлық жыныстар аймағында тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған күйін басқару негізінде кенеттен лақтырылыстардың алдын алудың геотехнологиялық әдісін құру болып табылады.

Диссертацияның мақсатына жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- қазбалардың кенжарларынан газ лақтырылыс процестерін зерделеу, жүргізілетін дайындық кенжарларының алдында жүктен босатудың пайда болуы мен сипатына әртүрлі факторлардың әсер ету заңдылықтарын белгілеу бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу;
- жүргізілетін қазбаның алдында десорбциялық процестердің параметрлерін белгілеу үшін дайындық қазбасының контурға жақын массивіндегі кернеулі-деформацияланған күйін және кернеудің таралуын математикалық модельдеу;
- лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша қазбаларды жүргізудің технологиялық схемаларының тиімділігінің техникалық-экономикалық негіздемесі.

Қойылған міндеттерді шешу үшін зерттеу әдістері. Жоғарыда көрсетілген міндеттерді шешу кезінде кенеттен болатын лақтырылыстар бойынша әдеби көздерді талдауды қамтитын зерттеудің кешенді әдісі; кенеттен болатын лақтырылыстардың қауіптілігін төмендетуге бағытталған технологиялық

ұсыныстарды әзірлеу үшін теориялық зерттеулер жүргізу; қиылысатын аралас тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеу; технологиялық әзірлемелердің тиімділігін техникалық-экономикалық бағалау пайдаланылды.

Бірінші бөлім бойынша қорытындылар

Қазіргі уақытта әзірленіп жатқан Қарағанды бассейнінің шахталарындағы көмір қабаттары жоғары газ ұтқырлығымен сипатталады және нәтижесінде қауіпті газдинамикалық құбылыстарға бейім (көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары, тау соққысы, газдың суфлярлық бөлінуі және т.б.).

Тау-кен қазбаларын көмір қабаты бойынша жүргізген кезде кенжардың алдында тірек тау қысымының аймағы пайда болады, онда сығу күштері қол жетімсіз массивке қарағанда едәуір үлкен мөлшерге жетеді. Дайындық забойларының жылжуы кезінде массивтің кернеулі-деформацияланған күйін дұрыс бағалау қазба кенжарынан 1,5-2 есе биіктікке тең учаскеде белсенді көрінетін қабаттасу жазықтығындағы кенеттен лақтырылыстар бойынша қауіпті көмір қабатының деформацияларының сипатын анықтауға мүмкіндік береді, бұл лақтырылыстар қуысының мөлшеріне сәйкес келеді және көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары көріністің фокустық сипатын жанама растау болып табылады.

Көмір шахталарында көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының алдын алу және күресу проблемаларының қазіргі жай-күйіне шолу, сондай-ақ көмір шахталарында тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болу жағдайларына талдау жүргізілді

Қарағанды көмір шахталарының газдылығы 18-25 м³/т құрайды, ал кен алу учаскелерінде газ бөлінуімен көмір қабаттарының үлкен көмірмен қанығуына байланысты кейде 150 м³/мин дейін жетеді. Игерудің қазіргі тереңдігінде көмір қабаттарының газ өткізгіштігі өте төмен ($3 \div 5 \cdot 10^{-3}$ мД).

Қарағандыда көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын талдау лақтырылыстардың негізгі себебі жүргізіліп жатқан қазбаға іргелес тау-кен массивіндегі кернеулі-деформацияланған жағдайдың өзгеруі және көмір қабаты кен орнының геологиясының өзгеруі болып табылатынын көрсетеді. Геологиялық барлау ұңғымаларының қолда бар желісі көмір қабаттарының жату жағдайларының өзгеруін болжауға мүмкіндік бермейді. Көмір мен жыныстардың барлық кенеттен лақтырылыстары: геологиялық бұзылулар аймағында және тау-кен қазбаларын қазу кезінде жоғары тау қысымы аймағында болды; жоғары қысымда бос газ резервуарының пайда болуы, қойнауқатты түсіру әсерінің әсерінен газды десорбциялау кезінде, тау-кен қазбасынан төмен немесе одан жоғары жүргізілетін аймақта және жарылыс жұмыстарын жүргізу нәтижесінде; қойнауқатты ашу немесе қойнауқат табан жағынан геологиялық бұзылу аймақтарын кесіп өту; кейбір лақтырылыстар көтеріліс бойынша жұмыс істейтін дайындық кенжарларында орын алды.

Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмаудың әртүрлі тәсілдерін және лақтырылысқа қарсы іс-

шараларды қолдана отырып, газ бөлуді басқарудың тиімділігін бақылау жүргізіледі лақтырылысқа қауіпті және қауіп төндіретін көмір қабаттарын қауіпсіз игеру үшін мынадай шаралар көзделеді: лақтырылыс қаупін болжау; қорғаныш қабаттарын жедел әзірлеу; көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болу ықтималдығын төмендететін тазарту және дайындық кенжарларында жұмыстарды әзірлеу жүйесі мен жүргізу технологиясы; көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмау тәсілдері, олардың параметрлерін бақылау және тиімділігін бағалау; лақтырылысқа қауіпті көмір қабаттарын әзірлеумен жұмыс істейтіндердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар.

2 ҚАРАҒАНДЫ КӨМІР БАССЕЙІНІНІҢ ЛАҚТЫРЫЛЫСҚА ҚАУІПТІ ҚАБАТТАРЫНДА ДАЙЫНДЫҚ ҚАЗБАЛАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕГІ АЭРОГАЗДЫ ЖАҒДАЙЫНЫҢ МОНИТОРИНГІ

2.1 Қауіпті аймақтардың газдылығының "шекті" шегін анықтау мақсатында көмірдің физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу

Жер қойнауындағы көмір қабаттары неғұрлым терең болса, олардағы газ мөлшері соғұрлым көп болады, бірақ сонымен бірге физика-механикалық қасиеттеріне байланысты олардың газ өткізгіштігі төмендейді және, әрине, ұңғымалардан метанның шығуы төмендейді. Қазіргі заманғы идеяларға сәйкес, көмір қабаты-бұл қасиеттердің үлкен анизотропиясы бар төмен өткізгіш блок-жарықшақ орта. Бұл ретте көмір метанының 80-90%-ы сорбцияланған күйде болады.

Шекті мәндер. Метан – көмір кен орындарын қалыптастыру процесінде ілеспе компонент. Көмірде қалғаннан көп газ түзіледі: газ көмірдің молекулалық қабатында жиналады, оның мөлшері мыналарға байланысты: қысым; температура; көмірдің қасиеттері; геологиялық қалыптасу тарихы.

Әлемнің көптеген елдерінде ықтимал лақтырылыстарды анықтау үшін шекті мәндерді анықтау тәжірибесі бар. Германияда десорбацияланатын газдылық $9 \text{ м}^3/\text{т}$ мәні кезінде лақтырылыс қауіпі болуы болжанады. Тектоникалық бұзылудан немесе қысымның жоғарылауынан немесе газ лақтырылыс аномалиясынан туындаған төтенше қабат кернеуі болған жағдайда шекті мән $5,5 \text{ м}^3/\text{т}$ -ға тең белгіленеді. Сондықтан бұл тексеру лақтырылыстарды бағалау кезеңі ретінде қолданылады. Егер газдылық осы мәндерге жеткен немесе одан асып кеткен жағдайда, барлау бұрғылауымен, лақтырылыс қауіпін болжауды бұрғылаумен және осы жағдайға арнайы бейімделген жүк түсіру бұрғылауымен үйлестіре отырып, кенеттен шығарынды қауіпін ерте анықтау бойынша белгілі бір іс-шараларды орындау талап етіледі.

Сондықтан, газдылық шекті мәндерден асатын жерлерде қазу және тау-кен жұмыстары әдетте жалғасуы мүмкін. Барлау және түсіру ұңғымаларын бұрғылау схемалары әрбір жеке жағдай үшін газдылыққа байланысты таңдау принципі бойынша анықталады.

Австралияда шекті мән газдың элементтік құрамына байланысты, өйткені кейбір жағдайларда метаннан басқа көмірқышқыл газы болуы мүмкін. Екі газ да әртүрлі пропорцияда болуы мүмкін. Шекті мәндер әр шахта және әр қабат үшін жеке анықталады. Мысалы, 1995 жылы Квинсленд штатындағы Bulli қабаты үшін 100% метан жағдайында $9 \text{ м}^3/\text{т}$ және 100% көмірқышқыл газы жағдайында $5 \text{ м}^3/\text{т}$ шекті мәні белгіленді.

Кейіннен бұл мәндер жеке шахталар үшін өзгертілді. Егер газдылық шекті мәннен асып кеткен жағдайда, газдылықты тиісті шекті мәннен төмен мәнге дейін қысқарту мақсатында алдын ала газсыздандыруды жүзеге асыру қажет. Әдетте, газдылық шекті мәннен төмен деңгейге жеткенге дейін қандай да бір қазу немесе өндіру жұмыстары жүргізілмейді. Кейбір жағдайларда көмір қорын тау-кен бағдарламасынан лақтырылысқа мәжбүр.

Қытайда лақтырылыстарды анықтаудың шекті мәні 0,74 МПа газ қысымы болып табылады. Газ қысымынан басқа тәуекелді бағалау кезінде геологиялық бұзушылықтардың болуы, газдың бөліну жылдамдығы және көмірдің беріктігі сияқты параметрлер ескеріледі. Әдетте, газдылық шекті мәннен асатын аймақтарда тау-кен жұмыстарына белгілі бір өңірлік немесе жергілікті алдын алу іс-шаралары қолданылған жағдайда рұқсат етіледі.

Кенеттен лақтырылыстардың алдын алу бойынша көп жылдық жұмыс тәжірибесі бар кейбір елдерде шекті мәндер әзірленгеніне қарамастан, бұл мәндер Қазақстанның жағдайына тікелей көшіріле алмайды. Геология, тау-кен технологиясы және өлшеу әдістері сияқты жергілікті жағдайларды ескеру қажет. Сонымен қатар, аталған елдерде бұл мәндер жергілікті тәжірибеге сәйкес белгіленді, бұл дегеніміз: белгілі бір жағдайларда болған кенеттен лақтырылыстар нәтижесінде.

Тиісті мәліметтер базасын құру үшін далалық зерттеулер мен эксперименттік жұмыстар қажет. Бұл деректер басқа параметрлермен қатар бағалауға жатады, мысалы, десорбция сипаттамалары, тектоникалық бұзылулар және жоғары тау қысымы. Осылайша, ұзақ мерзімді міндет ретінде Қарағанды көмір бассейні үшін жарамды лақтырылыс қаупінің шекті мәнін белгілеуді қарастыру қажет.

QV30 неміс әдісі комбайнның көмегімен қазылатын қазбалардың кенжарларында көмірден газдың десорбциясын үнемі анықтау үшін қолданылды, оның жүйесі уатылған көмірден бөлінетін газ мөлшері мен ұсақталған көмірдің десорбцияланатын газдылығы арасындағы қатынасты есептеуге негізделген [62-63]. Бұл мән бастапқы газ бөліну деңгейін көрсете отырып, уатылған көмірден бөлінетін газ түрінде ($\text{м}^3/\text{т}$) немесе көрсетілген арақатынас түрінде (%-бен) көрсетілуі мүмкін.

Жүйе жұмысы үшін мынадай кіріс деректері талап етіледі: көмір сынамаларын тұрақты іріктеу жолымен айқындалатын сіңірілетін газдылық; ұңғымалық кенжардағы ауа шығынының жалпы көлемі; кенжардан 100 м өлшенген шығыс ағындағы метанның шоғырлануы; кіретін ауа ағынындағы метанның шоғырлануы; кесетін қаптаманың жұмыс уақыты; көмір қабатының тазаланатын ені мен биіктігі; ұңғыманың кенжарының белгілі бір кезеңдегі жылжуы.

Уатылған көмірден бөлінетін газ комбайнның бос тұруы кезінде айқындалатын жалпы жүктемеге қосымша бөлінетін газ ретінде айқындалады. Негізгі концентрация қазбаның бүйір қабырғаларынан газ лақтырылыс нәтижесінде пайда болады. Уатылған көмірден шыққан газ тек кесу тәжі жұмыс істеп тұрған кезде тіркеледі. Тектоникалық бұзылуға жақындаған кезде QV30 параметрінің мәні артады және түсіру ұңғымаларын бұрғылағаннан кейін азаяды. Жергілікті факторлардың әсерін, мысалы, үңгілеудің циклдік сипатын (тұрып қалу), үңгілеу жылдамдығын, көмірдің маркасын, көмірдің өткізгіштігін және қабаттың өңдеу немесе үстімен жұмыс істелуін ескеру қажет.

Кенеттен лақтырылыстардың алдын алу контекстінде "АрселорМиттал Теміртау" АҚ КД Қарағанды кәсіпорындарында жерасты қазбаларында

бұрғылау келесі мақсаттарда орындалады: тектоникалық бұзылу аймақтары мен қабаттардың контурларын барлау; газ қысымын түсіру; лақтырылыс қауіпін болжау және түсіру бұрғылауының тиімділігін бағалау.

[47, б.340] эксперименталды түрде дәлелденген, лақтырылыстар қауіпті аймақтардағы көмірдің аналитикалық (аналық) ылғалдылығы лақтырылыстар қауіпті емес аймақтардағы көмірдің аналитикалық ылғалдылығынан екі есе жоғары. Осылайша, шығарылатын қауіпті аймақтың болуы үшін жоғары табиғи газдылық қана емес, сонымен қатар көмірдің жоғары аналық ылғалдылығы да қажет. Су молекулаларының барлық басқа қатты заттар мен сұйықтықтардан ерекшелігі – олардың дипольділігі. Көлемі 7-10 мкм-ден аз капиллярлардағы су мен метан капилляр бетіндегі Ван-дер-Вааль күштерінің әсерінен молекулалық қабаттар түзеді (қабырғаларда су, ішінде метан). Микро-қуыстар суды макрошарттардағы судың қасиеттерімен салыстырғанда мүлдем аномалды қасиеттері бар қатты затқа айналдырады. Лақтырылысқа қауіпті қабаттың мұндай физикалық моделі: біріншіден, лақтырылыстардың таралу аймағын түсіндіруге мүмкіндік береді, өйткені судың өте қатты диполь молекулаларының "тұтқында" қалған метан молекулалары табиғи газды теңестіре алмайды; екіншіден, сулылығы, метандылығы өзгерген кезде көмір лақтырылыстарының деформациялық сипаттамаларының өзгеруін түсіндіреді, бұл серпімді қалпына келтіру деформацияларынан, әсер етуден және кері сығылудан бұзылуға бейімділіктің жоғарылауына байланысты, бұл оның мәні бойынша созылу деформациясы болып табылады; үшіншіден, физикалық модельдің мұндай түсіндірмесі лақтырылыстар алдында деформациялардың аспаптық түрде кешіктірілуін түсіндіреді (табан жыныстары мен қабаттар төбеының жақындауы).

Ылғал құрамын есептеу келесі теңдеуге сәйкес жүргізілді:

$$W_a = \frac{m_e - m_r}{m_e} 100, \% \quad (2.1)$$

мұнда m_e – кептіргенге дейінгі масса, г;

m_r – кептіргеннен кейінгі масса, г.

Есептеу нәтижелері 2.1-кестеде келтірілген.

Ұшпа заттардың ($F_{ан}$) құрамын есептеу теңдеу бойынша жүргізілді:

$$F_{ан} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100 - w_a, \% \quad (2.2)$$

мұнда m_1 – бос күл стакан массасы, г;

m_2 – қыздырғанға дейін сынама мен стаканның массасы, г;

m_3 – қыздырғаннан кейін сынама мен стаканның массасы, г;

w_a – есептелген ылғалдылық, %.

Кесте 2.1 – Ылғалдылықты анықтау

№ сынама	Тостаған №	Тостаған массасы, г	m_e , г	m_r , г	W_a , %
Ленин атындағы шахта, 403Д ₆ -1з конвейерлі бремсберг					
16	2	20,7578	21,7483	21,7433	0,50
Ленин атындағы шахта, 404Д ₆ -1з желдеткіш бремсберг					
20	1	20,8095	21,8033	21,7982	0,51
Күзембаев атындағы шахта, 37К ₁₀ -в желдеткіш штретк					
20	2	20,7577	21,6750	21,6665	0,93
Күзембаев атындағы шахта, 37К ₁₀ -в жұптық желдеткіш штретк					
15	2	20,7582	21,7073	21,6995	0,82

Ұшпа заттардың құрамын есептеу (2.3) формуласы бойынша құрғақ, күлсіз масса бойынша жүргізілді:

$$F = F_{an} \frac{100}{(100 - (w_a + A_{an}))} 100 - w_a, \% \quad (2.3)$$

Ұшпа заттардың құрамына байланысты $(q_{1bar})_L$ шамасы мынадай (2.4) формула бойынша анықталды:

$$(q_{1bar})_L = 15,97 F^{-0,543}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.4)$$

мұнда F – көмірдің құрғақ, еркін салмағы бойынша ұшпа заттардың құрамы, %.
 $(q_{1bar})_U$ мәні нақты жағдайлар үшін есептеледі:

$$(q_{1bar})_U = (q_{1bar})_L \frac{1 + 0,23 W_L}{1 + 0,23 W_U} e^{0,014(T_L - T_U)}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.5)$$

мұнда $(q_{1bar})_L$ – q_{1bar} мәні зертханалық жағдайда белгіленеді;
 $(q_{1bar})_U$ – жер асты қазбасы жағдайындағы q_{1bar} мәні;
 W_L – десорбциядан кейінгі ылғалдылық, % массадан; $W_L = 1\%$;
 W_U – бастапқы ылғалдылық, % массадан;
 T_L – зертхана температурасы, К°; $T_L = 293 \text{ К}^\circ$;
 T_U – нақты температура, К°.
 $(q_{1bar})_U$ – қалыпты жағдайға келтіріледі:

$$(q_{1bar})_{U.N} = (q_{1bar})_U \frac{P_L}{1013,25} \frac{273}{T_L}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.6)$$

мұнда P_L – зертханадағы атмосфералық қысым, гПа.

Алынған мән сіңірілетін газды есептеу үшін қолданылады. Есептік ылғалдылық кезіндегі сынамалардың күлділігі (2.7) формуласы бойынша есептеледі:

$$A_{an} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100, \% \quad (2.7)$$

Күлділікті есептеу нәтижелері 2.2-кестеде келтірілген.

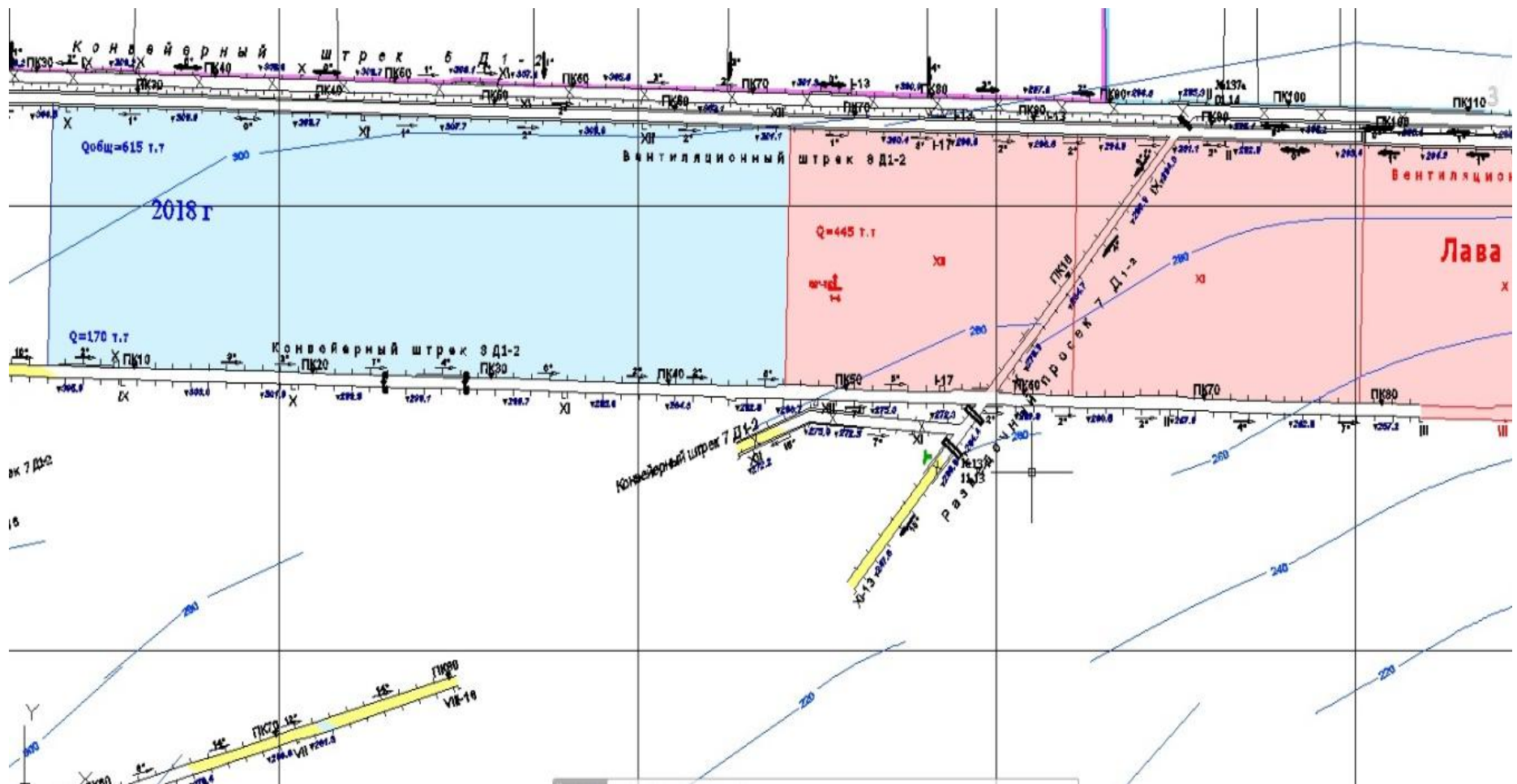
Кесте 2.2 – Күлділікті анықтау нәтижелері

Қазбаның, шахтаның атауы	№ сынак	Тостаған №	m_1 , г	m_2 , г	m_3 , г	$A_{an}, \%$	$\Delta A_{an}, \%$	Орташа
403Д ₆ -1з конвейерлі бремсберг, Ленин атындағы шахта	16	20	6,0949	7,0600	6,1529	6,01	0,04	6,03
		12	6,3697	7,3550	6,4293	6,05		
404Д ₆ -1з желдеткіш бремсберг, Ленин атындағы шахта	20	12	6,3609	7,3263	6,4565	9,90	0,04	9,88
		13	5,9449	6,9992	6,0489	9,86		
37К ₁₀ -в желдеткіш штрек, Кузембаев атындағы шахта	20	9	5,8944	6,8184	5,9909	10,44	0	10,44
		9	5,8944	6,8184	5,9909	10,44		
37К ₁₀ -в жұптық желдеткіш штрек, Кузембаев атындағы шахта	15	15	6,1772	7,1751	6,2517	7,47	0	7,47
		15	6,1772	7,1751	6,2517	7,47		

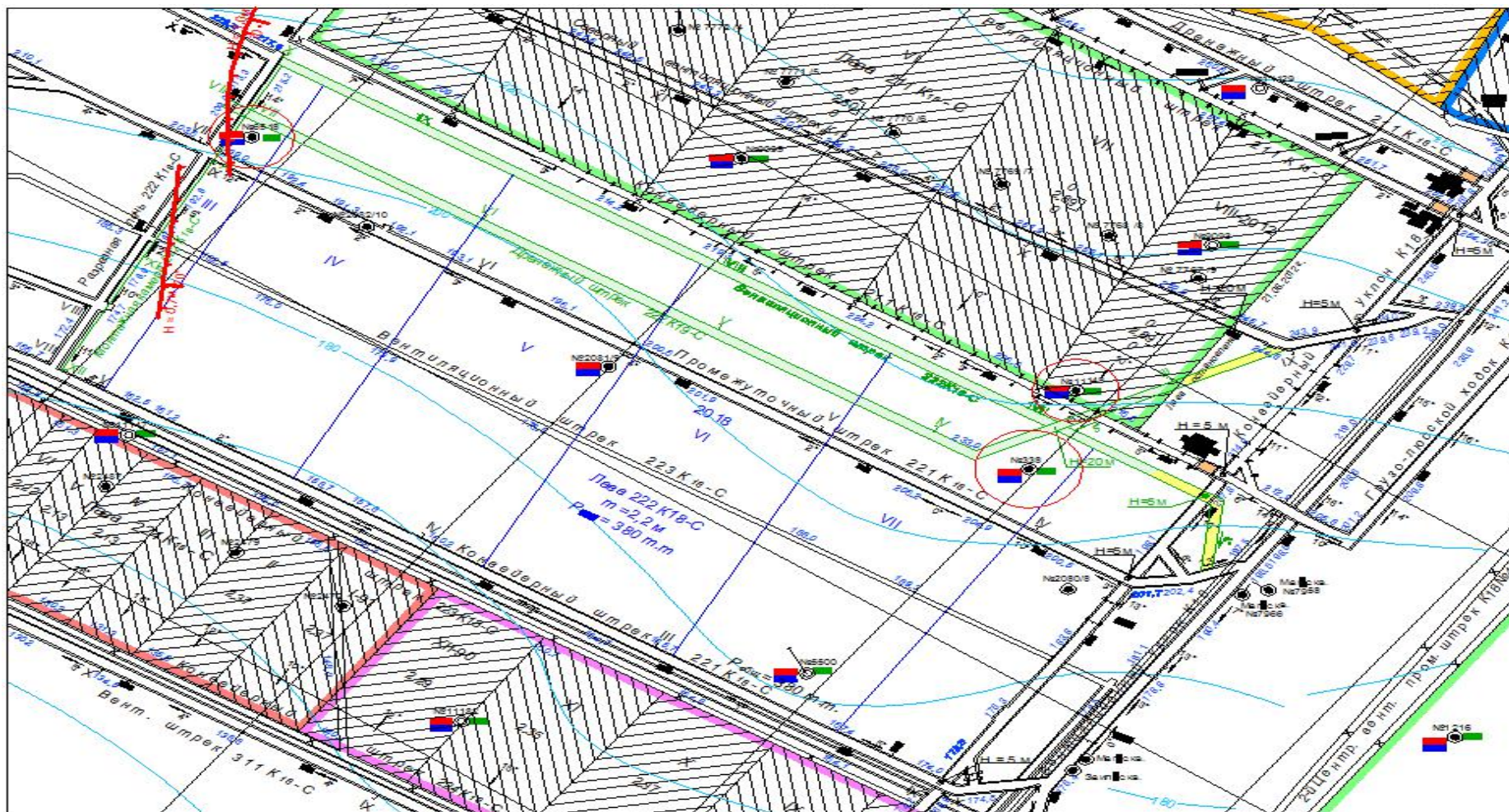
2.2 Аэрогазды жағдайына мониторинг жүргізу үшін эксперименттік зерттеулер объектілерін таңдау

Аэрогазды жағдайына мониторинг, дайындық қазбаларын жүргізу кезінде газ лақтырылыстың нақты мәндерін, көмірдің физикалық-механикалық қасиеттерін, далалық қазбадан бұрғыланған ұнғымалармен [64] газсыздандыру тиімділігін анықтау үшін дайындық қазбалары пайдаланылды.

Олар: Ленин атындағы шахтасының 403Д₆-1з конвейерлі бремсбергі және 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергі; Қарағанды көмір бассейнінің Кузембаев атындағы шахтасының 37К₁₀-в желдеткіш штрегі және 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрегі. Қазбалардың орналасу схемасы 2.1, 2.2-суреттерде келтірілген тау-кен жұмыстары жоспарларының көшірмелерінде көрсетілген. Қазбаларды жүргізу параметрлері және көмірдің физикалық-механикалық қасиеттері 2.3 және 2.4-кестелерде келтірілген.



Сурет 2.1 – Қарағанды көмір бассейнінің Ленин атындағы шахтасында эксперименттік зерттеулер объектісі ауданындағы дайындық қазбаларының орналасу схемасы



Сурет 2.2 – Қарағанды көмір бассейнінің Күзембаев атындағы шахтасында дайындық қазбаларының орналасу сызбасы

Кесте 2.3 – Эксперименттік дайындық забойларының параметрлері

Шахта, қазба	Қазбаның қимасы, м ²		Биіктігі, м	Ені, м	Құлау бұрышы, град	Бекіту қадамы, м	Бекіту түрі
	жарықта	кешкі					
Ленин атын., 403Д ₆ -1з конвейерлі бремсберг	14,4	17,3	3,7	5,57	10-20	0,75	Анкерлік, аркалы СВП
Ленин атын., 404Д ₆ -1з желдеткіш бремсберг	14,4	17,3	3,7	5,57	5-14	0,75	Анкерлік, аркалы СВП
Кузембаев атын., 37К ₁₀ -в желдеткіш штрек	14,4	17,3	5,2	3,6	5-10	0,5	КМП-3, анкерлер
Кузембаев атын., 37К ₁₀ -в жұптық желдеткіш штрек	14,4	17,3	5,2	3,55	5-10	0,5	КМП-3, анкерлер

Кесте 2.4 – Көмір қабаттарының физикалық-механикалық қасиеттері

Шахта, қазба	Қазбаны жүргізу тереңдігі, м	Көмір беріктігі	Тау жыныстарының беріктігі	Ылғалдылық, %	Күл - ділік, %	Ұшпа заттар шығысы, %	Табиғи газдылық, м ³ /т	Газды желдету аймағының тереңдігі, м
Ленин атын., 403Д ₆ -1з конвейерлі бремсберг	650-685	1-1,2	1,7-3,0	1-3	13-15	23-24	25,0	180
Ленин атын., 404Д ₆ -1з желдеткіш бремсберг	507-699	1-1,2	2,5-3,0	1-3	13-15	23-24	25,0	180
Кузембаев атын., 37К ₁₀ -в желдеткіш штрек	577-607	0,53	3,3-5,6	6,24	24,4	24,1	18,1	130
Кузембаев атын., 37К ₁₀ -в жұптық желдеткіш штрек	595-617	1,2	3,5-5,5	4,6	28,1	24,1	18,1	130

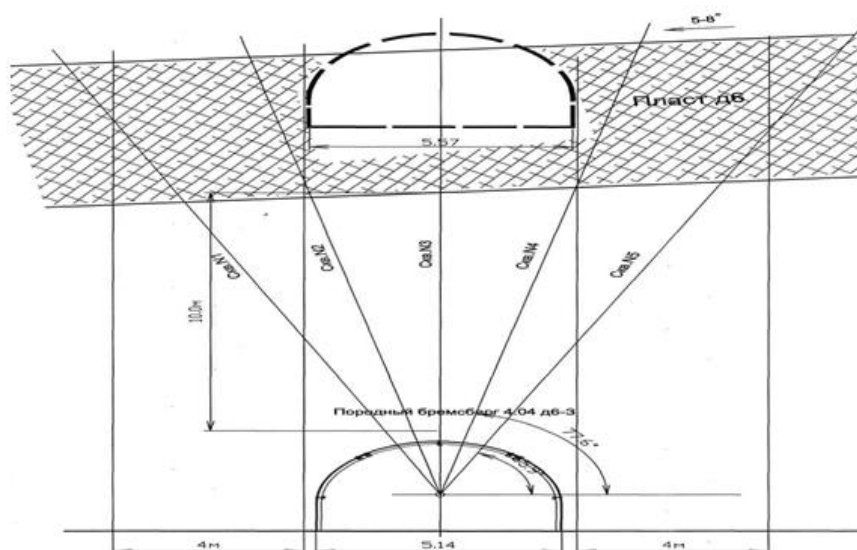
Ленин атындағы шахтасының 403Д₆-1з конвейерлік бремсберг

403Д₆-1з конвейерлі бремсберг Д₆ қабаты бойынша өткізілген. Өндіру учаскесіндегі көмірдің қуаты 5,9-6,2 м. 320 м тереңдіктен қабат газ бен шаң бойынша аса қауіпті санатқа жатқызылған, өздігінен жануға бейім.

Кенжарды желдету схемасы бөлек, желдету әдісі айдау әдісі, қазба орнынан 350 м қашықтықта №3 бөлшектеу түйіспесінде орнатылған Korfmann ESN9-750 жергілікті желдету желдеткішінің көмегімен.

403Д₆-13 конвейерлі бремсбергті жүргізу кезінде лақтырылыс қаупін болжаудың мынадай әдістері қолданылды: газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығы және бұрғылау істікшесінің шығуы бойынша ағымдағы болжам; АКМ аппаратурасын қолданумен автоматтандырылған ағымдағы болжам; табанның динамикалық ақауы бар газдың кенеттен жарылуының болжамы.

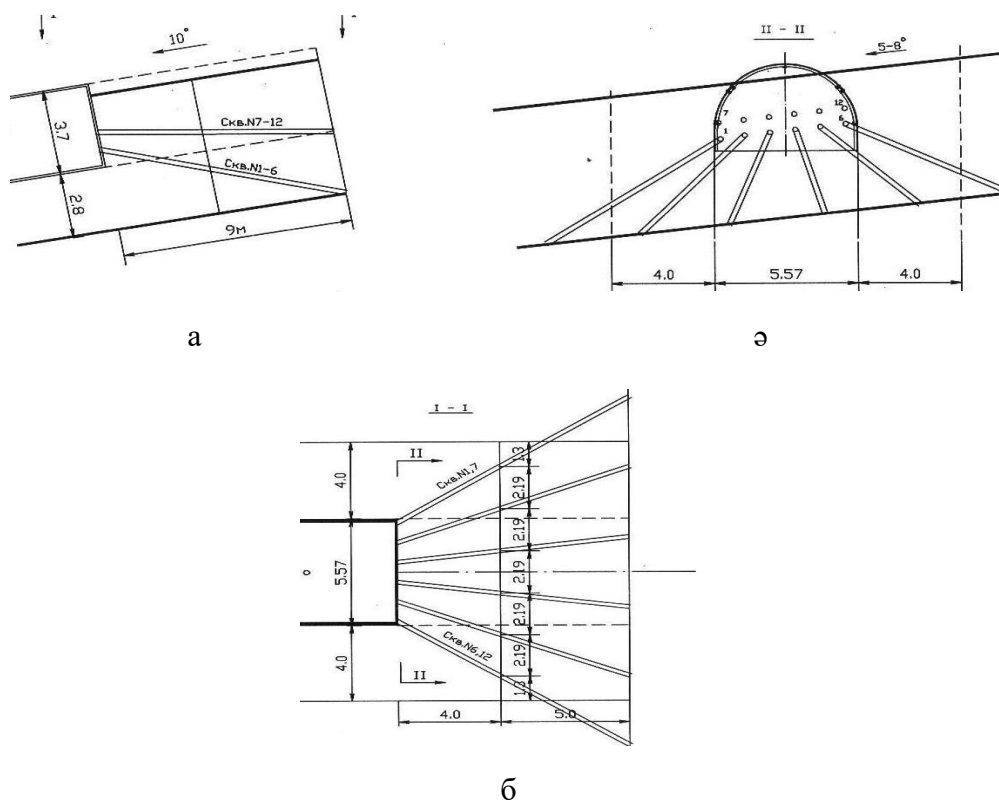
Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күресудің аймақтық әдісі ретінде қабатты қазбасы контурының артында 404Д₆-13 жынысты бремсбергтен бұрғыланған ұңғымаларымен [65] көмір қабатты алдын-ала газсыздандыру қолданылды (2.3-сурет). Ұңғымаларды бұрғылаудың келесі параметрлері: ұңғымалардың диаметрі – 80 мм; ұңғымалардың ұзындығы – 16,5-18 м; контурмен өңдеу – 4 м; бұталар арасындағы қашықтық – 4 м; бұтадағы ұңғымалар саны – 5 дана; газсыздандыру мерзімі – кем дегенде 2 ай.



Сурет 2.3 – Ленин атындағы шахтаның 404Д₆-13 конвейерлі бремсберг ұңғысы ауданында қабатты газсыздандыруға арналған далалық қазбадан газ тарту ұңғымаларын бұрғылау схемасы

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күресудің жергілікті тәсілдері ретінде озық ұңғымалар бұрғыланды, олардың параметрлері мынадай болды (2.4-сурет): ұңғымалар саны – 6; диаметрі – 80-ден 200 мм-ге дейін; ұңғымалардың ұзындығы – 10 м; озық ұңғымалардың тиімді әсер ету аймағы: қабаттасу бойынша – 2,6 м; қабаттасу қиылысуы – 1,4 м; төмендемейтін озу шамасы – 5 м; контурлық өңдеу – 4 м.

Табанның динамикалық ақауымен метанның кенеттен жарылуының алдын алу үшін мынадай параметрлермен газдренажды ұңғымалар бұрғыланды: диаметрі – 80-ден 200 мм-ге дейін; ұңғымалардың ұзындығы – 10-нан 20 м-ге дейін; тиімді әсер ету радиусы – 1,2 м; төмендетілмейтін озу шамасы – 5 м; контурлық өңдеу – 4 м.



а – бойлық профиль; ә – көлденең қима; б – жоспар

Сурет 2.4 – Ленин атындағы шахтаның 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг кенжарында озық ұңғымаларды бұрғылау схемасы

Ленин атындағы шахтасында 404Д₆-1з желдеткіш бремсберг.

Тау-кен қазбасы қуатты Д₆ қабатының үстімен жүргізіледі. Қабат қуаты кесілген пеште 6,5 м-ден орталық конвейер көлбеуінде 6,0-ге дейін өзгереді.

Бөлінген пештен 55-57 м қашықтықта ығысу ампуласы 0,5 м-ге дейін болатын 45° бұрышпен кенжарға ығыстырғыштың құлауымен "тастау" түріндегі ұсақ амплитудалық бұзылыс кездесті.

Кенжарды желдету схемасы бөлек. Желдету әдісі – қазба орнынан 345 м қашықтықта 405Д₆-3 бремсберг жынысында орнатылған Korfmann ESN9-750 жергілікті желдету вентиляторының көмегімен айдау.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күресудің аймақтық әдісі ретінде болашақ кен орнының контурына 405Д₆-1з бремсберг жынысынан бұрғыланған ұңғымалармен көмір қабатын алдын-ала газсыздандыру жүргізілді. Газсыздандыру ұңғымаларының параметрлері: диаметрі – 80 мм; ұзындығы – 16,5-18,0 м; заңды өңдеу – 4 м; бұталар арасындағы қашықтық – 4 м; бұтадағы ұңғымалар саны – 5; газсыздандыру мерзімі – кемінде 2 ай.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарды болдырмаудың жергілікті тәсілі ретінде мынадай параметрлермен озық ұңғымаларды бұрғылау жүзеге асырылды: диаметрі – 80-200 мм; ұзындығы ≥ 10 м; ұңғымалардың тиімді әсер ету саласы: қабаттасу бойынша – 2,6 м; қабаттасудың қиылысуы бойынша – 1,4 м; төмендетілмейтін озу шамасы – 5 м; жоғары тау қысымының аймағын кесіп өту кезінде – 7 м; контурлық өңдеу кезінде – 4 м.

Табанның динамикалық ақауымен газдың кенеттен жарылуының алдын алу үшін қабаттың төменгі қабатына мынадай параметрлермен газ – дренаж ұңғымаларын бұрғылау қолданылды: диаметрі – 80-200 мм; ұзындығы – 10-12 м; тиімді әсер ету радиусы – 1,2 м; төмендетілмейтін озу шамасы – 5 м; жоғары тау қысымының аймағы – 7 м қиылысқан кезде 4 м қашықтықта контурлық өңдеумен.

Кузембаев атындағы шахтасында 37K₁₀-в желдеткіш штрек.

Қазбаті желдету үшін 37K₁₀-в бремсберг далалық желдету қондырғысына орнатылған Korfmann ESN9-750 желдеткіші қолданылды. Ауа диаметрі бір метр желдеткіш құбыр арқылы берілді, құбырдың Қазба сағасына дейінгі ұзындығы – 570 м. Желдеткіштің алдындағы ауаның нақты мөлшері 1538-2312 м³/мин, есептік – 1442 м³/мин құрады. Қазбаны желдету үшін ауаның есептік мөлшері 503 м³/мин құрады, нақты – 870 м³/мин. Тікелей кенжар маңы кеңістігіне 432 м³/мин есептік мәні – 805 м³/мин.

Метан датчиктері жергілікті желдету желдеткішінің алдында кіретін ауа ағынында, қазбаның кенжарынан шығыс ағысында 30 м қашықтықта орнатылады. Кенжар маңындағы кеңістіктегі метанның құрамы 0,2-0,4% (газ бөлінуі 1-2 м³/мин), ал шығыс ағысында 0,4-0,5% (газ бөлінуі 3,5-4,35 м³/мин) құрады.

Кузембаев атындағы шахтасында 37K₁₀-в жұптық желдеткіш штрек.

Тереңдігі 450 м K₁₀ көмір қабаты көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары үшін қауіпті болып табылады. Эксплуатациялық барлау 8 дана барлау ұңғымаларын бұрғылау арқылы жүзеге асырылды, 15 м-ден төмен емес, қазба көмір қабатындағы қауіпті және қауіпті емес лақтырылыстарды анықтау үшін лақтырылыстардың ағымдағы болжамымен жүзеге асырылды.

Диаметрі 80-130 мм, ұзындығы 20 м болатын 6 дана озық ұңғымалар бұрғыланды. Ұңғымалардың тиімді әсер ету аймағы: қабаттасу – 1,7 м, қабаттасу қиылысы – 0,9 м, контурлау ені – 2,0 м, төмендемейтін озу – 5 м.

Геологиялық бұзылу аймақтарында 40 озық ұңғымалар бұрғыланды, әр қатарда 8 ұңғымадан 5 қатарда; ұңғымалардың диаметрі 80-130 мм, ұзындығы 15 м; контурлық өңдеудің ені – 4,0 м, төмендемейтін озу кезінде – 7 м.

2.3 Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша дайындық тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде газ бөлуді талдау

Дайындық қазбаларындағы аэрогазды жағдайын талдау.

2.5-кестеде зерттелетін дайындық қазбаларындағы аэрогаз жағдайын сипаттайтын нақты деректер – қазбаларды желдету үшін берілетін ауа мөлшері, қазбаға метан концентрациясы және метан бөлінуі келтірілген.

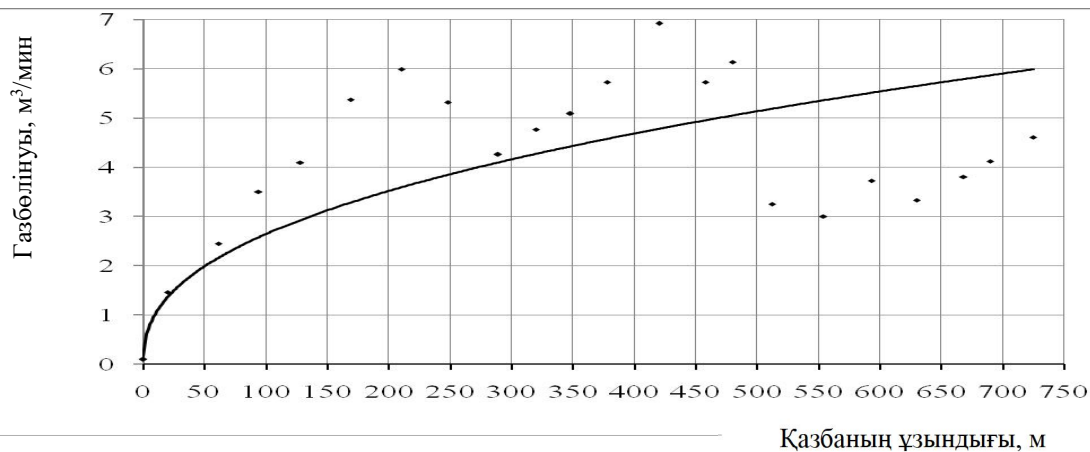
2.5-кестенің деректерін талдау көрсеткендей, Ленин атындағы шахтада 403Д₆-1з конвейерлі бремсбергті және 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергті желдету үшін 738-771 м³/мин тазалау кенжарына ауа жіберілді, қазбадан шығатын ауа мөлшері 849-947 м³/мин құрады. Ауаның шығыс ағысындағы метанның концентрациясы 0,52%-дан, кенжар маңындағы кеңістікте 0,25%-дан аспады. Кузембаев атындағы шахтаға желдету үшін 37K₁₀-в желдеткіш штрекке және

37К₁₀-в жұптық желдеткіш штретке тазарту кенжарына 877-1041 м³/мин ауа берілді, шығатын ауа көлемі 974-2023 м³/мин құрады. Ауаның шығыс ағысындағы метанның концентрациясы 0,27%-дан, кенжар маңындағы кеңістікте – 0,16%-дан аспады. Кіретін ауа ағынында барлық қазбалардағы метанның концентрациясы 0,1% құрады.

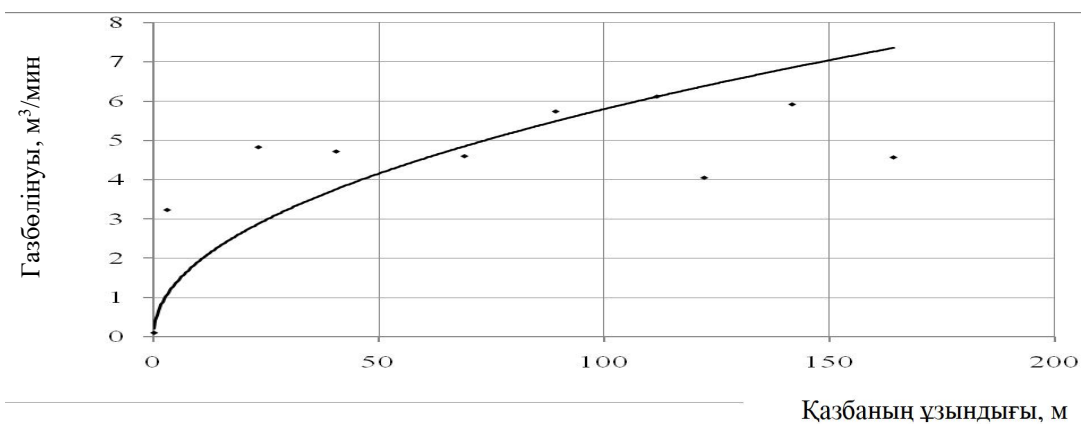
Кесте 2.5 – Қазбалардың метанының молдығы және оларды желдету үшін берілетін ауа мөлшері

Өлшеу жүргізу күні	Қазба ұзындығы, м	Ауа көлемі, м³/мин		Метан концентрациясы, %			Қазбаға газ бөлінуі, м³/м
		Кенжар маңы кеңістігі	Шығыс ағыны	Кіріс ағыны	Кенжар маңы кеңістігі	Шығын ағыны	
Ленин атын. шахта, 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг (Д₆ 2-ші батыс конвейерлі штректен тау. -180 м)							
21.04.20	20	692	730	0,1	0,20	0,2	1,46
03.05.20	61	824	846	0,1	0,29	0,29	2,45
Орташа		759	849	0,1	0,25	0,52	4,41
Ленин атын. шахта, 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг (Д₆ орталық конвейерлі көлбеуден тау. -170 м)							
20.08.20	4	939	1020	0,1	0,1	0,33	3,34
22.08.20	7	900	994	0	0,08	0,22	2,19
Орташа		738	947	0,1	0,12	0,32	3,08
Ленин атын. шахта, 404Д₆-1з желдеткіш бремсберг (404Д₆-1з кесу пешінен)							
10.02.20	3	705	807	0,1	0,25	0,4	3,23
20.02.20	23,25	885	966	0,1	0,22	0,5	4,83
Орташа		771	880	0,1	0,23	0,40	3,54
Ленин атын. шахта, 404Д₆-1з желдеткіш бремсберг (Д₆ орталық конвейерлі көлбеуден тау. -170м)							
02.05.20	6,25	529	678	0,1	0,08	0,14	0,95
20.05.20	22,75	591	664	0,1	0,04	0,16	1,06
Орташа		543	679	0,1	0,17	0,20	1,38
Кузембаев атын. шахта, 37К₁₀-в желдеткіш штрек							
10.06.20	32	890	1003	0,1	0,1	0,2	2,00
20.06.20	51	898	986	0,1	0,1	0,2	1,97
Орташа		877	974	0,1	0,16	0,27	2,49
Кузембаев атын. шахта, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрек							
10.01.20	10	2000	2095	0,1	0,1	0,1	1,19
20.01.20	25	1074	2081	0,1	0,1	0,1	1,18
20.01.20	126	986	1025	0,1	0,2	0,4	4,10
Орташа		1041	2023	0,1	0,14	0,25	2,73

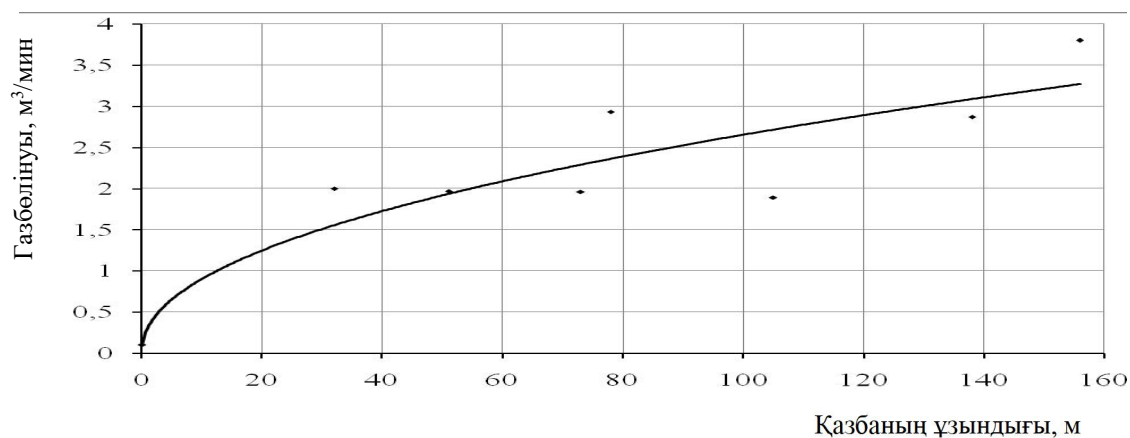
Қазба ұзындығы бойынша метанның бөліну динамикасы 2.5, 2.6, 2.7, 2.8-суреттерде көрсетілген, олардан оның ұзындығына байланысты қазбаның газ қозғалғыштығы арта түсетіні көрінеді. Мысалы, 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг өткізгенде, тұйықтың ұзындығы 200 м, метанның молдығы 3,5 м³/мин, ал ұзындығы 700 м болғанда 6,0 м³/мин құрады.



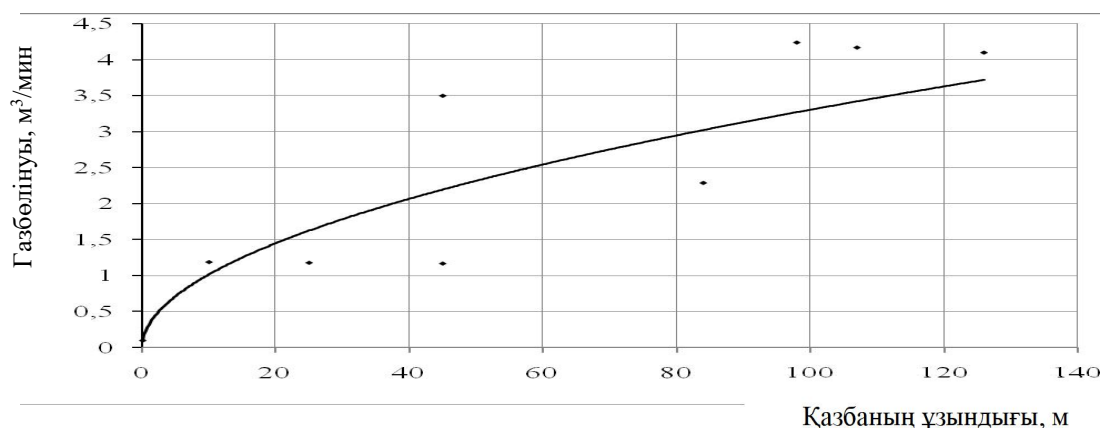
Сурет 2.5 – Ленин атын. шахта, 403Д₆-13 конвейерлі бремсбергінің ұзындығы бойынша газ бөлу динамикасы



Сурет 2.6 – Ленин атын. шахта, 404Д₆-13 желдеткіш бремсбергінің ұзындығы бойынша газ бөліну динамикасы



Сурет 2.7 – Кузембаев атын. шахта, 37К₁₀-в желдеткіш штрегінің ұзындығы бойынша газ бөліну динамикасы



Сурет 2.8 – Кузембаев атын. шахта, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрегінің ұзындығы бойынша газ бөліну динамикасы

Көмір массивін болашақ қабат қазбасының ауданына дала қазбасынан бұрғыланған газдренажды ұңғымалармен газсыздандырудың параметрлері мен тиімділігі. Ленин атындағы шахтада қабаттың газдылығын көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпсіз мәндерге дейін төмендету үшін далалық учаскелік қазбалардан болашақ қабаттық қазбаны жүргізу контурына газдренажды ұңғымаларын бұрғылау жүзеге асырылды. 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг қазбасында метан бөлінісін азайту мақсатында 404Д₆-з жыныстағы бремсбергтен газсыздандыру ұңғымалары бұрғыланды, ал 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергіті өндіргенде – 405Д₆-з жыныстағы бремсбергінен.

404Д₆-з және 405Д₆-з жыныстағы бремсбергтерден шығатын газдренажды ұңғымалар әрбір 4 м сайын 5 дана ұңғымадан бұрғыланды, 4 метрлік контурлы өңдеумен және қабатты төбе жыныстарына дейін толық аралаумен (2.3-суретті қараңыз). 2.6-кестеде барлық жұмыс кезеңінде газсыздандыру ұңғымалармен газды алу бойынша нақты деректер келтірілген.

Кесте 2.6 – Кен қазбасынан бұрғыланған ұңғымалармен метанды алу

Күні (күні, айы, жылы)	Метан концентрациясы, %	Газ қоспасының саны, м³/мин	Метан саны, м³/мин	Өлшеу кезіндегі қазба ұзындығы, м
404Д ₆ -з жыныстағы бремсбергі				
20.04.2020	12,7	15,4	1,96	150
26.01.2020	3,0	39,6	1,2	420
Орташа			1,68	
405Д ₆ -з жыныстағы бремсбергі				
30.20.2020	1,8	19,4	0,35	100
20.07.20	8,1	21,4	1,74	420
Орташа			1,5	

Лақтырылысқа қауіпті қабаттар үшін көмір массивінің газдылығын қажетті төмендету шамасы (x_d) табиғи газдылық (x) пен оның лақтырылыстар бойынша қауіпсіз мәні ($x_б$) арасындағы айырма ретінде айқындалады:

$$x_d = x - x_б, \quad \text{м}^3/\text{т} \quad (2.8)$$

Далалық қазбадан бұрғыланған ұңғымалар есебінен көмір қабатының табиғи газдылығының нақты төмендеуі:

$$x_{\partial} = \frac{Q}{M}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.9)$$

мұнда $\sum Q$ – газсыздандырудың барлық мерзімінде далалық қазбадан бұрғыланған ұңғымалармен метанның жиынтық алынуы, м^3 ;

M – газсыздандырылған көмір массасы, т.

Газсыздандырылатын көмір көлемінің массасы мына өрнектен анықталады:

$$M = SL_{\partial}\gamma, \text{ т} \quad (2.10)$$

мұнда S – көмір қабатының газсыздандырылған аймағының көлденең қимасының ауданы, м^2 ;

L_{∂} – көмір қабатының газсыздандырылған аймағының ұзындығы, м;

γ – көмір тығыздығы, $\text{т}/\text{м}^3$.

Газсыздандырылатын облыстың ауданы S мынадай (2.11) формула бойынша анықталады:

$$S = \frac{(n_{ск} - 1) \left(1 + \frac{h_{в}}{m} \right) + 2,84}{\frac{h_{в} + \frac{m}{\cos \alpha}}{2}} mR, \text{ м}^2 \quad (2.11)$$

мұнда $n_{ск}$ – бұтадағы ұңғымалар саны;

$h_{в}$ – кен қазбасының төбеі мен қабаттың табаны арасындағы тігінен арақашықтық, м;

m – қабаттың қуаты, м;

α – қойнауқабаттың құлау бұрышы, град;

R – ұңғыма бұталары арасындағы қашықтық, м.

2.4-кестеден көрініп тұрғандай, бремсберг 404Д₆-з жыныстарынан бұрғыланған ұңғымалармен газсыздандыру метанының орташа алынуы, газсыздандыру $1,68 \text{ м}^3/\text{мин}$ құрады. Газсыздандырудың барлық мерзімінде (340 тәулік) бұл ұңғымалар 822528 м^3 метанды алып тастады. (2.8) формуласына метан мен газсыздандырылатын көмір қорларын алудың нақты мәндерін алмастыра отырып:

$$x_{\partial} = \frac{822528}{154424,88} = 5,33 \text{ м}^3/\text{т}$$

Тау жыныс бремсбергiнен бұрғыланған ұңғымалар үшiн 405Д₆₋₃, бұл мән 3,04 м³/т құрайды.

Көмiрдiң (қабаттың) табиғи газдылығы келесi (2.12) формула бойынша есептеледi:

$$x = \frac{1,3c(H - H_o)}{1 + v(H - H_o)} \frac{100 - A^d - w}{100}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.12)$$

мұнда H – қазба тереңдiгi, м;

H_o – газды желдету аймағының тереңдiгi, м;

c және v – шахталар мен қабаттардың табиғи газдылығының өзгеруiн сипаттайтын Лэнгмюр коэффициенттерi;

A^d – көмiр күлділігi, %;

w – көмiр ылғалдылығы, %.

Кенеттен лақтырылыстар бойынша қауіпсіз газдылық мәнінің шамасы мынадай (2.13) формула бойынша айқындалады:

$$x_o = \frac{cA}{1 + vA} \frac{100 - A^d - w}{100}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (2.13)$$

мұнда A мәні келесі өрнектен анықталады:

$$A = \frac{3350 f^2}{\sqrt[3]{(\Delta P_w 10,5)^2}}, \quad (2.14)$$

мұнда f – көмiр берiктiк коэффициентi;

ΔP_w – көмiрдiң ылғалдылығын ескере отырып, газ берудiң бастапқы жылдамдығы, ол мына (2.15) формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_w = \Delta P K_w \quad (2.15)$$

мұнда ΔP – көмiрдiң газ беруiнiң бастапқы жылдамдығы зертханалық жағдайларда анықталады, ш.б.;

K_w – көмiр ылғалдылығының ΔP көрсеткішке әсерiн ескеретiн коэффициент.

$$K_w = 1,4 - 0,9lqw \quad (2.16)$$

2.7-кестеде Ленин атындағы шахтасындағы 403Д₆₋₁₃ конвейерлі бремсберг және 404Д₆₋₁₃ желдеткіш бремсберг табиғи газдылықты және көмiр мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпсіз мәнін есептеу нәтижелері келтірілген.

Кесте 2.7 – Табиғи газдылықты (x) және көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары бойынша қауіпсіз (x_0) есептеу нәтижелері

Параметрлері	403Д ₆₋₁₃ конвейерлі бремсберг	404Д ₆₋₁₃ желдеткіш бремсберг
Тереңдік, м	668	645
Табиғи газдылық (x), м ³ /т	19,54	19,17
Кенет лақтырылыстар бойынша қауіпсіз газдылық (x_0), м ³ /т	15	15,68
Газдылықты төмендетудің талап етілетін, м ³ /т	4	3,49
Газдылықтың нақты төмендеуі, м ³ /т	5,33	3,04

2.8-кестеде Ленин атындағы шахтаның 404Д₆₋₁₃ желдету бремсбергінің лақтырылысқа қауіптілігін бағалау бойынша лақтырылыс қауіпі бар кенжар туралы мәліметтер келтірілген.

Кесте 2.8 – Ленин атындағы шахтаның 404Д₆₋₁₃ желдеткіш бремсбергінің қауіпті кенжардың лақтырылыс қауіпін бағалау

$L_{\text{тип., м}}$	R_1 (сол)	$g_{1.\text{max}}$, л/мин.м	$S_{1.\text{max}}$, л/мин	R_2 (оң)	$(S_{\text{макс.}} - 1,8)$	$(g_{\text{н.макс}} - 4)$	$g_{2.\text{max}}$, л/мин.м	$S_{2.\text{max}}$, л/мин	Бағалау
0	-2,6	7,4	2,8	-1	1	5	9	2,8	-
4	-1,2	8,8	2,8	-1,2	1	4,8	8,8	2,8	-
8	0	10	2,8	1	1	7	11	2,8	Қауіпті емес
12	0	10	2,8	-0,5	1	5,5	9,5	2,8	Қауіпті емес
15	-6	4	2,8	-4	1	2	6	2,8	-
19	-1,8	8,2	2,8	-1	1	5	9	2,8	-
23	-1	9	2,8	-2,2	1	3,8	7,8	2,8	-
27	-1	9	2,8	-2,2	1	3,8	7,8	2,8	-
30	0	10	2,8	1	1	7	11	2,8	Қауіпті емес
34	3	13	2,8	-0,5	1	5,5	9,5	2,8	Қауіпті емес
38	-1	9	2,8	-0,5	1	5,5	9,5	2,8	-
42	-1,2	8,8	2,8	-1,5	1	4,5	8,5	2,8	-
45	-0,5	9,5	2,8	-0,5	1	5,5	9,5	2,8	-
49	-2	8	2,8	-2	1	4	8	2,8	-
53	-2	8	2,8	-1	1	5	9	2,8	-
55	-1,2	8,8	2,8	-1,2	1	4,8	8,8	2,8	-
58	-1,2	8,8	2,8	-1,2	1	4,8	8,8	2,8	-
62	-0,5	9,5	2,8	3	1	9	13	2,8	Қауіпті емес

2.4 Карағанды бассейнінің шахталарында лақтырылысқа қауіпті және қауіп төндіретін қабаттарды қауіпсіз өндіру үшін лақтырылысқа қарсы қолданыстағы іс-шаралар

Газдинамикалық құбылыстар (ГДҚ) газды қабаттардың кенжарларында жұмыс жүргізу кезінде пайда болады және тау-кен қысымы, газ қысымы және көмірдің меншікті салмағы әсерінен көмір массивінің төменгі бөлігінің тез ағып

кетуі, көмірдің тау-кен қазбасына лақтырылысымен бірге жүреді. Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын келесідей ажыратады; газдың шығуы жоғарылаған кезде кенеттен газ бөлінуі; газдың шығуы жоғарылаған кезде кенеттен құлау; табанның динамикалық бұзылуымен газдың кенеттен жарылуы.

Төменде тау-кен жұмыстарын жүргізу кезіндегі талаптары бар лақтырылысқа қауіпті қабаттарды қауіпсіз өндіру үшін шаралар кешені берілген. Қабаттарды қауіпсіз қазу үшін мынадай шаралар көзделеді: қабаттардың лақтырылысқа қауіптілігін болжау; қорғаныс қабаттарын озық әзірлеу; көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының туындау ықтималдығын төмендететін тазарту және дайындау кенжарларында жұмыстарды жүргізу жүйесі мен технологиясы; көмір лақтырылыстарының алдын алу тәсілдері, параметрлерін бақылау, олардың тиімділігін бағалау; жұмыс істеушілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі іс-шаралар.

Көмір қабаттарының және тереңдіктің лақтырылыс қауіпін болжау әдістері. Лақтырылыстар қауіптілігінің болжамы көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары туындауы ықтимал учаскелерді (аймақтарды) анықтау үшін жүзеге асырылады және оны: геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу; қабаттарды ашатын қазбалармен ашу; дайындық қазбаларын қазу кезінде жүргізеді.

Қабаттардың лақтырылысқа қауіптілігін болжау түрлері: геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу кезіндегі өңірлік болжам; қабаттарды ашу кезіндегі болжам; қауіпті қабаттардағы жергілікті болжам; лақтырылысқа қауіпті қабаттардағы ағымдағы болжам.

Қабаттарды ашу кезіндегі лақтырылысқа қауіптілігінің болжамы.

Қабатты ашу кезіндегі эксплуатациялық барлау [66]. Ашылатын қазба лақтырылысқа қауіпті қабатқа 20 м қашықтықтан, ал қауіп төндіретін қабатқа кемінде 10 м жақындаған кезде диаметрі 80 мм барлау ұңғымаларын бұрғылау жүргізіледі.

20 м-ден астам қашықтықтан әрбір 17 м үңгілеу арқылы 5 м төмендетілмейтін озумен Ұзындығы 30 м қазбаның осіне 45° бұрышпен бір ұңғыма бұрғыланады. Кенжардан қабатқа дейін 10-20 м қашықтықта ұзындығы 30-35 м үш ұңғыма бұрғыланады: біреуі – кенжардың бойымен, екіншісі – қабаттың қимасы бар қабатқа қалыпты, үшіншісі – кен орнының осіне 30-45° бұрышпен, азаймайтын алдын-ала қимасымен – 10 м. Қабатқа дейін 10 м-ден аз қашықтықта 3 ұңғыма бұрғыланады: біреуі кенжардың бойымен ұзындығы 20 м, екіншісі – қалыпты жағдай бойынша қабатты толық қуатқа қайта бұрғылаумен, үшіншісі – қабаттың қимасымен 30-45° бұрышпен. Төмендемейтін озу – 5 м. Бұл кезеңде диаметрі 42 мм, ұзындығы 5 м бақылау шпурларын бұрғылау арқылы, 4 м забой қозғалысынан кейін ағымдағы барлау енгізіледі. Жоспарға кемінде 3 м қашықтыққа жақындаған кезде қабаттағы газ қысымын өлшеу үшін бұрғыланған шпурлар және ашу орнында көмір сынамасын алу үшін пайдаланылатын бақылау ұңғымасы ағымдағы барлау ретінде қызмет етеді.

Қабатты кесіп өту және одан лақтырылыс кезеңінде шпурлар оның жағдайын бақылау үшін қабаттың төбесіне (табанына) бұрғыланады.

Шпурларды бұрғылау қазбадан қалыпты 4 м қашықтықта болған кезде аяқталады.

Ашатын қазба қабатқа 3 м-ден кем емес қашықтыққа (нормаль бойынша) жақындаған кезде кенжарды тоқтатады. Кенжардан қабатқа манометрлерді орнату және қабаттағы газ қысымын өлшеу үшін диаметрі 42 мм екі шпур бұрғыланады. Шпурлардың ұштары арасындағы қашықтық кемінде 3 м. Манометрлердің көрсеткіштері ауысымда 1 рет бақыланады. Күн ішінде өзгермейтін максималды қысым резервуардағы газ қысымы үшін алынады. Қазба барысында кенжардан қабаттарға диаметрі 112-130 мм ұңғыма бұрғыланады және қабаттан керн іріктегіштің көмегімен кемінде 3 сынама, ал қуатты қабаттардан – 4-5 көмір сынамасы алынады. Ұңғыма жобалық қима шегінде қабаттан өтуі тиіс (2.9-сурет). Көрсеткіші болжау (2.17) формула бойынша анықталады :

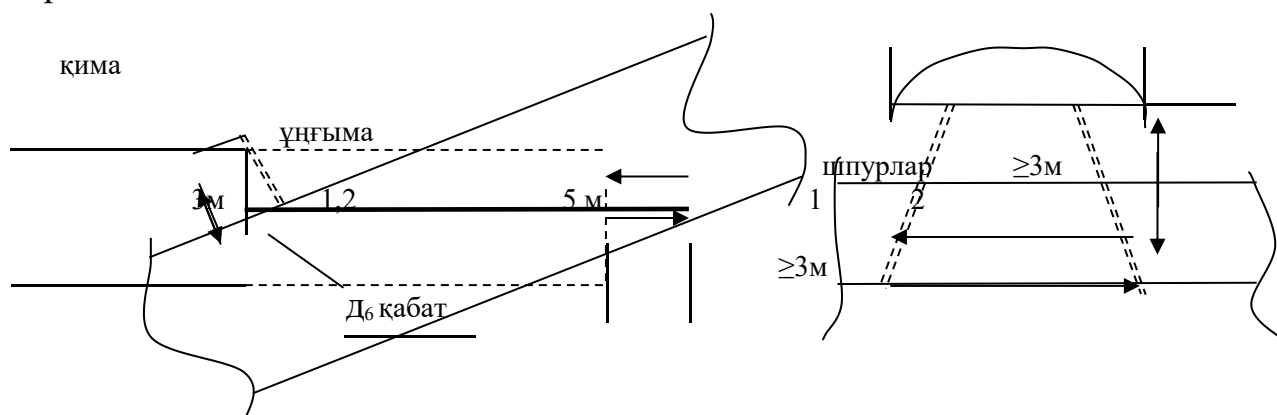
$$П_{\text{в}} = \Delta P w - \frac{6140 * F^3 \min}{P_{\text{г}} \sqrt{P_{\text{г}}}} \quad (2.17)$$

мұнда ΔP – көмірдің газ беруінің бастапқы жылдамдығы, ш.б.;

$F_{\min}$ – көмір беріктігінің ең төменгі коэффициенті;

$P_{\text{г}}$ – резервуардағы газдың максималды қысымы, кгс/см.

$П_{\text{в}} < 10,5$ – ашу орнындағы қабат аймағы қауіпті емес және қабат лақтырылыстармен күресу тәсілдерін қолданбай ашылады. $П_{\text{в}} \geq 10,5$ кезінде – қабат аймағы қауіпті және қабат лақтырылыстармен күресу әдістерін қолдана отырып ашылады.



Сурет 2.9 – Ұңғыма жүргізілетін қазба қимасы шегінде қабатпен қиылысады

Қабаттың лақтырылысқа қауіптілігінің жергілікті болжамы. Лақтырылыстардың жергілікті болжамы тау-кен жұмыстарының тереңдігінен қауіп төндіретін қабаттарға дайындық жұмыстарын жүргізу кезінде 230 м-ге тең. Бұл әдіс көмір қабатындағы лақтырылыстар аймақтарын анықтауға және резервуарды көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары үшін қауіпті санатқа ауыстыруға арналған.

Лақтырылысқа қауіпті аймақтарды анықтау беріктік коэффициентін, газ берудің бастапқы жылдамдығын, көмір сынамаларының ылғалдылығын және қабаттағы газ қысымын анықтау нәтижелері бойынша жүргізіледі.

Көмір сынамаларын геологиялық бұзылу аймақтарынан тыс және көмір бумаларының беріктігі 100 м үңгілеу арқылы 75 ш.б. асатын аймақтарда алады. Ал геологиялық бұзылу және көмір бумаларының беріктігі 75 ш.б. кем аймақтарда – әрбір 4 м үңгілеу арқылы алады.

Көмір бумаларының беріктігін кенжардың әрбір 25 м жылжуы арқылы, ал геологиялық бұзылу аймақтарында 4 м үңгілеу арқылы анықтайды.

Қабат аймағының лақтырылыстары (лақтырылыс қауіпі) келесі (2.18) формула бойынша анықталады:

$$\Pi_B = \Delta P_w - \frac{6140 * F^3}{P_{\Gamma} \sqrt{P_{\Gamma}}} \quad (2.18)$$

мұнда P – газ берілуінің бастапқы жылдамдығы;

f – көмір беріктік коэффициенті;

P_{Γ} – қабаттағы газ қысымы.

$B < 10,5$ -те – қабат аймағы қауіпті емес, ал $B = 10,5$ -де – қабат аймағы ықтимал қауіпті.

Көмірдің тектоникалық құрылымын ажыратады: әлсіз жарық; линза тәрізді; жер; бреквид; жер-түйіршікті.

Ықтимал лақтырылыстарға беріктігі 75 ш.б.-тен төмен 2-5 типті көмір кіреді. Беріктік коэффициенті әр қабат үшін анықталады және егер ол 10%-дан асатын болса, онда минималды мән ескеріледі. Берілген тереңдіктегі қабаттың ашылуынан газ қысымы немесе (2.19) формуласы бойынша есептеледі:

$$P_{\Gamma} = 0,1 * (H - H_0) + 1 \quad (2.19)$$

мұнда H – жұмыс жүргізілу тереңдігі, м.

H_0 – газдың желдету ауданының тереңдігі, м.

Лақтырылыстар бойынша қауіпті аймақтың жергілікті болжамы ($B = 10,5$) анықталған кезде қазбаны үңгілеу бойынша жұмыстар тоқтатылады және аймақтың лақтырылысқа қауіптілігі газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығы және бақылау шпурларынан бұрғылау істікшесінің шығуы бойынша ағымдағы болжам әдісімен нақтыланады және қауіп расталған жағдайда қабаттарды лақтырылысқа қауіпті санатқа ауыстырады.

Бұрын өткен қазбаларға жанасатын қойнауқат учаскелерінің лақтырылыс қаупін бағалау. лақтырылыстар бойынша бұрын өткен қазбалардан қауіпсіз аймақтар шегінде дайындық қазбаларын ашу және жүргізу жұмыстары лақтырылысқа қауіптілігі болжамынсыз және көмір мен газ лақтырылыстарымен күресу тәсілдерін қолданбай жүзеге асырылады.

Газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығы және газ лақтырылыс серпіні бар бұрғылау істікшесінің шығуы бойынша лақтырылыс қауіпінің ағымдағы болжамы.

Ағымдағы болжам қауіпті аймақтарды анықтау үшін лақтырылыстарға қауіпті қабаттарда қолданылады. Бақылау шпурларын бұрғылау бойынша

жұмыстарды бастар алдында ағымдағы болжам үшін кенжарды көзбен шолып қарау жүргізіледі, көмірдің көмір бумаларының тектоникалық құрылымының типі белгіленеді және ағымдағы болжам кенжарда қуаты 0,2 м астам бұзылған көмір қорабы болған жағдайда жүргізіледі.

Бақылау шпурлары 2-ден кем емес ең көп бұзылған көмір қорабы бойынша бұрғыланады. Егер беріктік коэффициенті 0,8-ден аз болса немесе П-1 беріктік өлшегіші бойынша беріктік (2.10-сурет) 75 ш.б-тен аз болса, бума бұзылған деп саналады. Бақылау шпурлары бұрғыланбайды және қабат аймағы бұзылған бума болмаған кезде қауіпті емес болып саналады.



а



ә

а, ә – тиісінше, негізгі іріктеудің бастапқы және соңғы кезеңдері

Сурет 2.10 – П1 беріктік өлшеуішімен бұзылған көмір бумасының беріктігін анықтау

Шпурлардың ұзындығы 5,5 м және бұралған болаттан жасалған құрама бұрғылау штангаларын пайдалана отырып, әрбір 4 м бұрғыланады. Шпурлар бұрғыланбайды және резервуар аймағы қауіпті деп саналады: шпурдан 5,5 м бұрғылау мүмкін емес, шыбықпен газ лақтырылады, штанганы қысады.

Шпурдың бірінші аралығының ұзындығы оған штыбомерді орнату үшін 0,5 м, ал кейінгі ұзындығы – 1 м. 1 м шпурды бұрғылау ұзақтығы 2 мин болуы керек. Әр аралықты бұрғылау аяқталғаннан кейін 2 минуттан кейін НМП-52 (литр/мин) құрылғысымен газдың бастапқы жылдамдығын өлшеңіз. Герметизатордағы ауа қысымы – кемінде 0,2 МПа.

Лақтырылысқа қауіптілік көрсеткіші мынадай (2.20) формула бойынша анықталады:

$$R=(q_{н.мах} - 4)*(S_{мах}-1,8) - 6 \quad (2.20)$$

мұнда $q_{н.мах}$ – газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығының максималды мәні, (л/мин.м.)

$S_{мах}$ – шпур аралығының метр істіктің максималды шығымы, л.

$R < 0$ кезінде қат аймағы "қауіпті емес". $R \geq 0$ кезінде қат аймағы "қауіпті" және қазбаны жүргізу лақтырылыстармен күресу тәсілдерін қолдана отырып жүзеге асырылсын.

Шпурлардың бастауын қазба қабырғаларынан 0,5 м қашықтықта орналастыру және оларды қазба бүйірлеріне бұрғылау, шпурлардың ұштары қазба контурынан 2 м қашықтықта орналасуы керек.

Тектоникалық бұзылу, жоғары жарылу аймақтарында болжамды нақтылау үшін және озық ұңғымаларды бұрғылау тиімділігін бақылау кезінде ($R > 0$ кезінде) уақыт өте келе газ бөлу серпіні бойынша лақтырылысқа қауіптілігіне қосымша бағалау жүргізеді. Бақылау теспесінің интервалдарының бірінде $R = 0$ көрсеткішін алған кезде герметизатор сымда қалдырылады және 5 минуттан кейін газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығын (q_{i5}) өлшейді.

$q_{i5}/q_n > 0,65$ қатынасында-қабат аймағы "қауіпті емес", $q_{i5}/q_n \leq 0,65$ кезінде – қабат аймағы "қауіпті" немесе күрес әдісі тиімсіз. Кенжардың қауіпті аймақтан тыс шығуын көрсететін белгілер пайда болған кезде (көмір беріктігінің артуы, қазбаға газ бөлінуінің төмендеуі) скважинаның төмендемейтін озу аймағына кіретін жерден бастап ұзындығы 20 м бақылау участкесін орнатады. Бұл учаскеде болжам әр 2 м қазу арқылы жүзеге асырылады. Егер R индикаторының қауіпті мәндері алынбаса, онда күрес әдістері жойылады.

Лақтырылысқа қауіпті қабаттарды ашу тәртібі. Қабаттарды ашу жұмыстары: кенжарды қабаттарға жақындату, қабаттарды ашу, қабаттарды кесіп өту, қабаттарды алып тастау.

Лақтырылысқа қауіпті қабатқа жақындау 20 м қашықтықтан басталады, ал қауіп төнетін қабатқа – 10 м қалыпты қабатқа қарай басталады және ашылатын қазба кемінде 3 м қашықтыққа жақындаған кезде аяқталады.

Қабатты ашу кенжардан қабатқа дейінгі 3 м қашықтықтан басталады (немесе КазНИИБПП есебі бойынша қашықтықтан) және қабатта толық қуатқа қойнауқат пайда болған кезде жұқа және орташа қуатты қабаттарда, қуатты қабаттарда – қойнауқатқа қазба оның барлық биіктігіне кірген кезде аяқталады.

Лақтырылыс қазбадан 4 м қашықтыққа қалыпты жағдайда кеткен кезде аяқталады. Егер ашу орнында болжаммен лақтырылысқа қауіптілігі көрсеткішінің қауіпті емес мәндері белгіленсе, онда қауіпті және лақтырылысқа қауіпті қабаттарды комбайндардың лақтырылысымен күресу тәсілдерін қолданбай ашуға болады. Қорғалған аймақтарда және бұрын өткен қазбалардан және түсіру аймақтарынан қауіпсіз аймақтарда қабаттарды ашу болжам мен лақтырылыстармен күресу тәсілдерін қолданбайды.

Қабаттарды ашу орындарында жынысбұрышты массивтің төгілуінің алдын алу бойынша іс-шаралар көзделеді.

Дренажды ұңғымаларды бұрғылау арқылы көмір қабаттарын ашу. Дренажды ұңғымаларды бұрғылау арқылы көмір мен газ лақтырылыстарының алдын алу 0,3 м-ден асатын қабаттарды және кез-келген құлау бұрышын ашу кезінде қолданылады.

Ұңғымалар саны бір ұңғыманың тиімді әсер ету аймағының шамасымен, резервуардың қуаты мен көлбеу бұрышымен, қазбаның көлденең қимасымен және қазбаның контурымен анықталады.

Ұңғымалардың жобалық саны мына (2.21) формула бойынша анықталады:

$$N = \frac{(a + 2b) * (h + b)}{S_{эф} * \sin \alpha} \quad (2.21)$$

мұнда $S_{эф}$ – ұңғыманың тиімді әсер ету аймағы, м;

a – қазба ені, м;

b – контурлау ені, м;

h – қазба биіктігі м;

α – қабат құлау бұрышы, град.

Ұңғымалардың тиімді әсер ету аймағы диаметрі: 80-120 мм 2,6 м-ге тең (өлшемдері 1,6 м – құлау бойынша және 1,6 м – созылу бойынша) 130-250 мм – 6,8 м-ге тең (өлшемдері 2,6 м құлау бойынша және 2,6 м созылу бойынша тіктөртбұрыш) 80-120 мм диаметрі ұңғымалар арасындағы қашықтық 0,8 м-ге тең, ал диаметрі 130-250 мм – 1,3 м.

Контурлы өңдеудің ені 2 м, ал күрделі тау-геологиялық жағдайларда – 4 м. диаметрі 80-120 мм ұңғымаларды бұрғылау кезінде қажетті өңдеу аймағының шегіндегі ұңғымалардың ұштары арасындағы қашықтық 1,6 м-ден аспауы керек, ал олардың өңдеу аймағының контурынан қашықтығы 0,8 м-ден аспауы керек.

Ұңғымалардың диаметрі 130-250 мм кезінде ұңғымалардың ұштары арасындағы қашықтық 2,6 м артық емес, өңдеу аймағының контурынан – 1,3 м артық емес.

Іс-шаралар қазбаның контурынан $P_{г.кр}$ -дан (есептеу жолымен анықталады) кем шамаға дейін бұрғыланған бақылау шпурларындағы (кемінде 2) газ қысымын төмендеткеннен кейін тиімді деп саналады. Егер газ қысымы $P_{г.кр}$ -ден аз төмендемесе, қосымша ұңғымалар бұрғыланады немесе газ қысымы төмендегенше кенжармен тұндырылады.

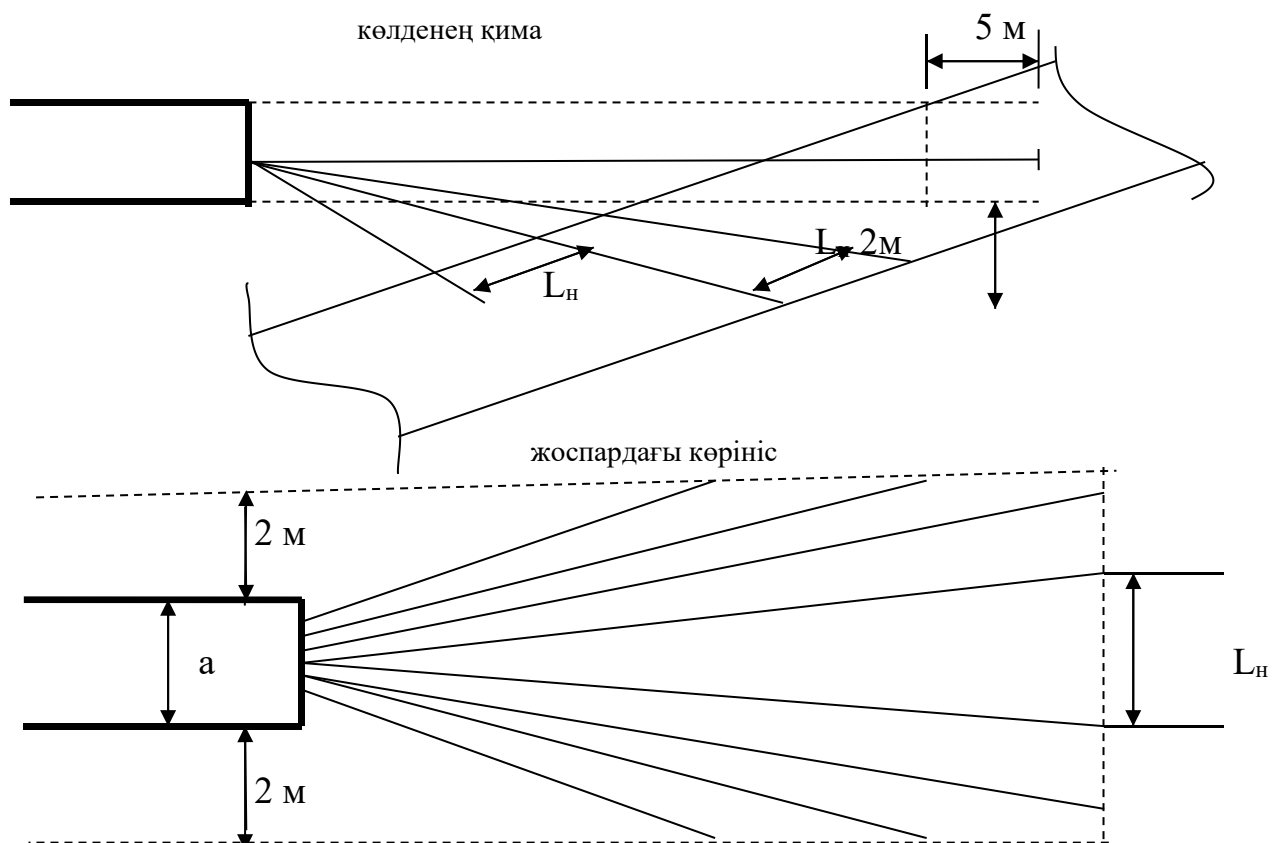
Озық ұңғымаларды бұрғылаумен лақтырылыстармен күресудің жергілікті тәсілдері. Озық ұңғымалар кез-келген қуаттың қабаттарындағы дайындық қазбаларында қолданылады. Ұңғымалардың саны және олардың орналасу схемалары қазбаның қимасында және оның контурының артында қабаттың түсірілуін және газдануын қамтамасыз ететіндей етіп орнатылады (2.11-суретті қараңыз).

Ұңғымалардың жобалық саны келесі шарттарға сүйене отырып анықталады: ұңғыманың тиімді әсер ету аймағы тіктөртбұрыш түрінде қабылданады, оның мөлшері қабаттасу арқылы L_n , ал L_k қабаттасу крестінде; диаметрі 130-150 мм ұңғымалар үшін L_n мәні – 17 м, диаметрі 200-250 мм – 2,6 м; диаметрі 130-150 мм ұңғымалар үшін L_k мәні – 0,9 м. диаметрі 200-250 мм – 1,4 м; жолдар саны бұзылған көмірдің қуатын L_k -ге бөлу арқылы анықталады. Қатардағы ұңғымалардың саны (2.22) формула бойынша анықталады (2.12-сурет):

$$N = \frac{a + 2b}{L_n} \quad (2.22)$$

мұнда a – қазба ені, м;

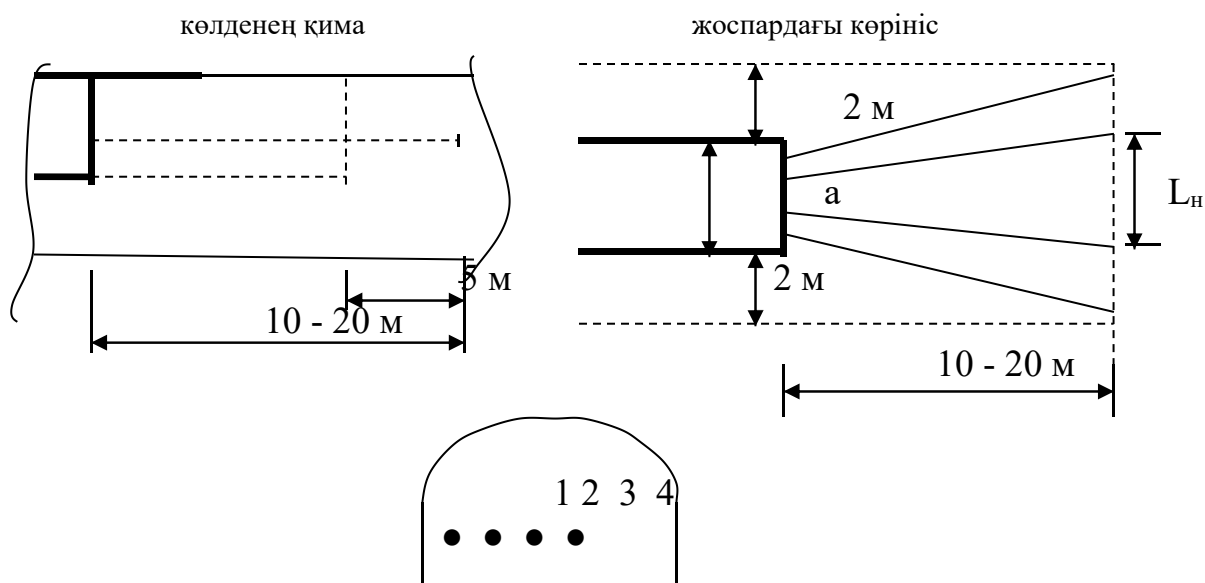
b – контурлық өңдеу шамасы, м.



Сурет 2.11 – Озық ұңғымаларды бұрғылау

Ұңғымалардың ұштары арасындағы қашықтық L_H -дан аспауы керек.

Озық ұңғымалардың тиімділігін бақылау ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін және одан әрі әрбір 4 м сайын R және q_{i5}/q_n көрсеткіші бойынша ағымдағы болжам әдісімен жүргізіледі. Егер көрсеткіштер қауіпті емес мәнге ($P = 0$ и $q_{i5}/q_n = 0,65$) дейін төмендемесе, онда қауіпті мәндер алынған аймаққа қосымша ұңғымалар бұрғылау қажет.

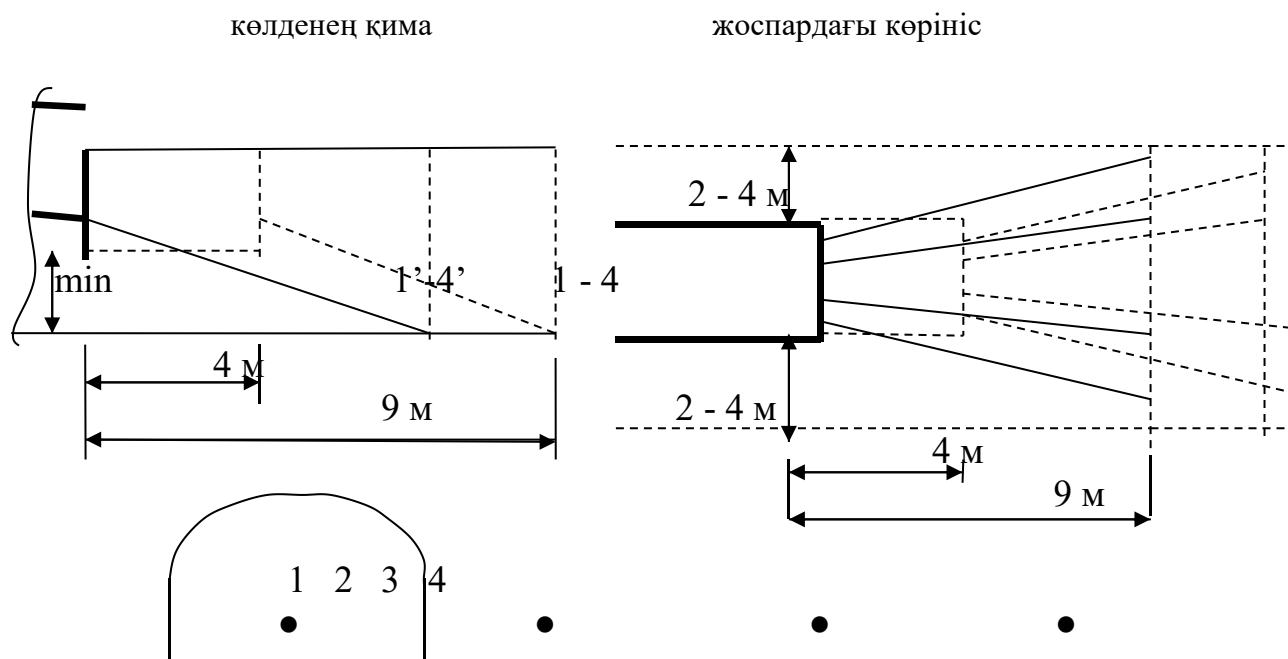


Сурет 2.12 – Озық ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі параметрлер

Табанның динамикалық бұзылуымен газдың кенеттен бұзылуын болжау және алдын-алу. Қуатты қабаттардың төменгі бітелген бумасынан газдың жарылу қаупін болжау жоғарғы қабат бойынша жүргізілетін дайындық қазбаларында, қабаттың төменгі қабатына бұрғыланған бақылау шпурында газ бөлінуінің бастапқы жылдамдығын өлшеу жолымен жүзеге асырылады. $q_{н\cdot max} < 6$ л/мин.м – қабат аймағы "қауіпті емес", $q_{н\cdot max} > 6$ л/мин.м – "қауіпті".

Бақылау шпурын кенжардан қабаттың табанына дейін қазбаның табанынан қашықтық 2,5 м-ден кем болғанда 30° бұрышпен және 2,5 м-ден астам қашықтықта 45° бұрышпен бұрғыланады. Болжам кезеңділігі – әрбір 4 м үңгілеу.

Қауіпті аймақтарда кенжардан төменгі қабатына диаметрі 250 мм газдренажды ұңғымаларын бұрғылау жүзеге асырылады және оларды желдеткіш тәрізді орналастырады. Ұңғымалардың ұзындығы – 10 м, төмендемейтін озу – 5 м; бұрғылау мерзімділігі – 4 м үңғылау. Ұңғымалардың саны контурлы өңдеудің еніне байланысты: қабаттың табанына дейінгі қашықтық 2,5 м-ден асатын болса, контурлы өңдеудің ені – 2 м; қабаттың табанына дейінгі қашықтық 2,5 м-ден аз болса, контурлы өңдеудің ені – 4 м (2.13-сурет).



Сурет 2.13 – Табанның динамикалық ақауы бар газдың кенеттен жарылуы кезінде қауіпті аймақтарда газдренажды ұңғымаларды бұрғылау

Екінші бөлім бойынша қорытындылар

Қабаттардың лақтырылысқа қауіптілігі болжамының түрлері бағаланды: аймақтық-геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу кезінде; қабаттарды ашу кезінде; жергілікті – қауіпті қабаттарда; ағымдағы – лақтырылысқа қауіпті қабаттарда. Қарағанды бассейнінің лақтырылысқа қауіпті қабаттарында дайындық қазбалары жағдайында аэрогаз ахуалына мониторинг жүргізілді.

Қауіпті аймақтардың газдылығының "шекті" шегін анықтау мақсатында көмірдің физикалық-механикалық қасиеттеріне талдау жасалды. Бақылау шпурларындағы газ лақтырылыстың бастапқы жылдамдығының сыни мәні $q_{н\cdot max} = 6$ л/мин.м: $q_{н\cdot max} < 6$ л/мин.м – болғанда қабат ауданы «қауіпті емес»; $q_{н\cdot max} > 6$ л/мин.м – «қауіпті».

Аэрогазды жағдайына мониторинг жүргізу, дайындық қазбаларын жүргізу кезінде газ лақтырылыстың нақты мәндерін, көмірдің физикалық-механикалық қасиеттерін, далалық қазбадан бұрғыланған ұңғымалармен газсыздандыру тиімділігін анықтау үшін дайындық қазбалары пайдаланылды: Ленин атындағы шахтаның 403Д₆-1з конвейерлі бремсбергі және 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергі; газсыздандыру ұңғымаларының әртүрлі параметрлері бар Қарағанды көмір бассейнінің Кузембаев атындағы шахтасының 37К₁₀-в желдеткіш штрегі және 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрегі.

Лақтырылысқа қауіпті қабаттар бойынша дайындық тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде газ бөлінуіне талдау жасалды. Ленин атындағы шахтада 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг және 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергін желдету үшін тазалау кенжарына 738-771 м³/мин ауа берілді, қазбадан шығатын ауа мөлшері 849-947 м³/мин құрады. Кузембаев атындағы шахтаға 37К₁₀-в желдеткіш штрек және 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штреккі желдету үшін тазарту кенжарына 877-1041 м³/мин ауа берілді, шығатын ауа мөлшері 974-2023 м³/мин құрады. Кіретін ауа ағынында барлық қазбалардағы метанның концентрациясы 0,1% құрады.

Ленин атындағы шахтада қабаттың газдылығын көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпсіз мәндерге дейін төмендету үшін далалық учаскелік қазбалардан болашақ қаттық қазбаны жүргізу контурына газдренажды ұңғымаларын бұрғылау жүзеге асырылды. 403Д₆-1з конвейерлі бремсберг қазбасында метанның бөлінуін азайту үшін 404Д₆-з жыныстағы бремсбергінен газсыздандыру ұңғымалары бұрғыланды, ал 404Д₆-з желдеткіш бремсберг қазбасы кезінде – 405Д₆-з жыныстағы бремсбергінен бұрғыланды.

Қарағанды бассейнінің шахталарында лақтырылыс қауіпі бар және аса қауіпті қабаттарын өндеу үшін қолданыстағы лақтырылысқа қарсы іс-шараларды талдау жүзеге асырылды: лақтырылыс қауіпін болжау көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстары туындауы ықтимал учаскелерді (аймақтарды) анықтау үшін жүзеге асырылады және оны: геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу кезінде; қабаттарды қазбалармен ашу кезінде; дайындық қазбаларын жүргізу кезінде іске асырады.

3 ГАЗ ЖАҒДАЙЛАРЫН, ГАЗДЫЛЫҚТЫ ЖӘНЕ ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ КОНТУРҒА ЖАҚЫН МАССИВТІҢ кЕРНЕУЛІ ЖАЙ-КҮЙІН ЗЕРТТЕУ

3.1 Қарағанды көмір бассейнінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының ерекшеліктері

Төменде Қарағанды көмір бассейніндегі көмір мен газдың лақтырылыстары келтірілген [67].

Ленин атындағы шахтада көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы.

Ленин атындағы шахтада көмір мен газдың кенеттен лақтырылысында 24.11.1995 ж. газдинамикалық құбылыста қосымша бөлініп шыққан метанның жалпы саны 550 000 м³ құрады; белсенді фазаның уақыты – 72,4 с, газдың лақтырылыс қарқындылығы – 46,95 м³/с, лақтырылыстың негізгі фазасында 3400 м³ газ бөлінді. Шығарылған метан көлемінің тасталған көмір массасының бірлігіне қатынасы 860 м³/т құрады.

Кенеттен лақтырылыс қазба кенжарының әсер ету аймағының тау қысымынан босатылған қабат аймағымен байланысы нәтижесінде пайда болды, оған ықпал етті: табаннан 22 м қашықтықта тау жынысы арқылы өтетін электровоз гаражының қазбаларының болуы, нәтижесінде резервуардың түсуі және метанның жоғары қысыммен сорбцияланған күйден бос күйге ауысуы.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмау жөніндегі ұсынымдар. "Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алдын алу жөніндегі нұсқаулық" талаптарын орындаудан басқа, мыналар қажет: массивтің жай-күйін кенжардан кемінде 30 м тереңдікке (оның ішінде 10 м төмендемейтін озу) және бүйірлерінен, төбесінен және қазба табанынан кемінде 10 м тереңдікке бақылауды қамтамасыз ететін барлау ұңғымаларын бұрғылау есебінен геологиялық бұзушылық аймақтарын анықтаудың дұрыстығын арттыру; қауіпті аймақтарды анықтау үшін қазба жүргізу барысында қойнауқабаттың газдылығын 30 м-ге дейін және қазбаның бүйірінде кемінде 10 м-ге дейін өлшеу әдісін енгізу; қабаттардың табанында геологиялық бұзылу аймақтарын анықтау кезінде көрші қабаттардың орналасқан жерлерін анықтау және шектес қабаттарда газ қысымын өлшеу; барлау ұңғымаларын бұрғылаудың үлгілік паспорттарын әзірлеу, оның ішінде жүргізілетін қазба осіне бұрышта орналасқан геологиялық бұзушылыққа жақындауды анықтау үшін; қауіптілігі жоғары аймақтар ретінде (көмірдің жарықшақтығы жоғары) қуаттың өзгеру аймақтары мен олардың орналасу бұрыштарына ерекше назар аудару; әдетте, қабаттарды ашуға және қыртыс табанынан геологиялық бұзылыстарды кесіп өтуге жол бермеу. Техникалық мүмкін болмаған кезде мұндай жұмыстарды арнайы жобалар бойынша жүргізу, массивті нығайту, оны газ қысымынан босату және қазба бекітпесін күшейту жөніндегі шараларды қолдана отырып жүргізу; метанның десорбциясы мен бос газдың жиналуы мүмкін аймақтарды тау-кен жұмыстарының (бұрын өткен қазбалар мен пайдаланылған қабаттардың) әсерінен айқындау әдістемесін әзірлеу; мұндай аймақтарды тау-кен жұмыстарының жоспарларына салу және оларды

газсыздандыру үшін түсіру ұңғымаларын бұрғылау; кенеттен лақтырылыстар қаупінің ерте белгілерін тану жүйесін қолдану. Бұл ретте метан концентрациясының өсу себептері толық анықталғанға дейін адамдарды жаңа ағысқа шығара отырып, Қазба кенжардағы жұмыстарды тоқтата тұру; геологиялық бұзылу және қабаттарды ашу аймақтарында түсіру ұңғымаларын жүргізгеннен және анкерлік бекітпені қолданғаннан кейін қабаттарды және қоршаған жыныстарды кемінде 5 м радиуста химиялық беріктендіруді жүргізу қажет.

Тау-кен жұмыстарын жүргізу процесінде тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған күйін модельдеу үшін бағдарламалық құралдарды пайдалану; көмір қабаттарының және сыйымды жыныстардың жату параметрлерінің өзгеруін ескеретін қазіргі заманғы цифрлық технологияларды (жату бұрыштары, көмір қабаттарының және олардың бумаларының қуаты мен беріктігінің өзгеруі) қолдана отырып, тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде тау-кен массивіндегі геомеханикалық процестердің моделін әзірлеу, оның ішінде: жүргізілетін қазба трассасы бойынша сыйымды жыныстардың қасиеттері мен; қаттылығына қарай жеке бумалар бойынша қабаттардың газдылығы; жұмыс істеу аймақтарында, сондай-ақ тірек тау қысымы (ТТҚ) және жоғары тау қысымы (ЖТҚ) әсер ету аймақтарында метанның десорбция жылдамдығы.

193Д₆-с конвейерлік штрегінде "Тентек" шахтасында болған көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы.

193Д₆-с конвейерлік штрегінде "Тентек" шахтасында 02.06.2008 ж. 4 сағат 17 минутта орын алған көмір мен газдың кенеттен лақтырылыс себептері туралы сараптамалық қорытынды. 193Д₆-с конвейерлік штрек жер бетінен 542 м тереңдікте 14 м² қимасы бар КСП-32 ұңгілеу комбайнымен жүргізілді. Д₆ қабатының табиғи газдылығы 22 м³/т.т.м. Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы кезінде Қазбатің ұзындығы 167 м болды, кенжарға 1200 м³/мин таза ауа берілді. Болжамдық амплитудасы 12-13 м №18 лақтырылыстарды 193Д₆-с конвейерлік көлбеуінен бұрылыстан 260 м қашықтықта табу жоспарланған болатын, ал көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы кезінде шығарылымға дейін 95 м қалды.

Кенжардан қазба барысында геологиялық барлау ұңғымаларының бұталары диаметрі 80 мм, ұзындығы 30-40 м, 5-6 дана мөлшерінде бұрғыланды, олар көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы кезінде қазба кенжарының алдында геологиялық бұзушылықтар мен газ коллекторларын анықтамады.

193Д₆-с конвейерлік штректе көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы сәтінде лақтырылысқа қарсы іс-шаралар – қабаттың төменгі бітелген бумасы бойынша диаметрі 200 мм озық ұңғымаларды бұрғылау орындалды. Бұл кезде 193Д₆-с конвейерлік штрегінде алты адам болған. Төртінші озық ұңғыманы бұрғылау кезінде қазбаның төменгі оң жақ бөлігінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы орын алды.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының негізгі себептері келесі жағдайлар болды. Қазбаның кенжарының болжанбайтын геологиялық бұзылу аймағына кіруі – төменгі тартылған көмір бумасының арқасында қабатты үрлеу,

мүмкін, қабатты бұғу. Жоғары қысымдағы бос газдың көп мөлшері физюниттен – 13%, витриниттен – 56,7% тұратын төменгі қабат көмірінің петрографиялық құрамымен түсіндіріледі. Көмір массивінде сорбцияланған газ тау қысымынан 22 м³/т.т.м. табиғи газдылығынан 80%-ға дейін түсіру кезінде еркін күйге ауысады, яғни көмірден шамамен 17 м³/т бөлінеді.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алғашқы сәтінде коллектордағы газ қысымы лақтырылысы қысқа уақыт ішінде орын алды, яғни вакуумдалды, бұл коллекторға метанның қосымша газ ағынына ықпал етті.

Бұл тасталған тау-кен массасының тоннасына бос метанның жоғары қатынасын түсіндіреді – 413 м³/т, ол 10 МПа жоғары қысыммен 9,5 м³/сек жылдамдықпен дайындық қазбасына жеткізілді, 100 с ішінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының негізгі кезеңінде 107 м қазба тасталған көмірмен толтырылды, оның ішінде 67 м толық қимаға (төбедағы алшақтық – 0,5 м). Шығарылған көмір массасының ұзындығы 40 м, көлбеу бұрышы 8 градус, тасталған көмір негізінен бекінісі 0,3 ш.б. дейін (Протодьяконов бойынша) және фракциясы 0,3/0,5 мм болатын қабаттың төменгі тартылған қорабынан кен қазбасының төбесіндегі шамалы саңылауға (0,5 м дейін) қарамастан, газдың жоғары қысымымен орын ауыстырған ұсақ (күйе күйіне дейін) фракцияның салдарынан қиындық туғызбай қазбаның бойымен қозғалғанын көрсетеді.

Тиеп жөнелтілгеннен кейін тасталған көмір массасы 1017 мың тонна (1045 м³) құрады.

Ұзындығы 2,7 м болатын кенжардың төменгі оң жағында қуыс табылды, биіктігі бір метр, қазбаның төменгі бөлігіне ұзындығы 0,5 м, 13 м биіктікке кетеді, бұл газ коллекторы көмір қабатының ағызу бөлігінде қазба табанының астында оң жақ бұрышта болғанын түсіндіреді.

"Қазақстандық" шахтасында көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы.

2017 жылғы 31 тамызда 04 сағат 21 минутта (№59) лақтырылыс болды, 350 м тереңдіктен лақтырылыстар бойынша қауіпті Д₆ қабаты – "Кассинский". Тереңдігі – 636 м, 332Д₆-з №1 желдету түйіспесі.

Өндіру туралы мәліметтер: П-110 комбайнмен үңгілеу тәсілі; жарықта қазудың қимасы – 13,1 м²; лақтырылыс алдында орындалатын жұмыстар – үңгілеу, үзілген тау-кен массасын тиеу және қума метрін металл арқалы бекітпемен және анкерлік бекітпемен бекіту; лақтырылыстарға қарсы күрес шаралары (паспорт бойынша); лақтырылыс қауіпінің ағымдағы болжамы; барлау ұңғымаларын бұрғылау; озық ұңғымаларды бұрғылау.

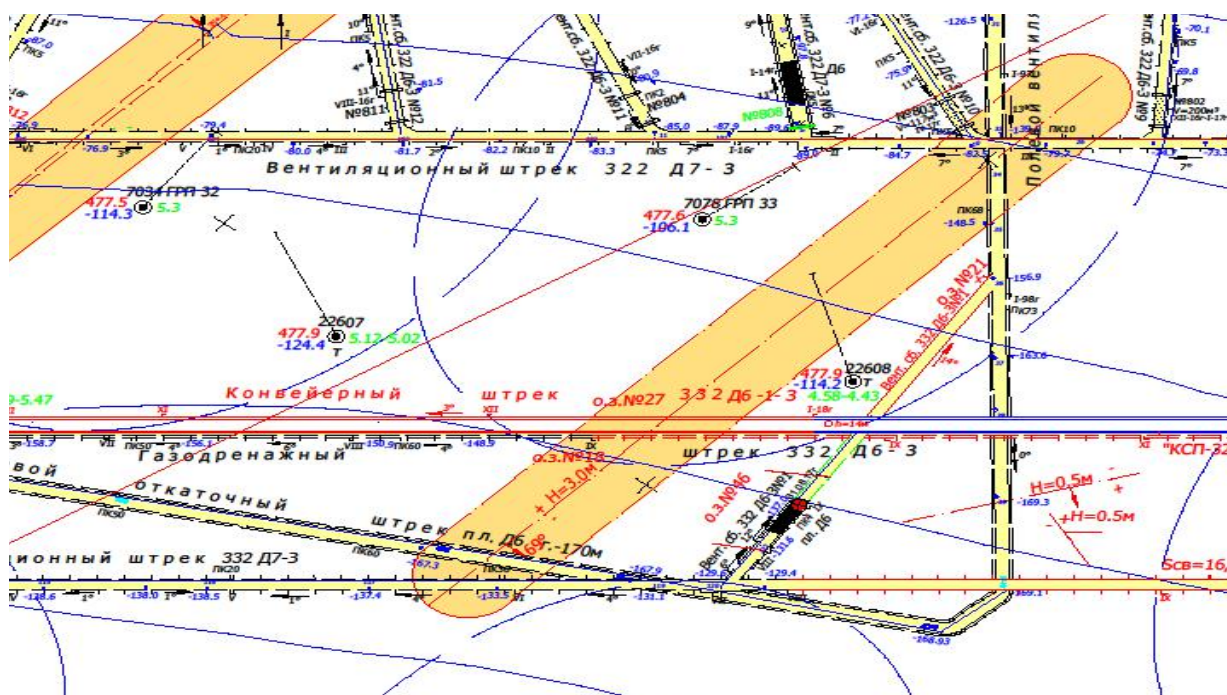
Кенеттен лақтырылыс себептері. Бұрын қазбалармен кесілген трассасы дұрыс анықталмаған "тастау" жарылыстық тектоникалық бұзылыстың әсері. Геологиялық барлау ұңғымалары бойынша қатпарлы бұзылулардың болуы. Авария кезінде қазбаны жүргізу кезінде осы аварияның пайда болуына әсер етуі мүмкін қабаттың гидравликалық сыну (ҚГС) ұңғымасының шартты әсер ету аймағынан 16 м қашықтықта кенжардың болуы.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысынан, тау жыныстарының лақтырылыстан кейін болатын апат.

Лақтырылысқа қауіптілік көрсеткіштері. Геологиялық бұзылыстардың қиылысу аймақтарында жыныстар сынған, каолинизацияланған, тұрақсыз, құлауға бейім. Шығарылатын жердегі көмір беріктігінің коэффициенті – 0,47. Шығарылатын жердегі көмірдің газ берілуінің бастапқы жылдамдығының көрсеткіші – 10 ш.б.

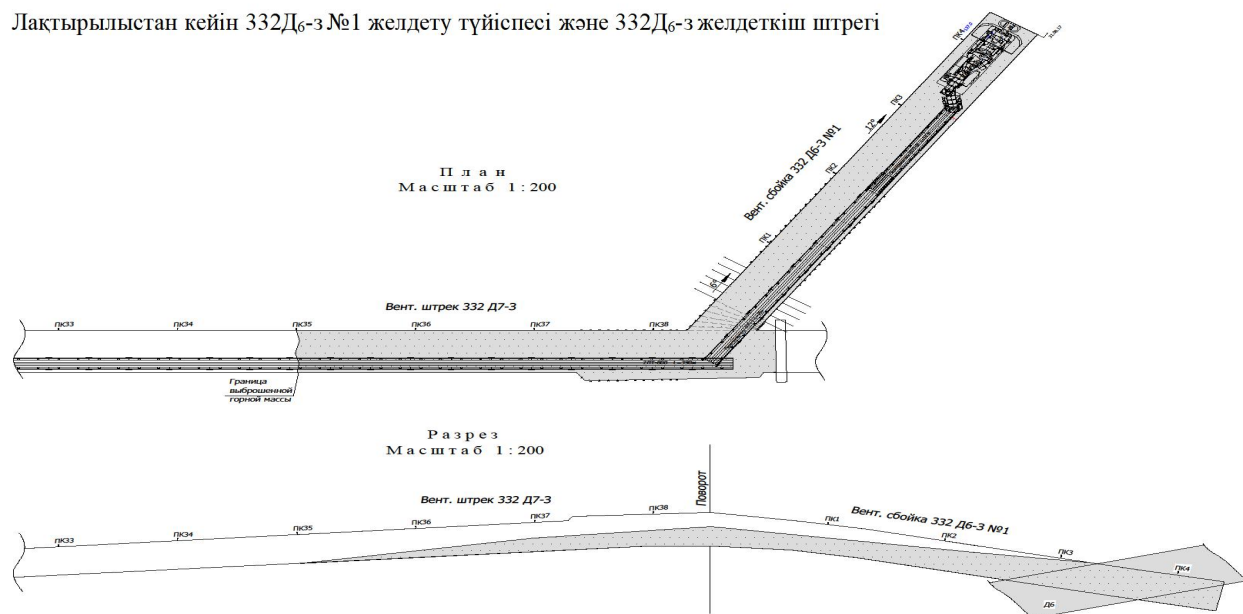
Қабаттың және бүйір жыныстардың сипаттамасы: қабаттың қуаты: орташа – 5,4 м; лақтырылыс орнында – 5,4 м; құлау бұрышы – 12-80°; газдылық – 21,0 м³/т; газ қысымы – 0,18 МПа; ұшпа шығымы – 29,4%; көмірдің ылғалдылығы – 1,5%; төбе жыныстары-аргиллит 0,3 м, алевролит 32 м, құмтас 1,8 м; табан жыныстары – алевролит 7 м, алевро-құмтас 4 м, аргиллит 7 м; құмтас 20 м; лақтырылыс орнындағы геологиялық бұзылулар: авариялық қазбаны жүргізу трассасынан 140-150 метр қашықтықта Д₆ қабаты бойынша орналасқан қатпарлы бұзылулардың болуы. Қорғаныс қабаты, ескерту белгілері және ЖТҚ аймағы – жоқ. Шығарылған көмірдің мөлшері – 842 м³. Қосымша бөлінген метанның көлемі – 161645,41 м³. Көмірді лақтырылыс қашықтығы – 84 м, 332Д₆-з №1 желдету түйіспесі .

"Қазақстандық" шахтасының батыс блогының Д₆ қабатының тау-кен жұмыстары жоспарының көшірмесі (3.1-сурет), ал 3.2-суретте – лақтырылыстан кейін 332Д₆-з №1 желдету түйіспесінің күйі көрсетілген.



Сурет 3.1 – "Қазақстандық" шахтасының батыс блогының Д₆ қабатының тау-кен жұмыстары жоспарының көшірмесі

Лақтырылыстан кейін 332Д₆-з №1 желдету түйіспесі және 332Д₆-з желдеткіш штрегі



Сурет 3.2 – 332Д₆-з №1 желдету түйіспесіндегі лақтырылған көмір массасының кенеттен лақтырылысынан кейінгі күйі

"Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысынан қауіпті қабаттарда тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу жөніндегі нұсқаулыққа" сәйкес қабаттың қиылысуы пайдалану барлау ұңғымаларын бұрғылаумен және Д₆ қабатын өңдеуге газдренажды ұңғымаларын бұрғылаумен жүргізілді. Лақтырылысқа қарсы іс-шаралар "332Д₆-з №1 желдету түйіспесін ашу, қиылысу және Д₆ қабатынан шығу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысымен күрес жөніндегі іс-шаралар паспортына" сәйкес орындалды.

Лақтырылыстар қауіптілігінің болжамы және кенеттен лақтырылыстарды болдырмау жөніндегі іс-шаралар "№1 332Д₆-з желдету түйіспесінің Д₆ қабатын ашу, қиылысу және одан шығу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарымен күрес жөніндегі іс-шаралар паспортына" сәйкес орындалды. Резервуарды газдренажды ұңғымалармен өңдеудің 3 кезеңі қарастырылған. Өңдеудің бірінші кезеңі (19.06.2017 ж. № 29-07/13-234 КарНИИПБ қорытындысына сәйкес Д₆ қабатына норма бойынша 5 м қауіпсіз қашықтықтан) 28.07.2017 ж. бастап 10.08.2017 ж. дейін жүргізілді, тұйықта 17 м (тұйықтың жалпы ұзындығы 640 м), 50 газдренажды ұңғымасы бұрғыланды, бұрғылау кезінде газдинамикалық құбылыстар байқалмады, өңдеу толық көлемде жүргізілді. Өңдеудің екінші кезеңі 15.08.17 ж. бастап 20.08.2017 ж. дейін жүргізілді, тұйықта 28,25 м (тұйықтың жалпы ұзындығы 651,25 м), 30 газдренажды ұңғымасы бұрғыланды, бұрғылау кезінде газдинамикалық құбылыстар байқалмады, өңдеу толық көлемде жүргізілді. Өңдеудің 3 кезеңі 44,75 м тұйықта (тұйықтың жалпы ұзындығы 667,75 м), ауысымның басында 0,75 м ұңғыма қалды. лақтырылысқа қарсы іс-шаралардың тиімділігін бақылау 2 ауысымда 27.08.2017 жылы жүргізілді, болжамның нәтижесі "қауіпті емес" ($R_1=-8,6$, $g_1=1,4$ л/мин; $R_2=-8,6$, $g_2=1,4$ л/мин, $R_3=-8.09$, $g_3=2,1$ л/мин). 30.08.2017 ж. 4-ші ауысымның басында қауіпсіз аймақ 0,75 м құрады.

3.2 Лақтырылысқа қауіпті қабаттарды өндейтін көмір шахталарындағы газ жағдайларын және газдылықты зерттеу

Газдылық және газ қысымы. Ленин атындағы, "Қазақстандық" және "Тентек" шахталарында іріктелген Д₆ қабатындағы, сондай-ақ Күзембаев атындағы шахтада К₁₀ а қабаты көмір сынамалары өңделді.

Ленин атындағы шахтада сынамаларды іріктеу 403Д₆-1з көлбеу конвейерлік штректен Д₆ қабатына бұрғыланған ұңғымадан жүргізілді. Сынамалар төменгі қазбамен құрғатылған аймақтан, сондай-ақ алдын ала газсыздандыру әсеріне ұшырамайтын аймақтан алынды. Газды талдау жалпы табиғи газдың 19,4 м³/т және құрғатылған аймақтағы жалпы газдың 4,5 м³/т мәнін көрсетті. Алдын ала газсыздандырылған аймақтан тыс жерлерде газдылықтың едәуір ұлғаюы байқалды.

"Қазақстандық" және "Тентек" шахталарының Д₆ қабатындағы көмір сынамаларының жалпы газдылығын талдау нәтижелері 10,7 және 17,2 м³/т шамасындағы мәнді көрсетті. Күзембаев атындағы шахтаның К₁₀ қабатындағы көмір сынамаларының жалпы газдылығын талдау нәтижелері 10,9 және 17,2 м³/т шамасындағы мәнді көрсетті, алынған газдылық мәндері мен көмір маркасының негізінде 1 және 4,5 МПа аралығындағы газ қысымының есептік мәні алынды. Сорбция изотермаларын анықтау жүргізілді.

Десорбция қасиеттері. Ленин атындағы, "Тентек" және Күзембаев атындағы шахталарда көмір сынамалары алынды. Зертханада К_t және q₀₋₁ мәндерін анықтау үшін сынамалар деректеріне талдау жүргізілді. Бұл талдаулар неміс стандартына сәйкес жүргізіледі. Метанның адсорбциясы 0,5 МПа қысыммен жүреді. Содан кейін қысым алынады және белгілі бір уақыт аралығында бастапқы газ лақтырылыс көлемін волюмометриялық өлшеу жүргізіледі.

К_t мәні десорбцияның шексіз аз мөлшерін білдіреді және газдың бастапқы жылдамдығын сипаттайды. К_t мәні метанның десорбция процесінің уақытша сипаттамасын беретін түзудің көлбеу бұрышының жанамаі болып табылады. К_t өлшеу нәтижелері 5 классқа бөлінеді, олар келесідей анықталады: 0-класс (k_t = 0,61-0,68) – қарапайым көмір. 1-класс (k_t < 0,61) – тығыз көмір. 2-класс (k_t > 0,68-0,75) – кернеулі көмір. 3-класс (k_t > 0,75–0,82) – газдың кенеттен лақтырылысына бейім көмір, 1-кезең. 4-класс (k_t > 0,82) – газдың кенеттен лақтырылысына бейім көмір, 2-кезең.

Q₀₋₁ шамасы көмірдің десорбцияланатын газдылығын ескере отырып, десорбция жылдамдығының индикаторы болып табылады. Бұл қысым төмендегеннен кейін бірінші минутта көмірмен бөлінетін v₁ газдылығының фракциясы. Q₀₋₁ мәнінің критикалық мәні – 2,3 м³/т. осы мәннің асып кетуі газ бен көмірдің кенеттен лақтырылыс қаупін көрсетеді.

Көмірдің 16 сынамасына талдау жасалды. Салыстыру үшін, Күзембаев атындағы шахтадан көмірдің сынамалары Δρ мәнін анықтау мақсатында СпецШахтМонтажДегазация басқармасының зертханасында жасалды.

Қарағанды көмір бассейні метан мөлшері жоғары (газ ортасы) ресурстар саласы болып саналады. Қабаттардағы метанның мөлшері қол жеткізілген

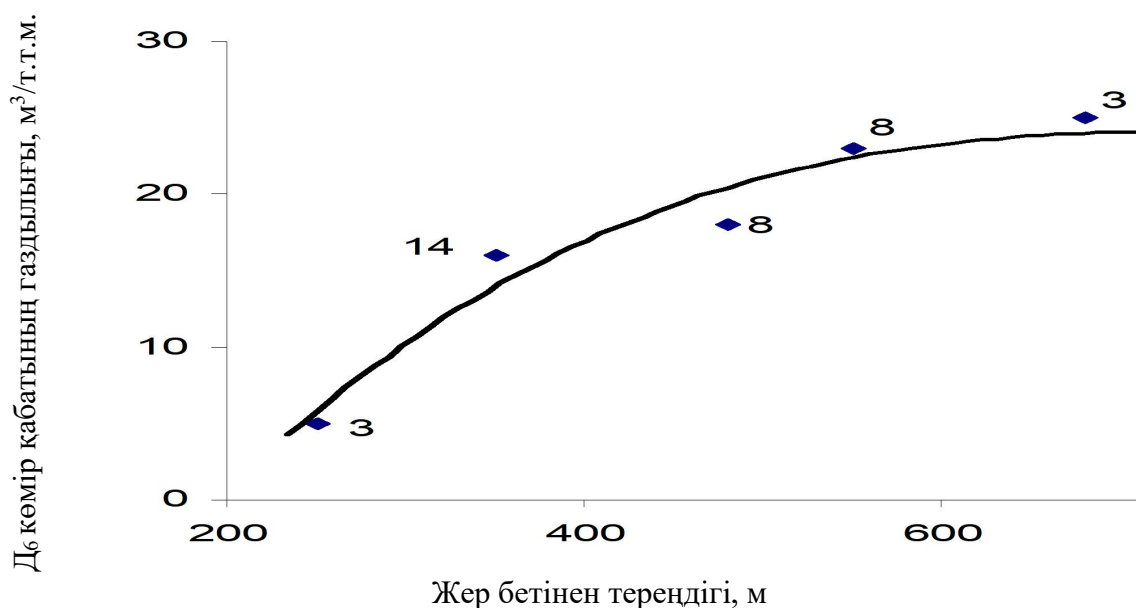
тереңдікте 15-20 м³/т құрайды және 22-27 м³/т шегінде 800 м дейін тереңдікте тұрақтанады.

Жер асты қазбасының тереңдігінің жоғарылауымен негізгі қабаттардағы газдың мөлшері артып, олардың газ өткізгіштігі төмендейді, бұл төменде 3.1-кесте түрінде көрсетілген [68-69].

Кесте 3.1 – Көмір өткізгіштігінің даму тереңдігіне тәуелділігі

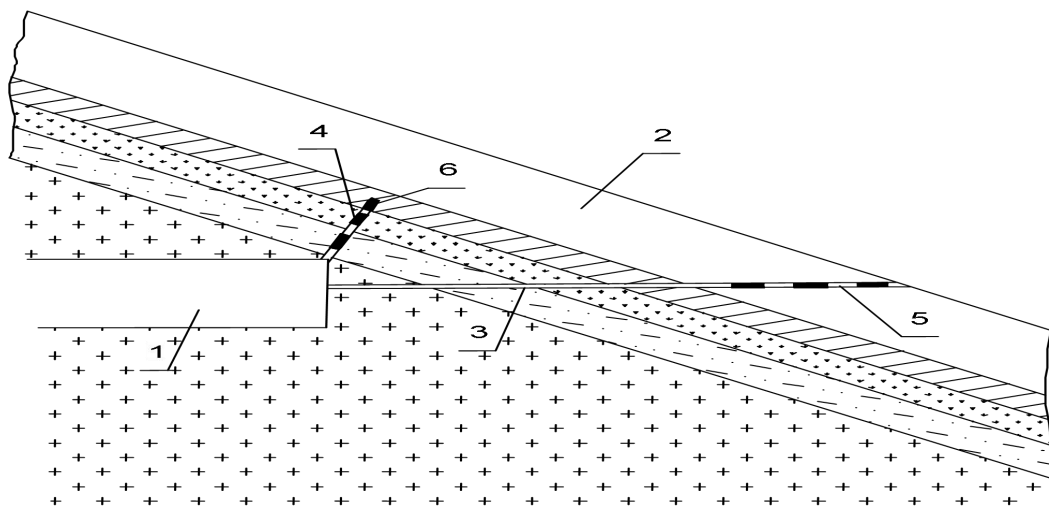
Қабат	Тереңдік, метр	Газөткізгіштік, 10 ⁻² мД
К ₁₀ - К ₁₂	400	1,51-2,77
	600	0,19-0,35
	800	0,05-0,09
Д ₁ - Д ₆	400	5,85-3,89
	600	0,75-0,50
	800	0,19-0,13
Д ₆	600	0,3-0,5

3.3-суретте Д₆ көмір қабатының газдылығының (X) күндізгі бетінен тереңдіктегі (H) өзгерісі және 3.4-суретте үлгілерді іріктеу схемасы көрсетілген.



Сурет 3.3 – Жер бетінің тереңдігінен (H) газдылығының (X) өзгеруі

Көмірдің табиғи газдылығын өлшеу нәтижелеріне талдау жүргізілді. Көмірдің табиғи газдылығын және физикалық-механикалық қасиеттерін (ылғалдылығы, күл шығымдылығы және ұшпа шығымдылығы) анықтау үшін DMT зертханасының ("АрселорМиттал Теміртау" АҚ ҚД СШМД басқармасы) көмегімен дайындық қазбаларында көмірдің сынамалары алынды: Ленин атындағы шахтада 403Д₆-1з конвейерлік бремсбергте, 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергте; Күзембаев атындағы шахтада 37К₁₀-в желдеткіш штректе, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штректе.



1 – квершлаг; 2 – қабат; 3, 4 – ұңғымалар; 5, 6 – көмір мен жыныстардың үлгілері

Сурет 3.4 – Көмір мен жыныстардың үлгілерін іріктеу схемасы

Десорбцияланатын газ-метанды өлшеу тастандылық қауіпті қабаттар бойынша тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде келесі ретпен жүргізілді.

Сынамалар қабаттық ұңғымаларды бұрғылау кезінде алынды. Табиғи газдылық аймағы басталған кенжардан 2-6 м және әзірленіп жатқан кенжардан 15-30 м қашықтықта орналасқан. Сынаманы іріктеу уақыты (T_1), сынамасы бар ыдысты жабу уақыты (T_2), сондай-ақ теспенің тереңдігі (сынаманы іріктеу жағдайы) сынама формулярына енгізілді. Сынама алу формулярына сондай-ақ шахталық ауа температурасының (T_v) және барометрлік қысымның (P_v), желдетілетін ауадағы метан концентрациясының (c_v) деректері енгізіледі.

Тау-кен қазбаларынан көмір қабатына бұрғыланған ұңғымалардан шахталық кернборникті пайдалана отырып (3.5 а-сурет) үш көмір сынамасын ала отырып, көмірден метанды десорбциялау процесіне шахталық және зертханалық зерттеулер жүргізілді, кейіннен оның десорбциясы процесінде бөлініп шыққан метанның көлемін айқындай отырып және сынама алу сәтінен бастап шығарып алынған газ көлемін қабат бойынша бұрғыланған ұңғымалардан герметикалық ыдысқа орналастырғанға дейін қалпына келтіре отырып (3.5 б-сурет) тау-кен – 7-ден 25 м-ге дейін) ұңғымалар арасындағы қашықтық 300 м-ден аспайтын (жұмсақ және көлбеу қабаттар үшін), көмір қабатының тау-кен геологиялық жағдайларына байланысты.

Көмір керндерін іріктеуге арналған ұңғыманы көмір массивіне енгізу тереңдігіне бұрғыланды, ол қазбаның көмір массивінің газдылық шамасына әсер ету аймағының көлемінен асып түсті (кемінде 25 м).

Көмір үлгілерін іріктеу үшін манометрлермен, бөлінген газ көлемін өлшеу үшін шарлы крандары бар бұрғыш штуцерлермен жабдықталған герметикалық ыдыстар қолданылды (3.5 в-сурет). Көмірдің газдылығын анықтау бойынша зертханалық зерттеулер көлемі 1500-3000 мл³ болатын ыдысқа газды десорбциялау әдісімен жүргізілді. Зертханалық жағдайда көмірден газдың десорбциясын зерттеу үшін 0,04-0,05 м өзектер

пайдаланылды. жалпы жағдайда ыдыстағы қысымның өзгеру мәні көмір қабатының температурасына, көмір түйіршіктерінің мөлшеріне және оның өткізгіштігіне байланысты болды. V_i таңдалған көмір сынамаларынан бөлінген газ көлемін өлшеу газ шығаратын түтіктің көмір сынамалары бар герметикалық ыдыстарға қосылды.



а – көмір қабаты; ә – сынама алу; б – манометрмен қысым бақылау

Сурет 3.5 – Көмір сынамаларын ала отырып, көмірден метанды десорбциялау процесін зерттеу

Жалпы газдылық адсорбцияланған $(q_s)_N$ және бос $(q_f)_N$ фракциялардың қосындысы ретінде анықталды:

$$(q)_N = (q_s)_N + (q_f)_N, \text{ м}^3/\text{т} \quad (3.1)$$

Газдың бос фракциясы шамалы, сондықтан әдетте ескерілмейді. Құрамындағы газдың адсорбцияланған фракциясы тікелей әдіспен анықталды. Бұл әдіске сәйкес адсорбцияланған газ фракциясы үш элементтің қосындысы болып табылады:

$$(q_s)_N = (q_1)_N + (q_2)_N + (q_3)_N, \text{ м}^3/\text{т} \quad (3.2)$$

мұнда $(q_1)_N$ – бұрғылау кезінде шығарылған және желдетілетін ауаға шығарылған газдың мөлшері резервуарды тесуге дейін;

$(q_2)_N$ – тасымалдау және сақтау кезінде сынамасы бар ыдысқа бөлінген газдың мөлшері;

$(q_3)_N$ – q_2 мәнді өлшегеннен кейін көмір сынамасындағы қалдық газ. q_{des} сіңірілетін газдылығы келесі теңдеу арқылы есептелді:

$$(q_{\text{des}})_N = (q)_N - (q_{1\text{bar}})_N, \text{ м}^3/\text{т} \quad (3.3)$$

$q_{1\text{bar}}$ мәні 2.1-бөлімде келтірілген ұшпа заттардың құрамына байланысты эмпирикалық формула бойынша есептелді.

Барлық мәндер қалыпты экологиялық жағдайлар үшін берілген.

Зертханалық талдау кезінде ауа температурасы (T_L) және барометрлік қысым (P_L) анықталды.

3.2, 3.3, 3.4, 3.5-кестелерде Ленин атындағы және Күзембаев атындағы шахталарда эксперименттік дайындық қазбаларын қазу ауданындағы қабаттың газдылығын анықтау нәтижелері келтірілген.

Кесте 3.2 – Ленин атындағы шахтада 403Д₆-1з конвейерлік бремсбергін жүргізу кезінде Д₆ қабатының табиғи газдылығын анықтау

Шұпр тереңдігі, м	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Күлділік A_{an} , %	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (зола>10%), м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (орташа мәні), м ³ /т
2,0	2,3	13,7	2,3	2,3	16,5
4,0	2,4	13,4	2,4	2,4	16,6
6,0	2,6	58,5	2,6	2,6	16,7
7,0	3,6	20,3	3,6	3,5	16,8
17,0	17,4	20,0	17,4	16,8	17,4
18,0	17	6,0	-1	17,1	17
20,0	17	20,5	17	17,1	17
Десорбцияланатын газ (орташа мәні)					17,1
1 бар қысымдағы газдылық					2,3
Жалпы газдылық					19,4

Кесте 3.3 – Ленин атындағы шахтада 404Д₆-1з желдету бремсбергті жүргізу кезінде Д₆ қабатының табиғи газдылығын анықтау

Шұпр тереңдігі, м	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Күлділік A_{an} , %	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (зола>10%), м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (орташа мәні), м ³ /т
2,0	6,5	23,8	6,5	6,5	
4,0	12,5	32,6	12,5	12,5	
6,0	13,6	14,3	13,6	13,6	
8,0	14,8	15,9	14,8	14,8	14,8
10,0	13,9	17,2	13,9	13,9	13,9
12,0	9,8	24,5	9,8	9,8	
14,0	9,5	12,3	9,5	9,5	
16,0	8,7	20,3	8,7	8,7	
18,0	6,8	9,9	-1	6,8	
20,0	15,7	20,4	15,7	15,7	15,7
Десорбцияланатын газ (орташа мәні)					14,8
1 бар қысымдағы газдылық					2,3
Жалпы газдылық					17,1

Осылайша, зертханалық жолмен анықталған десорбцияланатын метанның мөлшері: 403Д₆-1з конвейерлік бремсбергте – 17,1 м³/т, 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергте – 14,8 м³/т, 37К₁₀-в желдеткіш штрегінде – 1,3 м³/т, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрегінде – 14,5 м³/т, ал зерттелетін көмір сынамаларының жалпы газдылығы тиісінше 19,4; 17,1; 4,0; 17,2 м³/т.

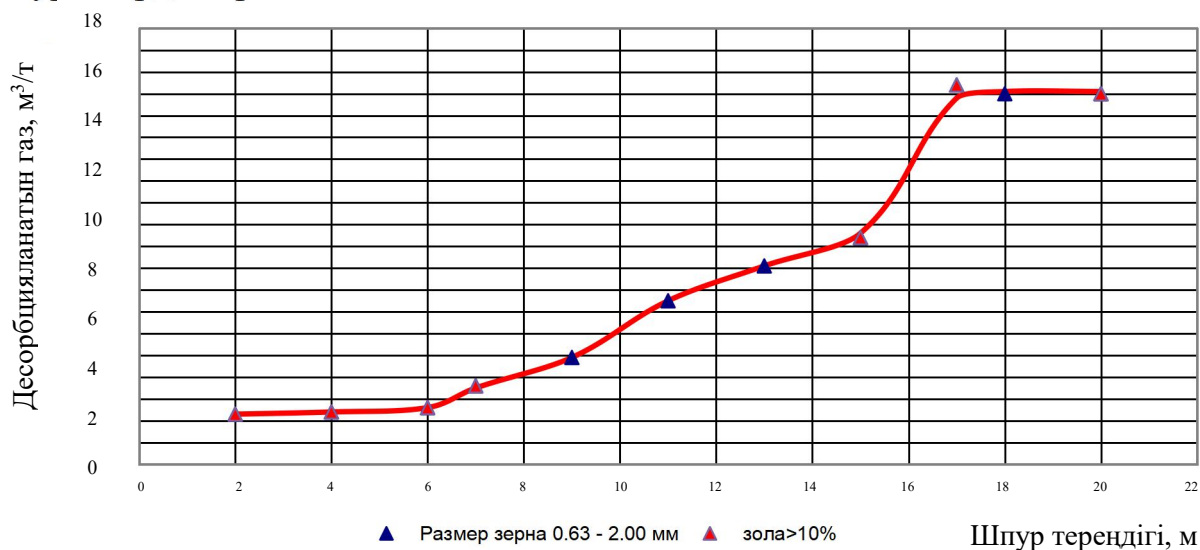
Кесте 3.4 – Күзембаев атындағы шахтада 37К₁₀-в желдеткіш штрек жүргізу кезінде К₁₀ қабатының табиғи газдылығын анықтау нәтижелері

Шпур тереңдігі, м	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Күлділік A_{an} , %	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (зола>10%), м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (орташа мәні), м ³ /т
10,0	1,3	27,1	1,3	1,3	1,3
20,0	1,4	16,9	1,4	1,3	1,4
12,0	1,4	30,6	1,4	1,3	1,4
14,0	-0,3	10,4	-0,3	1,3	
16,0	1,3	32,4	1,3	1,3	1,3
17,0	1,2	12,3	1,2	1,3	1,2
18,0	0,5	32,5	0,5	1,3	
19,0	1,1	16,5	1,1	1,3	1,1
Десорбцияланатын газ (орташа мәні)					1,3
1 бар қысымдағы газдылық					2,7
Жалпы газдылық					4,0

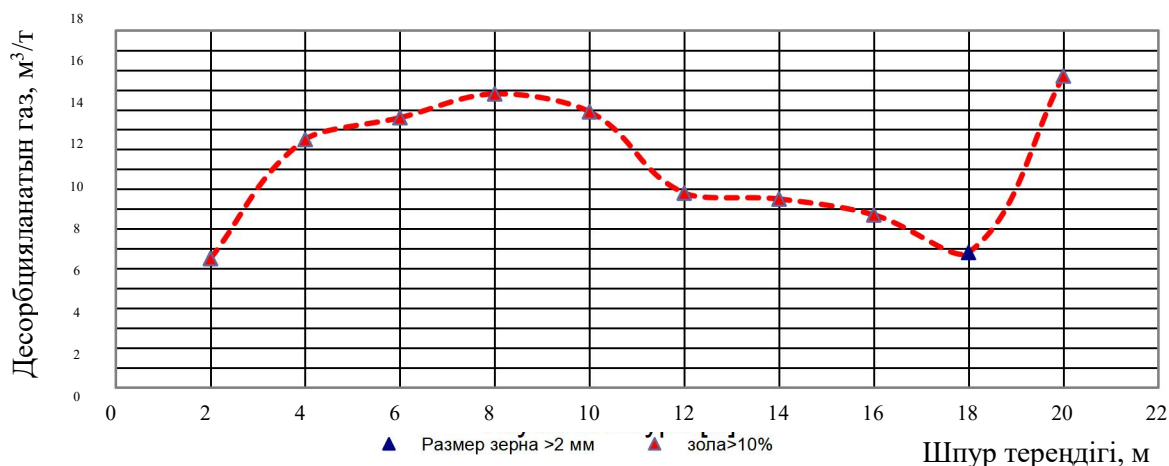
Кесте 3.5 – Күзембаев атындағы шахтада 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрек жүргізу кезінде К₁₀ қабатының табиғи газдылығын анықтау нәтижелері

Шпур тереңдігі, м	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Күлділік A_{an} , %	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (зола>10%), м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N , м ³ /т	Десорбцияланатын газ (q_{des}) _N (орташа мәні), м ³ /т
16,0	14,2	35,0	14,2	14,5	14,2
20,0	13,3	18,3	13,3	14,5	13,3
21,0	14,7	7,5	-1	14,5	14,7
Десорбцияланатын газ (орташа мәні)					14,5
1 бар қысымдағы газдылық					2,7
Жалпы газдылық					17,2

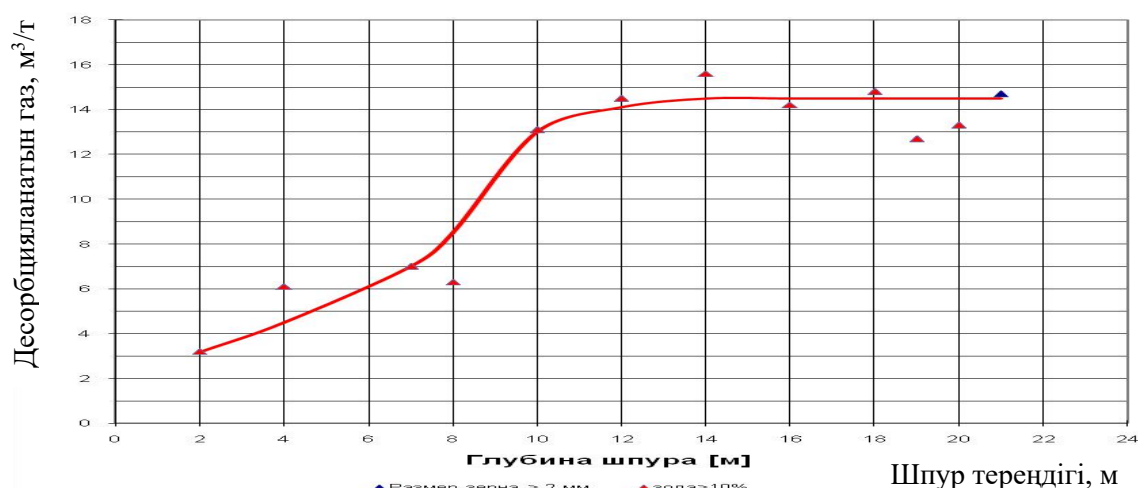
Десорбцияланатын метан мөлшерінің шпур тереңдігіне тәуелділігі 3.6, 3.7, 3.8-суреттерде көрсетілген.



Сурет 3.6 – Десорбцияланған метан мөлшерінің шпур тереңдігіне тәуелділігі (403Д₆-1з конвейерлік бремсберг, Ленин атындағы шахта)



Сурет 3.7 – Десорбцияланған метан мөлшерінің шпур терендігіне тәуелділігі (404Д₆-13 желдеткіш бремсберг, Ленин атындағы шахта)



Сурет 3.8 – Десорбцияланған метан мөлшерінің шпур терендігіне тәуелділігі (37К₁₀-В жұптық желдеткіш штрек, Күзембаев атындағы шахта)

Озық ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін массивтің деформациясы мен газ лақтырылыс тиімділігін теориялық зерттеу.

Тау-кен жұмыстарының бассейнде жеткен терендігінде комбайндармен қазбаларды жүргізу кезінде лақтырылыс күшінің ең жоғарғы есептік шамасы 270-300 т аспайды ($H=600-700$ м және $f=0,22$ кезінде). Іс жүзінде бассейн шахталарында салмағы 550 т және 1200 т дайындық қазбаларының кенжарларында жер бетінен 500 м дейінгі терендікте көмір лақтырылыстары орын алды.

Қабаттарды ашу кезінде ВостНИИ лақтырылыстарының ең жоғары есептік массасы белсенді және пассивті күштердің қатынасын сипаттайтын R_B лақтырылыстар қаупінің көрсеткішіне кенеттен лақтырылыстар кезінде шығарылған көмір мөлшерінің тәуелділігі анықталды:

$$F=16R^{0,71}, \quad (3.3)$$

мұнда $R_B = F_a - F_n$; F_a – кенеттен лақтырылысты бастауға тырысатын нақты Белсенді күштердің мөлшері;

F_n – дайындық қазбаларын жүргізу кезінде шығарындының шығуына кедергі келтіретін меншікті күштердің шамасы, Н/м².

Белсенді және пассивті күштердің шамасы бірқатар табиғи және технологиялық факторлардан анықталады: игерудің тереңдігі, көмір қабатындағы газдың қысымы, қабаттың қуаты, бұзылмаған және бұзылған учаскелердің көмір беріктігінің коэффициенті, алынатын кірудің мөлшері, қазбаның жылдамдығы және қазбаның көлденең қимасының өлшемдері.

3.6-кестеде Қарағанды бассейнінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының 19 жағдайы үшін тең әсер ететін белсенді және пассивті күштердің есептік деректері келтірілген.

Кесте 3.6 – Қарағанды бассейнінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының 19 жағдайы үшін әсер етуші белсенді және пассивті күштердің есептік деректері

Қазбаның атауы	Газдинамикалық құбылыс күні	Қазбаны жүргізу жылдамдығы, м / тәулік	Ұлғаю алаңы, м ²	Тау-кен жұмыстарын жүргізу тереңдігі, м	Интенсив-тілігі	Белсенді күш шамасы, кН	Пассивті күш шамасы, кН	Белсенді және пассивті күштердің қатынасы
					ақаулық ұзындығы, м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Батыс блогының ±0 м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың адам беткейі	03.12. 1980 г.	2,3	52,3	450	2/13	890	176	5,06
Батыс блогының ±0 м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың рельстік еңісі	27.01. 1981 г.	2,3	38	436	2/9	532	142	3,74
Батыс блогының ±0 м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың рельстік еңісі	13.10. 1981 г.	2,0	96,4	480	3/16	1220	239	5,10
Батыс блогының ±0м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың жылжымалы штрегі	30.01. 1982 г.	2,1	40,0	482	3,3/12,5	907	140	6,5
Батыс блогының ±0м горизонты жоғарғы жақтың адам еңісі	30.02. 1982 г.	2,2	59,4	482	0,7/11	1155	183	6,3

3.6-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	22.06. 1982 г.	3,2	38,5	285	0,4/11	171	162	1,04
25Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	01.07. 1982 г.	3,0	42,0	274	0,3/12	221	173	1,28
26Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	02.08. 1982 г.	3,2	35,0	295	0,4/10	238	151	1,58
+120 м горизонты Д ₆ қабатының 2-ші шығыс конвейерлік штрегі	25.08. 1982 г.	4,4	34,0	546	0,3/8	490	137	3,58
27Д ₆ -1 в желдеткіш бремсберг	26.08. 1982 г.	3,3	30,0	280	0,6/10	190	157	1,26
23Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	11.09. 1982 г.	2,7	35,0	312	0,5/10	272	151	1,80
23Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	13.09. 1982 г.	3,3	52,5	313	1,2/15	424	207	2,05
23Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	18.09. 1982 г.	2,5	28,8	316	0,4/8	238	134	1,77
23Д ₆ -1 в конвейерлік бремсберг	13.10. 1982 г.	2,0	35,0	317	1,2/10	246	151	1,63
+120 м горизонты Д ₆ қабатының 2-ші шығыс конвейерлік штрегі	02.07. 1983 г.	2,8	45,0	347	1,5/13	429	156	2,74
±0м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың конвейерлік штрегі	17.08. 1983 г.	2,4	40,5	476	2/10	924	151	6,12
±0м горизонты Д ₆ қабатының жоғарғы жақтың конвейерлік еңісі	15.09. 1983 г.	2,2	40,5	476	2,6/9,5	931	151	6,17
22Д ₆ -1ц желдеткіш бремсберг	09.11. 1983 г.	2,7	33,75	360	1,3/10	408	142	2,87
22Д ₆ -1ц конвейерлік бремсберг	04.01. 1984 г.	2,5	28,0	360	0,4/8	349	128	2,72

"АрселорМиттал Теміртау" АҚ КД Ленин атындағы шахтасының шарттары мысалында газ бойынша жерасты жағдайларына зерттеулер жүргізілді.

Ленин шахтасындағы Д₆ қабатының жоғарғы қабаты жылтыр, күшті көмір кливажынан тұрады. Бұл айқын бағытталған дренажға байланысты күтіледі. Қуаттылығы 0,5-тен 1,5 м-ге дейін өзгеретін қабаттың төменгі қабаты қатты ығысу бұзылысына ие және өте жұмсақ. Газ қысымы кем дегенде 4,5 МПа құрайды, көмірдегі газдың мөлшері 18-ден 19 м³/т-ға дейін, қабат құрғақ, көмірдің төменгі қабаты дренажды қолданбай лақтырылыстар үшін өте қауіпті болып саналады. Өткізгіштігін өлшеу бастапқы өткізгіштігі 0,1 мД-ден аз болған кезде дренаж деңгейіне байланысты кең нәтиже берді.

Қарағанды көмір бассейні газ деңгейіне қатысты екі сегментке бөлінген. Біріншісінде 250 м тереңдікте $10 \text{ м}^3/\text{т}$ жететін газ бар, содан кейін қисықтың жұмсақ бөлігіне жетеді, ал екіншісінде сол тереңдікте 18-ден $24 \text{ м}^3/\text{т}$ -ға дейін газ бар, содан кейін тегістеледі.

Газдылық және диффузия коэффициенті туралы мәліметтер. Табиғи газдылық 18-ден $19 \text{ м}^3/\text{т}$ -ға дейінгі диапазонда, оның ауытқуы $6,7 \text{ м}^3/\text{т}$ -дан 15 м-ге дейін, қазбаның бүйірінен $9,1 \text{ м}^3/\text{т}$ -дан 60 м-ге дейін және $14,1 \text{ м}^3/\text{т}$ -ға дейін 75 м-ге дейін артады. Жоғарғы қабаттан алынған сынамалар үшін диффузия коэффициенттері $1,1 \times 10^{-12}$ -ден $1,4 \times 10^{-11}$ -ге дейінгі диапазонда, орташа ауытқуы $1,6 \times 10^{-12} \text{ м}^2 \text{с}^{-1}$.

Гранулометриялық құрам және геометрия. Бөлшектердің геометриясын анықтау және бөлшектердің мөлшерін талдау үшін ұңғымадан Д₆ қабатының жоғарғы және төменгі қабаттарынан алынған сынамалар алынды. Жоғарғы және төменгі қабаттардан сынамалар мөлшері 0,6 мм-ден кем бөлшектерден 66%-ға тұрады төменгі қабаттан сынама 0,1 мм-ден кем бөлшектерден 48%-ға тұрады, ал жоғарғы қабаттан сынама тек 0,1 мм-ден кем бөлшектерден 14%-ға ғана тұрады.

Үлкен бөлшектер негізінен диск пішініне ие болды, ал кіші бөлшектер текшелерге ұқсас болды. Жақтың ең кіші ұзындығының ең кішіге қатынасы Елек саңылауларының барлық диаметрлері үшін орташа есеппен 3:1 құрайды. 5,4:1-ден 6,4:1-ге дейінгі диапазондағы жақтың ең кіші ұзындығы мен жақтың ең үлкен ұзындығы арасындағы қатынас. Істік шамамен диск пішініне ие сынамалар массасының 43%-ы "ұсақ" бөлшектерден тұрады.

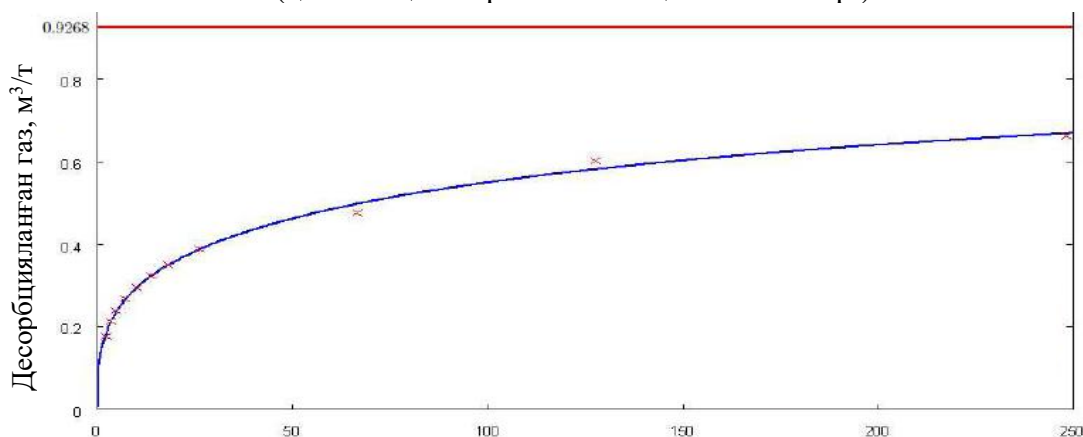
Бөлшектер негізінен дене тәрізді және дөңгелек пішінді болды. Ең кіші жағының ұзындығының ең кішіге қатынасы Елек саңылауларының барлық диаметрлері үшін шамамен 1.5:1-ден 1.7:1-ге дейін. Жақтың ең кіші ұзындығы мен жақтың ең үлкен ұзындығы арасындағы қатынас 2:1-ден 3:1-ге дейін. Бұл түйреуіш қырындан гөрі текшелерге ұқсас. Сынама массасының 66%-ы "ұсақ" бөлшектерден тұрды.

Көмір сынамаларының көмірлі ұсақ заттарының газдылығын анықтау процедурасы. Ұңғыма тереңдікке бұрғыланды және ауамен үрлеумен өңделді. Содан кейін бұрғылау шамамен 2 м-ден кейін ауа үрлеуді қолдана отырып басталды, бұл ұңғымадан ұсақ заттарды жоғары жылдамдықпен лақтырылысты қамтамасыз етті. Тік ұңғыманы бұрғылау кезінде ұсақ-түйек ұңғымадан тікелей арнайы науаны пайдаланып контейнерге шығарылды, ол кейіннен мөрленді. Көлденең ұңғымаларды бұрғылау кезінде Бұрғылау аяқталғаннан кейін көтерілген парусина бөлігіне ұсақ-түйек алынып, көмір кейіннен мөрленген контейнерге құйылды. Бұрғылау ортасы кейінгі талдау үшін уақыттың бастапқы сәті алынды.

0,5 МПа қысымына қатысты дренаж уақыты. Көмірдің өткізгіштігін жүргізілетін қазбаның алдындағы алаптың қашықтығынан төмендету бойынша тәуелділіктер алынды. 15-75 м қашықтықта 303Д₆-13 тіркелген газ десорбциясына қарсы модельденген газ десорбциясы (қабаттың жоғарғы бөлігінің істік өлшемі) – 3.9, 3.10, 3.11, 3.12-суреттерде көрсетілген.

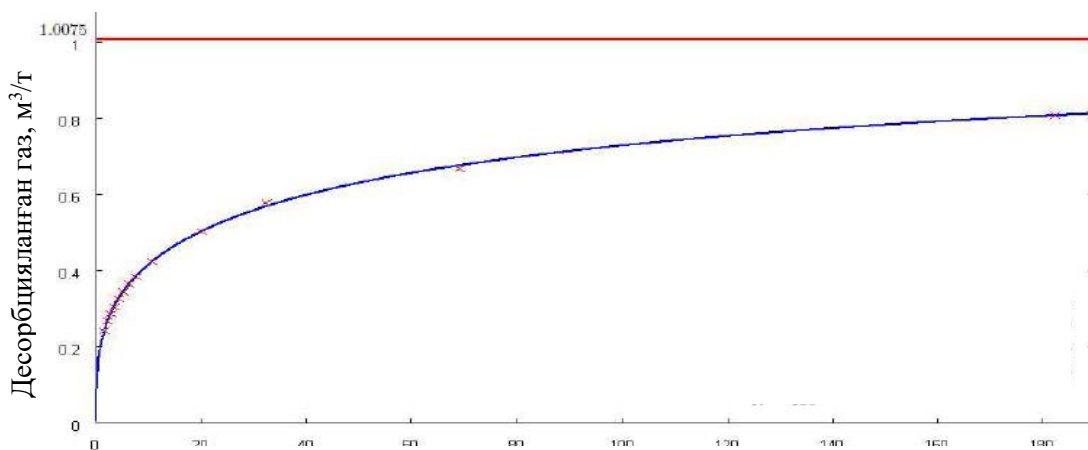
303Д₆-1з тіркелген газ десорбциясына қарсы модельденген газ десорбциясы -

15-75 м (қабаттың жоғарғы бөлігінің істік мөлшері)



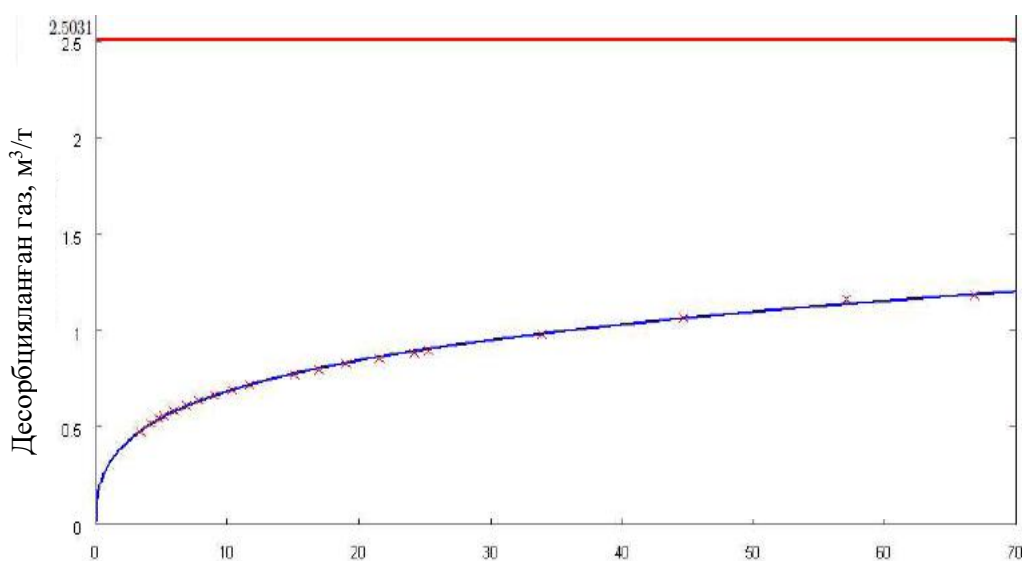
Уақыт (тау жынысын бұрғылау ортасынан бастап), мин

Сурет 3.9 – Кенжардан 15 м қашықтықта істікті десорбциялау



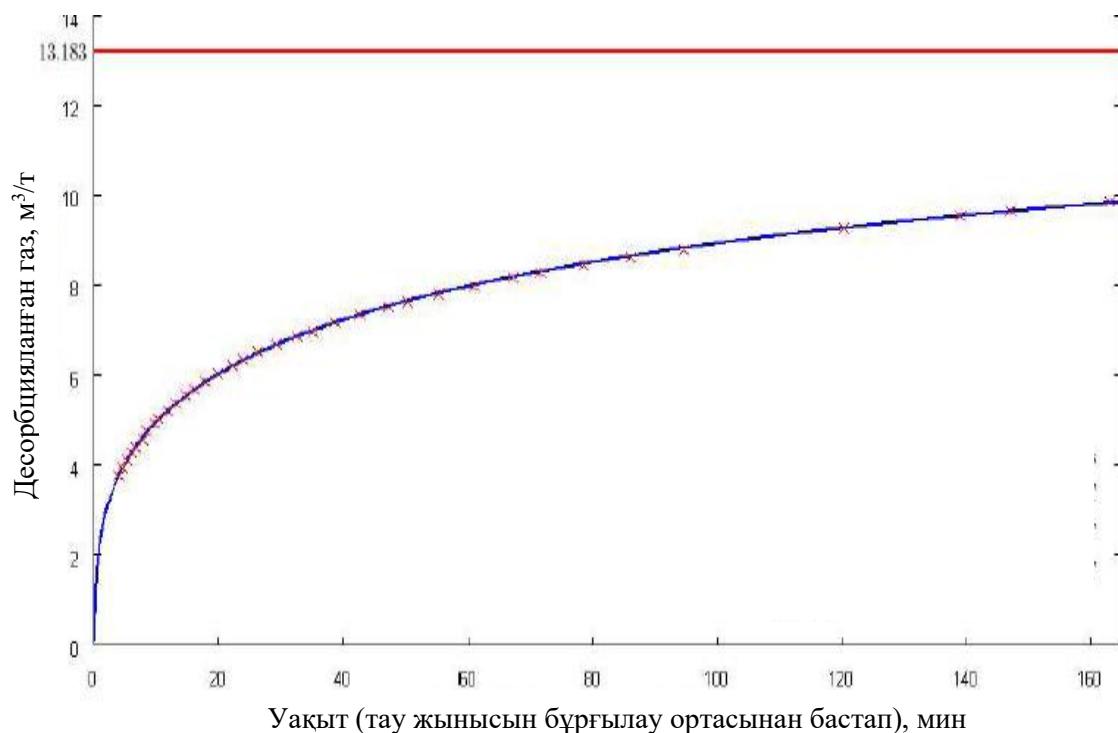
Уақыт (тау жынысын бұрғылау ортасынан бастап), мин

Сурет 3.10 – Кенжардан 30 м қашықтықта істікті десорбциялау



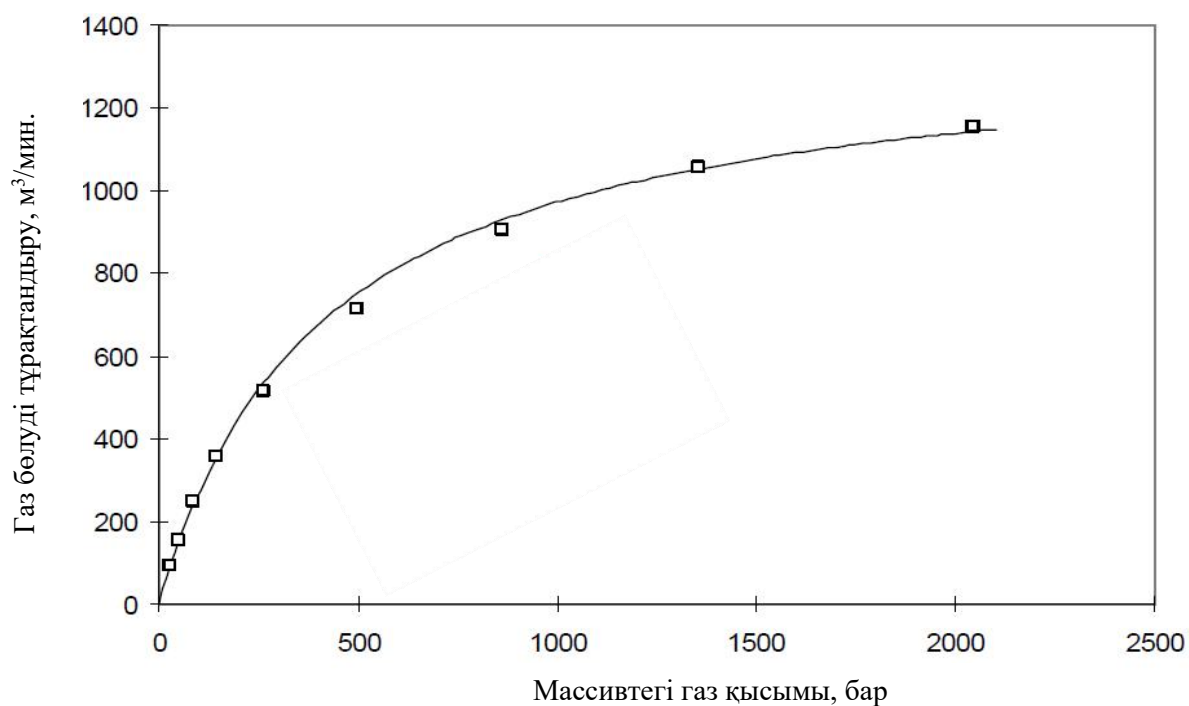
Уақыт (тау жынысын бұрғылау ортасынан бастап), мин

Сурет 3.11 – Кенжардан 60 м қашықтықта істікті десорбциялау



Сурет 3.12 – Кенжардан 75 м қашықтықта істікті десорбциялау

Метан адсорбциясының изотермасы алынды (3.13-сурет), көмір қабаттарын газсыздандырудан кейін метан бөлуінің азаюы.



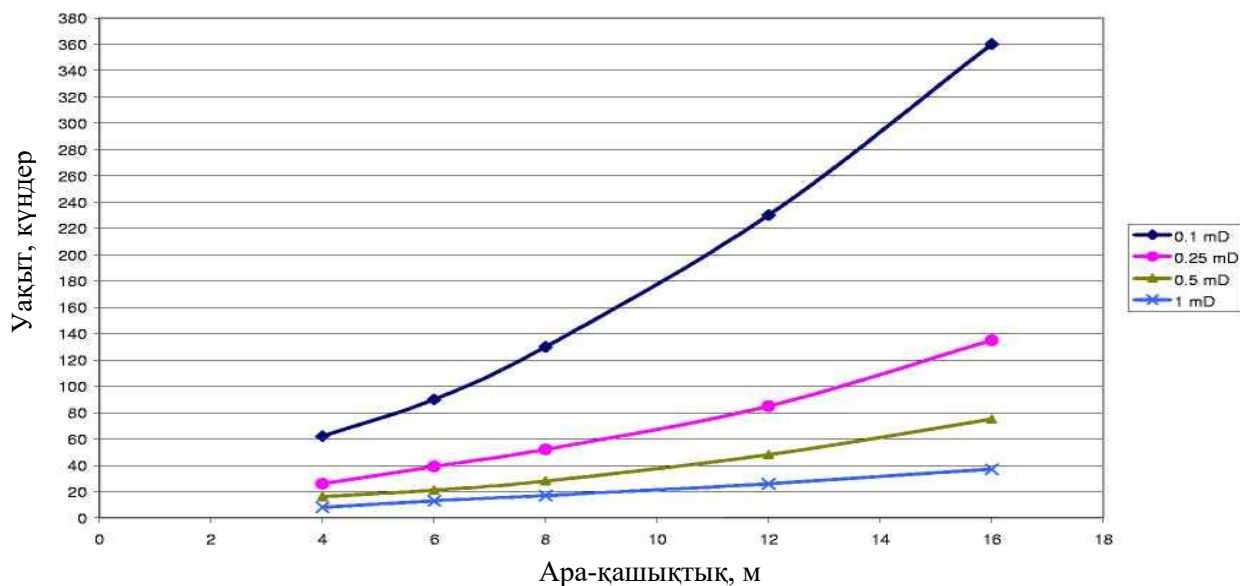
Сурет 3.13 – Көмір қабаттарын газсыздандырудан кейін метан бөлуінің азаюы

3.7-кестеде объектілер бойынша істікті десорбциялау бойынша жиынтық келтірілген.

Кесте 3.7 – Істік десорбциясы

Қабат	Сына- ма масса- сы (кг)	Q_2 өлше- мі (м ³ /т)	Q_3 өлше- нген (м ³ /т)	Q_2+Q_3 өлше- нген (м ³ /т)	Есептел- ген D (м ² /с)	Есеп- телген D шегі (м ³ /с)	Есеп- телген Q_1 (м ³ /т)	Есеп- телген Q_2+Q_3 (м ³ /т)	Орта мәні (м ³ /т)	Есептеу- мен са- лыстыр- ғанда өлшен- ген Q_2+Q_3	Есептел- ген Q_1 және өлшен- ген Q_2+Q_3
Нысан 2	1,85	0,59	0,28	0,9	1,26E ⁻¹²	0,93	0,18	0,75	3.00E ⁻⁰³	1,17	1,05
Нысан 2	2,65	0,76	1,21	1,9	3,16E ⁻¹²	1,01	0,24	0,77	1.10E ⁻⁰³	2,57	2,21
Нысан 2	3,68	2,28	1,22	3,5	1,37E ⁻¹¹	1,75	0,81	0,95	4.96E ⁻⁰³	3,71	4,32
Нысан 2	3,81	2,44	1,41	3,8	7,82E ⁻¹³	2,5	0,48	2,93	1.84E ⁻⁰³	1,9	4,32
Нысан 3	4,09	2,55	2,75	5,3	1,217E ⁻¹²	5,56	1,37	4,19	2.60E ⁻⁰³	1,26	6,67
Нысан 3	2,87	4,24	2,5	6,7	1,12E ⁻¹²	9,14	2,32	6,81	1.37E ⁻⁰³	0,99	9,36
Нысан 3	2,37	6,99	3,94	10,9	2,27E ⁻¹²	13,18	3,74	9,44	3.52E ⁻⁰⁹	1,16	14,87
Жоғарғы нысан 4	3,08	10,6	4,54	15,2	1,53E ⁻¹²	18,43	3,19	15,24	2.72E ⁻⁰³	1,0	18,39
-	-	-	-	-	3,14E ⁻¹²	орта	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	1,95E ⁻¹²	Геом. орта	-	-	-	-	-
Төменгі нысан 4	3,13	4,9	1,03	5,89	3,18E ⁻¹⁰	18,17	13,3	4,87	3,08E ⁻⁰³	1,21	19,19

3.14-суретте ұңғымалар арасындағы қашықтықты әртүрлі өткізгіштігі үшін дренаж уақытынан модельдеу нәтижелері көрсетілген.



Сурет 3.14 – Ұңғымалар арасындағы қашықтықты әртүрлі өткізгіштікке арналған дренаж уақытынан модельдеу

Газсыздандырудың мынадай параметрлері оңтайландыруға жатады: ұңғымалар арасындағы қашықтық және құрғату мерзімі. Тау-кен механикасын сандық модельдеу көмегімен d_6 қабаты мен газдренажды қазбалары арасындағы қашықтық максималды түсіру және қауіпсіз қашықтықты сақтау параметрлері бойынша оңтайландырылды [70].

3.3 Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қауіпті аймақтарын болжаудың қолданыстағы әдістері мен тәсілдері

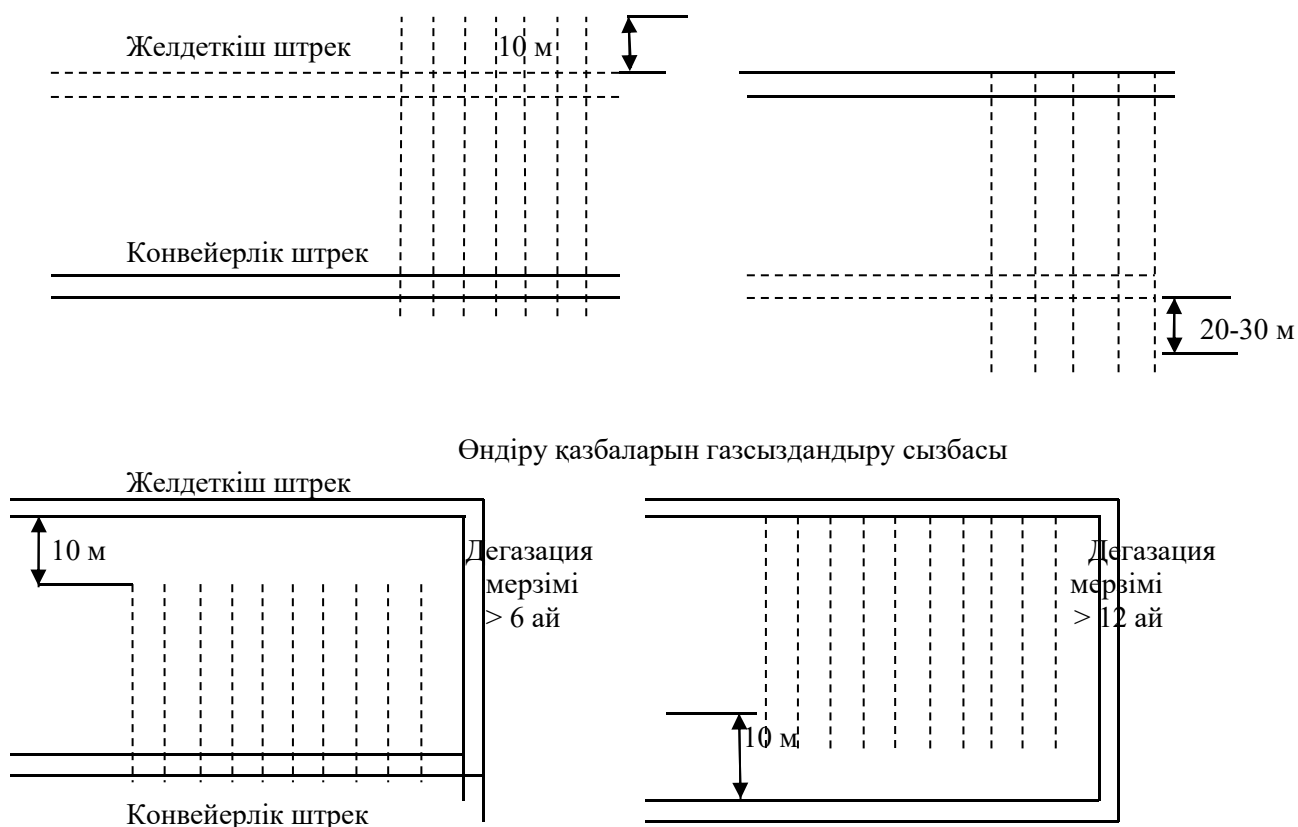
Қаттарды газсыздандыру қабаттың газдылығын көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмайтын қауіпсіз мәндерге дейін төмендету үшін қолданылады. газсыздандыру қабат бойынша бұрғыланған диаметрі 80 мм ұңғымалар арқылы немесе жыныс қабаты арқылы жүзеге асырылады.

Дайындық қазбаларындағы алдын ала газсыздандыру схемалары мен параметрлері төменде берілген.

Ұңғымалар көлденең, жоғары және төмен болады. Көлденең және көтерілетін ұңғымалар болашақ Қазба контурының артында 10 м, ал төмендейтіндер 20-30 м бұрғыланады. Тазарту қазбаларында ұңғымалар 10 м конвейерлік немесе желдеткіш штрекке дейін бұрғыланбайды.

Газсыздандыруды күшейту және газсыздандыру мерзімін қысқарту үшін жер асты қазбаларынан бұрғыланған ұңғымалар арқылы резервуардағы гидравликалық сыну қолданылады, содан кейін газсыздандыру ұңғымаларының гидравликалық сыну аймағына бұрғыланады.

Дайындық қазбаларын газсыздандыру сызбасы 3.15-суретте көрсетілген.



Сурет 3.15 – Қазба және дайындық қазбаларындағы алдын ала газсыздандырудың схемалары мен параметрлері

Қуатты қабаттың жоғарғы немесе төменгі қабаты бойынша қазбаларды газсыздандыру схемасы.

The diagram illustrates a road layout with various dimensions and sight triangles. Key features include:

- Top Section:** A horizontal line with a dimension of $3-20\text{M}$ indicated by a double-headed arrow.
- Left Side:** A solid-line structure with a semi-circular top, representing a building or barrier.
- Right Side:** A dashed-line structure with a semi-circular top, representing a building or barrier.
- Dimensions:**
 - A vertical dimension of 2.4 M is shown on the left side.
 - A horizontal dimension of 4 M is shown on the right side.
 - A horizontal dimension of 2 M is shown in the center.
 - A horizontal dimension of 4 M is shown on the right side.
- Bottom Section:** A horizontal line with a dimension of $20-40\text{ M}$ indicated by a double-headed arrow.
- Left Side (Bottom):** A solid-line structure with a semi-circular top, representing a building or barrier.
- Right Side (Bottom):** A dashed-line structure with a semi-circular top, representing a building or barrier.
- Sight Triangles:** Lines connect the top and bottom structures on the left to the top and bottom structures on the right, forming sight triangles.

Пайдалану және ағымдағы барлаумен геологиялық бұзушылық аймағында жұмыстар жүргізу.

Көмір бумаларының тектоникалық құрылымының өзгеруімен және резервуардың қуаты жоғарылаған немесе азайған кезде лақтырылыстар қауіпті деп саналады.

Қазбалардың бұзылуы қиылысқан кезде көмір қабатының жай-күйіне геологиялық бақылауды осы кенжарға бекітілген геолог тәулік сайын жүзеге асырады.

Пайдалану барлауы мыналарды қамтиды: геологиялық бұзушылық аймағында тау-кен жұмыстарын жүргізу 3 кезеңге бөлінеді: кенжардың оған жақындауы, қиылысуы және одан алыстауы.

Лақтырылысқа қауіпті қабат бойынша және қауіпті қабат бойынша геологиялық бұзушылық аймағында қазбаларды жүргізу кезінде диаметрі 80 мм ұзындығы 35 м 5 барлау ұңғымасын бұрғылау 10 м төмендемейтін озумен бір ұңғыма-қазбаның осі бойынша, екеуі – қазбаның контуры үшін барлау есебінен екі жағынан қазбаның осінен 20°-ға дейін бұрылатын көлденең жазықтықта 10 м-ге дейін және төбесі мен қабатының табаны қиылған тік жазықтықта екі ұңғыма бұрғыланады.

Геологиялық бұзылудан тыс қауіпті қабат бойынша қазбаларды жүргізу кезінде қазбаның ортасы бойынша ұзындығы кемінде 30 м кемімейтін 10 м озумен бір ұңғыманы бұрғылау қажет.

Кенжар тектоникалық бұзылу аймағына жақындағанда, одан өткенде және одан алыстағанда барлауды әрбір 20 м үңгілеу арқылы жүргізу керек.

Бұзылудың сипаты және қойнауқабаттың орналасуы туралы геологиялық қорытынды жасау кезінде тосқауыл, газсыздандыру және озық ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі ақпарат ескеріледі.

Лақтырылыс қаупі бар аймақтарды болжаудың қолданыстағы әдісіне салыстырмалы талдау жүргізілді.

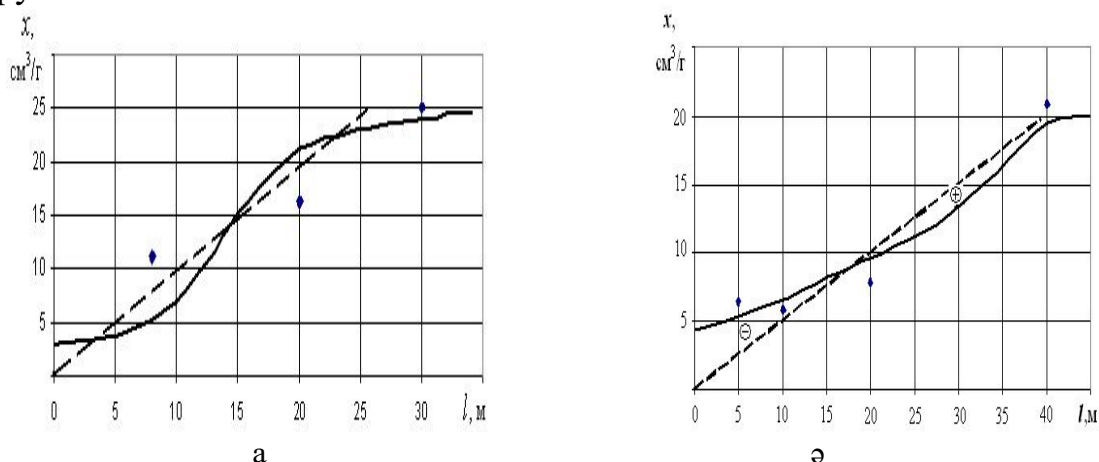
Тастық қауіптілік аймақтарын болжаудың қолданыстағы әдісінің және DMT компаниясының әдістерін пайдалану базасындағы баламаның салыстырмалы талдауы 3.8-кестеде келтірілген.

Кесте 3.8 – Газдылықты анықтау параметрлері

Қазба атауы	Табиғи газдылығы, x , m^3/t		Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпсіз газдылық мәні, x_0 , m^3/t	Газдылықтың қажетті төмендеуі, $x-x_0$, m^3/t	Далалық қазбадан бұрғыланған ұңғымалар есебінен газдылықты төмендету, x_0 , m^3/min
	қолданыстағы әдіс	DMT			
Ленин атындағы шахта					
403Д ₆ -1з конвейерлік бремсберг	17	16	15	1	2
404Д ₆ -1з желдеткіш бремсберг	15	14	14	1	2
Кузембаев атындағы шахта					
37К ₁₀ -в желдеткіш штрек	15	14	14	1	2
37К ₁₀ -в жұптық желдеткіш штрек	18,1	17,2	16	1	2

Көмір қабаттарының табиғи газдылығын айқындау жөніндегі міндеттерді шешу үшін осы ғылыми-зерттеу жұмысының шеңберінде бұрғыланған газсыздандыру ұңғымаларынан шығатын көмір істікшесінің сынамаларын тұмшаланған ыдыстарға іріктеу және зертханалық жағдайларда іріктелген Сынамадағы метанның мөлшерін айқындау бойынша іздестіру эксперименттік зерттеулері орындалды. Зертханалық талдау үшін көмір сынамаларын алу Күзембаев атындағы (К₁₀ және К₇ қабаты), Ленин атындағы (Д₆ қабаты), "Қазақстандық" (Д₆ қабаты) шахталарында жүргізілді.

334Д₆-1 конвейерлік штрегінің бүйір бетінен "Қазақстандық" шахтасына (3.17 а-сурет) және Ленин атындағы шахтаның 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергіне (3.17 ә-сурет) алыстаған кезде Д₆ қабатының газдылығының өзгеру сипаты белгіленген.



а – "Қазақстандық" шахтасында 334Д₆-1в конвейерлік штрек; ә – Ленин атындағы шахтасының 404Д₆-1з желдеткіш бремсберг

Сурет 3.17 – Бүйір бетінен алыстаған кездегі Д₆ қабатының газдылығы

Келтірілген мәліметтер конвейердің бүйір бетінде резервуардың газдылығы шамамен 3 $\text{m}^3/\text{т}$, ал 30 м тереңдікте ол 25 $\text{m}^3/\text{т}$ табиғи мәнге ие болатындығын көрсетеді.

№17 көтерілмелі ұңғыманы бұрғылау нүктесінде конвейерлік қазбамен ашу мерзімі 5 айды құрайды. Қойнауқабаттың осындай ашу кезеңінде газды дренаждаудың шартты белдеуінің ені 13 м құрайды.

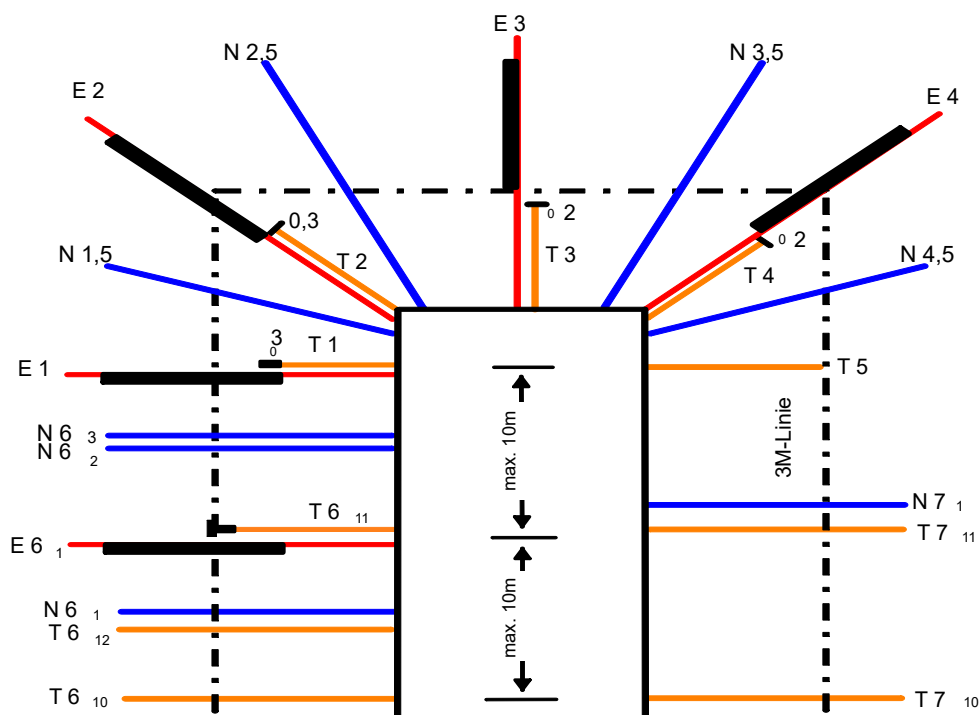
Ленин атындағы шахтасының 404Д₆-1з желдеткіш бремсберг үшін дренаждың шартты белдеуінің ені 20 м құрайды.

3.4 Дайындық қазбасының контурға жақын массивінің кернеулі күйін жеңілдету механизмі

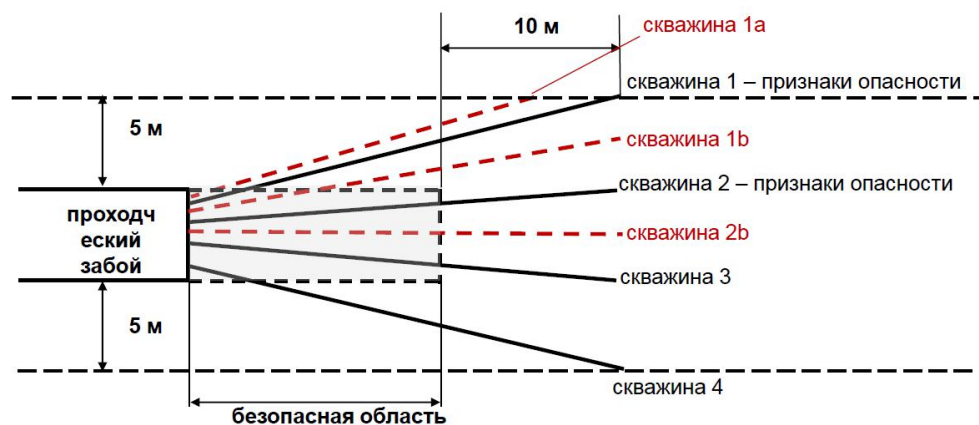
Дайындық қазбасындағы түсіру бұрғылау механизмі қарастырылды. Жетілдіру бойынша ұсыныстар: -100 м горизонттан төмен Д₆ қабаты бойынша тау-кен жұмыстарын дамыту бағдарламасын қайта қарау, жүргізілетін қазба контурында көмір массивін алдын-ала газсыздандыруды немесе қазбалардың жобалық контурының газсыздандырылған ұңғымаларымен кезек бойынша

өңдеуді ескере отырып, қабаттардың астындағы тау жыныстарын бұрғылауды ескере отырып жүргізу.

Кернеулі аймақтарда профилактикалық бұрғылауды қолдана отырып түсіру әдістері 3.18-суретте көрсетілген.



а



а

а – жоспар; а – профиль

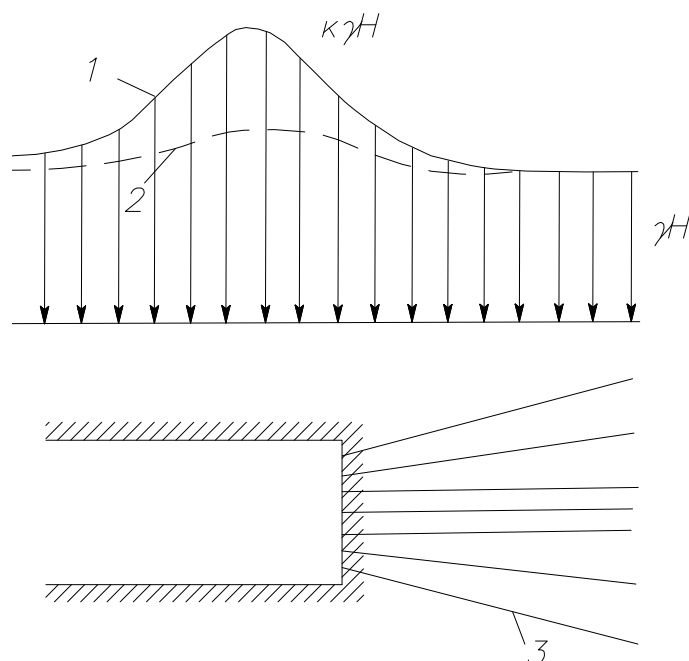
Сурет 3.18 – кернеулі аймақтарда профилактикалық бұрғылауды қолдану

"Қазақстандық" шахтасында газдинамикалық құбылыс кезінде бөлініп шыққан метанның көлемі бағаланды (3.9-кесте), ол жүргізіліп жатқан қазбаның алдында көмір массивіне әсер ету параметрлерінің әсерін көрсетті.

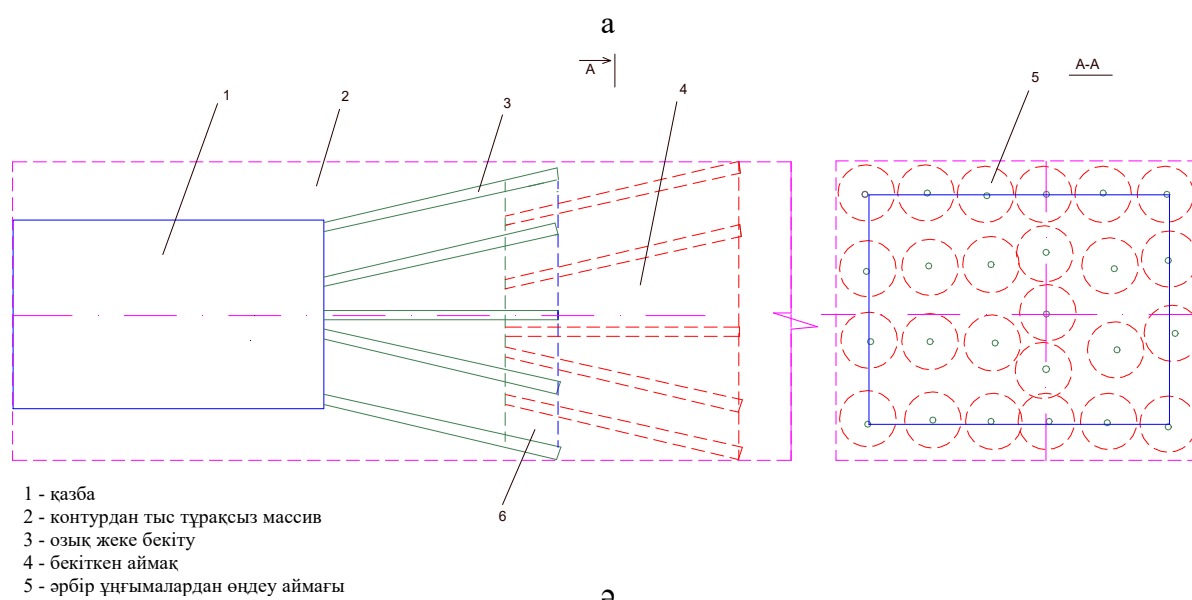
Кесте 3.9 – "Қазақстандық" шахтасындағы газдинамикалық құбылыс кезінде бөлініп шыққан метанның көлемі

Уақыт	Саны, мин	Фондық мәні	Метан концентрациясы %	Метан концентрациясы (фонды алып тастап) %	Ауа мөлшері, м ³ /мин	1 минут ішінде бөлінген метан мөлшері, м ³ /мин	Бөлінген метан мөлшері, м ³
04-34 – 04-38	4	0,35	34,1	33,75	3261	1100,59	4402,35
04-38 – 04-53	15	0,35	5	4,65	3261	151,64	2274,55
04-53 – 05-01	8	0,35	7,25	6,9	3261	225,01	1800,07
05-01 – 05-05	4	0,35	5	4,65	3261	151,64	606,55
05-05 – 05-12	7	0,35	6,5	6,15	3261	200,55	1403,86
05-12 – 05-20	8	0,35	5	4,65	3261	151,64	1213,09
05-20 – 05-23	3	0,35	6,5	6,15	3261	200,55	601,65
05-23 – 05-42	19	0,35	5	4,65	3261	151,64	2881,09
05-42 – 05-50	8	0,35	6	5,65	3261	184,25	1473,97
05-50 – 05-53	3	0,35	5	4,65	3261	151,64	454,91
05-53 – 06-08	15	0,35	10,2	9,85	3261	321,21	4818,13
06-08 – 06-12	4	0,35	5	4,65	3261	151,64	606,55
06-12 – 06-20	8	0,35	7,5	7,15	3261	233,16	1865,29
06-20 – 06-35	15	0,35	5	4,65	3261	151,64	2274,55
06-35 – 06-53	18	0,35	5,5	5,15	3261	167,94	3022,95
06-53 – 07-16	23	0,35	7,5	7,15	3261	233,16	5362,71
07-16 – 07-53	37	0,35	5	4,65	3261	151,64	5610,55
07-53 – 08-16	23	0,35	4,78	4,43	4320	191,38	4401,65
08-16 – 08-42	26	0,35	4,24	3,89	4320	168,05	4369,25
08-42 – 09-20	38	0,35	3,65	3,3	4320	142,56	5417,28
09-20 – 10-05	45	0,35	2,9	2,55	4320	110,16	4957,2
10-05 – 11-27	82	0,35	2,59	2,24	4320	96,77	7934,98
11-27 – 12-31	64	0,35	2,2	1,85	4320	79,92	5114,88
12-31 – 13-50	79	0,35	2,06	1,71	4320	73,87	5835,89
13-50 – 14-54	64	0,35	1,9	1,55	4320	66,96	4285,44
14-54 – 16-27	93	0,35	1,71	1,36	4320	58,75	5463,94
16-27 – 17-01	34	0,35	1,67	1,32	4320	57,02	1938,82
17-01 – 18-35	94	0,35	1,55	1,2	4320	51,84	4872,96
18-35 – 19-58	83	0,35	1,47	1,12	4320	48,38	4015,87
19-58 – 20-46	48	0,35	1,35	1	4320	43,20	2073,6
Барлығы:	4333 72,217 3,009						158789,4

3.19-суретте қазбаның кенжарынан қыртысты бұрғылау арқылы тау жыныстарының алдыңғы тау жыныстарын түсіру көрсетілген.



кернеулерді бөлу: 1 – бұрғылаусыз; 2 – бұрғылаудан кейін; 3 – ұңғымалар

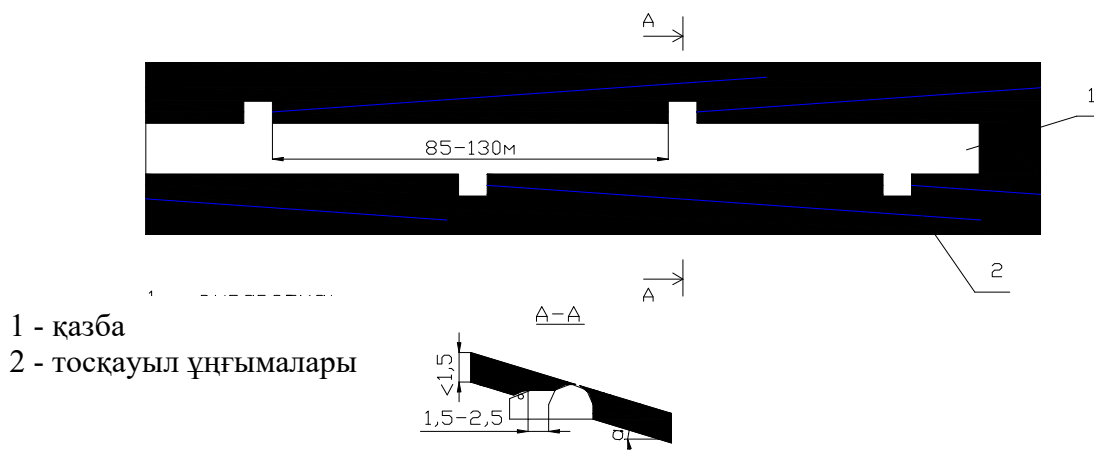


а – қабаттың жазықтықта; б – қазбаның барлық периметрі бойынша

Сурет 3.19 – Қазбаның кенжарынан қабатты бұрғылау арқылы жыныстарды түсіру

Дамыған қабаттарды алдыңғы қатарлы ұңғымалармен газсыздандыру жоғары газ өткізгіштігімен сипатталатын қуатты және орташа қуатты қабаттары бар шахталарда қолданылады. Көмір қабаты бойынша жүргізілетін қазбаларды жүргізу кезінде газ молдығы мен лақтырылыс қаупін төмендету үшін газды каптаждау мерзімі кемінде 6 ай тау-кен қазбаларын жүргізу басталғанға дейін көмір алабын алдын ала газсыздандыру жүзеге асырылады. көтерілмелі және көлденең ұңғымалар үшін кемінде 12 ай болашақ дайындық қазбаларының контурынан тыс бұрғыланатын төменгі ұңғымалар үшін.

Газсыздандыру мерзімін қысқарту мақсатында шахталық су құбырынан су ағызып, 30-40 м³/сағ жылдамдықпен 15-20 МПа басу арқылы айдалады (3.20-сурет).



Сурет 3.20 – Алдыңғы қатарлы ұңғымалармен қабаттың газ молшылығы мен лақтырылыс қауіпін төмендету

Үшінші бөлім бойынша қорытынды

Қарағанды көмір бассейнінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болу ерекшеліктерін белгілей отырып, лақтырылысқа қарсы іс-шаралардың газ жағдайлары мен контурлық алаптың газ кернеулі жай-күйіне зерттеу жүргізілді.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының негізгі себептері қазбаның кенжарының болжанбайтын геологиялық бұзылу аймағына кіруі болды – төменгі тартылған көмір бумасының арқасында қабатты үрлеу, мүмкін, қабатты бұгу. Жоғары қысымдағы бос газдың көп мөлшері физюниттен – 13%, витриниттен – 56,7% тұратын төменгі қабат көмірінің петрографиялық құрамымен түсіндіріледі. Көмір массивінде сіңірілген тау қысымынан 22 м³/т.т.м. жарамды газдылықтан 80%-ға дейін түсіру кезінде еркін күйге өтеді, яғни шамамен 17 м³/т көмірден бөлінеді.

"АрселорМиттал Теміртау" АҚ ҚД шахталарында лақтырылысқа қауіпті қабаттарды әзірлейтін көмір шахталарындағы газдылық және газ қысымы зерттелді. Ленин атындағы, "Қазақстандық" және "Тентек" шахталарында Д₆ қабатының, сондай-ақ Күзембаев атындағы шахтада іріктелген К₁₀ қабатының көмір сынамалары өңделді.

"Қазақстандық" және "Тентек" шахталарының Д₆ қабатындағы көмір сынамаларының жалпы газдылығын талдау нәтижелері 10,7 және 17,2 м³/т шамасындағы мәнді көрсетті. Күзембаев атындағы шахтада 10,9 және 17,2 м³/т аралығында мәнін көрсетті. Алынған газдылық мәндері мен көмір маркасының негізінде 1 және 4,5 МПа аралығындағы газ қысымының есептік мәні алынды.

Сорбция изотермаларын анықтау жүргізілді. "Тентек", Ленин және Күзембаев атындағы шахталарында көмір сынамаларын алумен десорбция сипаттамасы көрсетілген. Жер асты қазбасының тереңдігінің жоғарылауымен

негізгі қабаттардағы газдың мөлшері жоғарылайды және олардың газ өткізгіштігі төмендейді.

Әлемнің көптеген елдерінде ықтимал лақтырылыстарды анықтау үшін шекті мәндерді анықтау тәжірибесі бар. Германияда десорбцияланатын газдылық мәні ≥ 9 м³/т болған кезде ықтимал лақтырылыстардың болуы болжанады. Тектоникалық бұзылудан немесе жоғары қысымнан немесе газ лақтырылыс аномалиясынан туындаған төтенше резервуарлық кернеу болған жағдайда шекті мән 5,5 м³/т-ға тең белгіленеді. Сондықтан бұл тексеру лақтырылыстарды бағалау кезеңі ретінде қолданылады. Егер газдылық осы мәндерге жеткен немесе одан асып кеткен жағдайда, барлау бұрғылауымен, лақтырылыс қаупін болжауды бұрғылаумен және осы жағдайға арнайы бейімделген жүк түсіру бұрғылауымен үйлестіре отырып, кенеттен шығарынды қаупін ерте анықтау бойынша белгілі бір іс-шараларды орындау талап етіледі.

Кенеттен лақтырылыстардың алдын алу үшін "АрселорМиттал Теміртау" АҚ ҚД Қарағанды кәсіпорындарында жерасты қазбаларында бұрғылау келесі мақсаттарда орындалады: тектоникалық бұзылу аймақтарын және қабаттардың контурларын барлау; газ қысымын түсіру; лақтырылыс қаупін болжау және түсіру бұрғылауының тиімділігін бағалау.

Тау массивінің деформацияланған күйін ескере отырып, көмір қабаттарының газдылығы зерттелді.

Көмірдің табиғи газдылығын өлшеу нәтижелеріне талдау жүргізілді. Көмірдің табиғи газдылығын және физикалық-механикалық қасиеттерін (ылғалдылығы, күл шығымдылығы және ұшпа шығымдылығы) анықтау үшін ДМТ зертханасының ("АрселорМиттал Теміртау" АҚ ҚД СШМД басқармасы) көмегімен дайындық қазбаларында көмірдің сынамалары алынды: 403Д₆-1з конвейерлік бремсбергте, 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергте Ленин атындағы шахтада; 37К₁₀-в желдеткіш штрек, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрек Күзембаев атындағы шахтада.

Зертханалық жолмен анықталған десорбцияланатын метанның мөлшері: 403Д₆-1з конвейерлік бремсбергте – 17,1 м³/т, 404Д₆-1з желдеткіш бремсбергте – 14,8 м³/т, 37К₁₀-в желдеткіш штрегінде – 1,3 м³/т, 37К₁₀-в жұптық желдеткіш штрегінде – 14,5 м³/т, ал зерттелетін көмір сынамаларының жалпы газдылығы тиісінше 19,4; 17,1; 4,0; 17,2 м³/т.

Тау массивінің деформацияланған күйін ескере отырып, көмір қабаттарының газдылығы зерттелді. Дайындық қазбасының контурға жақын массивінің газ кернеуінің механизмінің суреттері жасалды.

Тау-кен жұмыстарының бассейнде жеткен тереңдігінде комбайндармен қазбаларды жүргізу кезінде лақтырылыс күшінің ең жоғарғы есептік шамасы 270-300 т аспайды (Н=600-700 м және f=0,22 кезінде). Іс жүзінде бассейн шахталарында салмағы 550 т және 1200 т дайындық қазбаларының кенжарларында жер бетінен 500 м дейінгі тереңдікте көмір лақтырылыстары орын алды.

Газсыздандырудың мынадай параметрлері оңтайландыруға жатады: диаметр, ұңғымалар арасындағы қашықтық және құрғату мерзімі.

Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылыс қаупі бар аймақтарды болжаудың қолданыстағы әдістері мен тәсілдері бағаланды. Барьерлік, газсыздандыру және озық ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдалану және ағымдағы барлаумен геологиялық бұзушылық аймағында жұмыстар жүргізу.

кернеулі аймақтарда профилактикалық бұрғылауды қолдана отырып, түсіру әдістерімен дайындық қазбасының контурға жақын массивінің кернеулі күйін қалыптастырудың мүмкін механизмі зерттелді.

Дамыған қабаттарды алдыңғы қатарлы ұңғымалармен газсыздандыру жоғары газ өткізгіштігімен сипатталатын қуатты және орташа қуатты қабаттары бар шахталарда қолданылады. Көмір қабаты бойынша жүргізілетін қазбаларды жүргізу кезінде газ молдығы мен лақтырылыс қаупін төмендету үшін тау-кен қазбаларын жүргізу басталғанға дейін көмір алабын алдын ала газсыздандыру жүзеге асырылады.

4 ТАУ-КЕН МАССИВІНІҢ ЖОҒАРЫ КЕРНЕУЛЕР АЙМАҚТА ОЗЫҚ ГАЗСЫЗДАНДЫРУ ҰНҒЫМАЛАРЫН БҰРҒЫЛАУДЫҢ ТИІМДІЛІКТІ ЗЕРТТЕУ

4.1 Дайындық қазбасы кенжардың алдындағы көмір қабатындағы кернеу өрістерін модельдеу

Шахтада кез-келген тау-кен қазбаларын жүргізу (ашу, дайындау, ойық) массивтің қалыптасқан тепе-теңдік жағдайына технологиялық араласу ретінде қарастырылады.

Массивтегі кернеулер-бұл барлық сыртқы күштердің әсерінен пайда болатын күш-жігердің қарқындылығы. Тау массивінде табиғи кернеулі-деформацияланған күй қалыптасады, оның компоненттері арнайы әдістермен, мысалы, түсіру әдісімен анықталады [71]. Бұл жағдай тау жыныстарының іргелес қалыңдығының қысымы мен жеке геологиялық түзілімдердің тектоникалық қозғалыс күштерінің әсерінен қалыптасады.

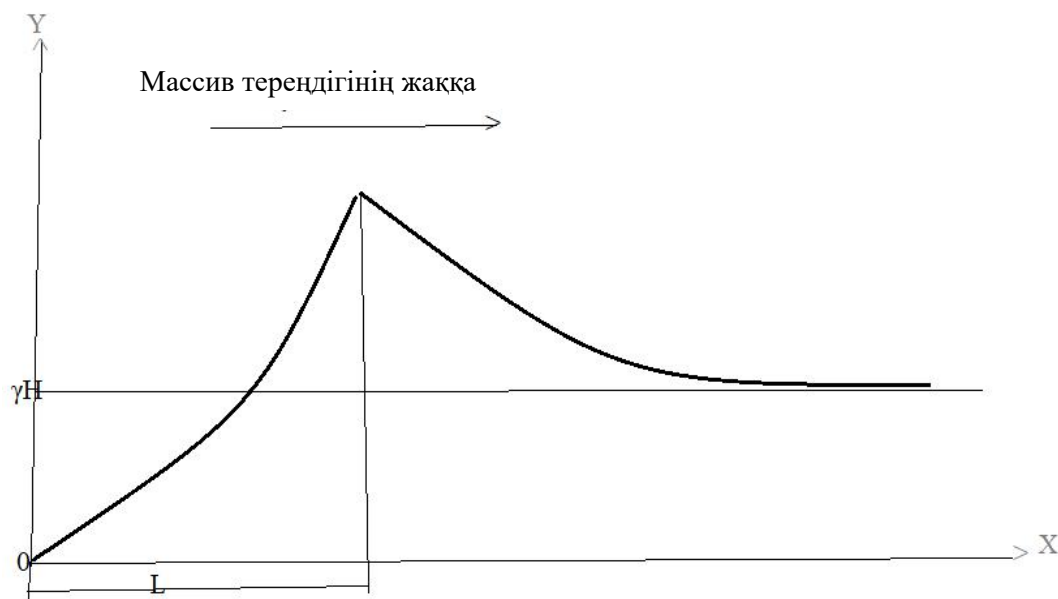
Тау-кен жұмыстарын жүргізу барысында қазбаның айналасындағы массивтің кернеулі-деформацияланған күйінің өзгеруі орын алады, оның компоненттері мен олардың сандық мәндері көптеген факторларға байланысты.

Жұмыста [72] тау жыныстарының массасында жұмыс кезінде кернеу өрісінің сипаты беттің алдындағы аймақта түзілетін көлемдік кернеулі күйден жазықтыққа өзгертіні байқалады. белгілі бір басым жұмыс ұзақтығы бар деформацияланған күй. Сондай-ақ, «жұмыстардың орта жазықтығындағы кернеулердің жазық деформацияланған күйге ауысуы жұмыстардың алдындағы кернеулердің одан әрі өзгеруінің болмайтынын көрсетеді» делінген.

Жұмыста [73] ұзындығы оның көлденең қимасының сипаттамалық мәнінен үш есеге жеткенде, бет алдындағы тау жынысы массасының кернеулі-деформациялық күйінің сипаты іс жүзінде ұзындығына тәуелсіз болатыны анықталды.

Бұл жұмыстардың авторлары, өкінішке орай, қалыпты және жанама кернеулердің олардың өзгеру аймағында және осы аймақтың өлшемдерінде таралуын зерттеудің егжей-тегжейлі нәтижелерін көрсетпейді. Белгілі монографияның [74] авторлары жұмыс бетінің алдындағы тау жыныстарының кернеулі күйінің вертикаль құрамдас бөлігінің өзгеруінің сапалық бейнесін көрсетіп, түсіндіреді. Олардың зерттеулерінің нәтижелері бойынша тік кернеу құрамдас бөлігінің максималды мәні шахтаның беткейінен белгілі L қашықтықта қалыптасады (4.1-сурет). Бұл максималды кернеулердің қашықтығы бірнеше метр болуы мүмкін екендігі атап өтілген (мүмкін шамамен шамамен) 10 м немесе одан да көп), беріктікке байланысты көмір қабаты, бірақ авторлар бұл қашықтықтардың сандық бағасын бермейді. Төменгі сызықтан жеткілікті үлкен қашықтықта вертикальды кернеу біртіндеп төмендейді және γH мәніне жақындайды.

Тау жыныстары массасының кернеулі-деформациялық күйінің сандық зерттеулерінде өзара перпендикуляр бағытта әрекет ететін негізгі қалыпты кернеулердің σ_1 және σ_2 екі құрамдас бөлігі әрқашан бөлінеді және анықталады.



Сурет 4.1 – Қазбаның кенжар сызығынан массивке терең тік кернеулердің бөлінуі

Әрине, массивтегі кернеудің тік компонентінің бұл классикалық негізделген таралуы қайта өңдеу шарттары үшін нақтылануы керек. Диссертациядағы зерттеу міндеттерінің аясында біз кенжар сызығынан жеткілікті қашықтықта массивтің жазық-деформацияланған күйі туралы тезисті ұстанамыз. Бұл сондай-ақ массивтегі қазбаның қимасының үш өлшемінен (мысалы, қазбаның диаметрі немесе ені) артық қашықтықта жазық тапсырма үшін кернеулі-деформацияланған күйі параметрлерінің сандық бағаларының алшақтығы көлемдік бағалардан 0,1% артық емес ерекшеленетіндігімен негізделген [75].

Сондықтан жазық кернеулі-деформацияланған күйді зерттеу кезінде массивтің тең емес компоненттік кернеулі күйінің моделі қабылданады, яғни $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ болған кезде σ_1 және σ_2 шамалары әрі қарай жазық қойылымдағы есепті шешу кезінде массивтегі бірінші және екінші негізгі кернеулер ретінде анықталады.

Сонымен қатар, негізгі қалыпты және жанама (ығысу) кернеулер орталық, төбе және табантың тегіс бөліктерінде әр түрлі болуы мүмкін. Дәл осы кернеулердің көмір мен негізгі жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерімен байланысы контурдың тұтастығы (беріктігі) немесе бұзылу жағдайын анықтайды. Массивтің терең қашықтығына байланысты сипаты бойынша әртүрлі кернеулердің өзгеруін неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу және осы негізде озық немесе барлау ұңғымаларын бұрғылау кезінде газ беруді өлшеу бөлігінде көмір массивінің кернеулі жай-күйін анықтау қажет.

Осы мақсатта массивті деформациялаудың жалпақ мәселесі шешіледі, ол бірінші кезеңде сыртқы бөлінген күштер мен ішкі массалық күштердің әсерінен белгілі бір физикалық-механикалық қасиеттері бар серпімді орта ретінде қарастырылады.

Серпімділік теорияларының позицияларынан массивтің кернеулі-деформацияланған күйін талдау кезінде тау жыныстарының қасиеттеріне қатысты келесі болжамдар қабылданады: тау жыныстары біртекті, яғни оның кез-келген ұсақ бөлшектерінің қасиеттері бірдей; тау жынысы изотропты, яғни физика-механикалық қасиеттері барлық бағытта бірдей және көрсетілген қасиеті жоқ материалдар анизотропты деп аталады; жүктемелердің белгіленген диапазонында тау жынысы идеалды икемділікке ие, яғни жүктемелер жойылғаннан кейін деформациялар толығымен жоғалады.

Серпімділік теориясының әдістері мен ережелеріне сәйкес [76-77] геомеханикада және құрылыс механикасында кернеу мен деформация материалдық ортадағы күш тепе-теңдігінің әсерінен пайда болады. Изотропты және изотермиялық жағдайларды ескере отырып, жазық тапсырмадағы кернеулер мен деформациялар арасындағы байланыс келесі түрде жазылуы мүмкін:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{pmatrix} = \frac{E}{1-\nu^2} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & (1-\nu)/2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \tau_{xy} \end{pmatrix} \quad (4.1)$$

мұнда σ_x және σ_y – XOY координаттар жүйесінде тиісінше X және Y бағыттардағы қалыпты кернеулер (МПа);

τ_{xy} – ығысу кернеулері, МПа;

E – орта материалдық серпімділік модулі, МПа;

ν – Пуассон коэффициенті (көлденең деформациялар).

Орта материалының деформациясы u және v қозғалыстарымен сипатталады, олар бойынша деформациялар X және Y координаталық осьтер бағытында анықталады:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \partial u / \partial x \\ \varepsilon_y &= \partial v / \partial y \\ \tau_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Күштер баланс теңдеуі түрінде беріледі:

$$\begin{aligned} -\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} - \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} &= K_x \\ -\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} &= K_y, \end{aligned} \quad (4.3)$$

мұнда K_x және K_y – массалық (немесе көлемдік) күштер.

Жоғарыда келтірілген қатынастардың тіркесімі жартылай туындылардағы эллиптикалық теңдеулер жүйесіне әкеледі:

$$-\nabla \cdot (c \otimes \nabla u) = k, \quad (4.4)$$

мұнда c – төрт матрица түрінде ұсынылатын төртінші дәрежелі тензор (2x2):

$$\begin{aligned} c_{11} &= \begin{pmatrix} 2G+\mu & 0 \\ 0 & G \end{pmatrix} \\ c_{12} &= \begin{pmatrix} 0 & \mu \\ G & 0 \end{pmatrix} \\ c_{21} &= \begin{pmatrix} 0 & G \\ \mu & 0 \end{pmatrix} \\ c_{22} &= \begin{pmatrix} G & 0 \\ 0 & 2G+\mu \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (4.5)$$

мұнда $G=2 \cdot (1+\nu)$ – ығысу модулі; параметр $\mu=2G \cdot \nu/(1-\nu)$;

$k=\begin{pmatrix} K_x \\ K_y \end{pmatrix}$ – көлемдік күштер векторы.

Жүргізілетін қазбаның модельденетін контурдан тыс массивінің кернеулі-деформацияланған күйін сипаттайтын дифференциалдық теңдеулер жүйесін (4.1) – (4.5) формулалары шешу инженерлік және ғылыми зерттеулер үшін арнайы әзірленген қатардан MATLAB интеграцияланған пакеті ортасында сандық әдіспен орындалды [78-80].

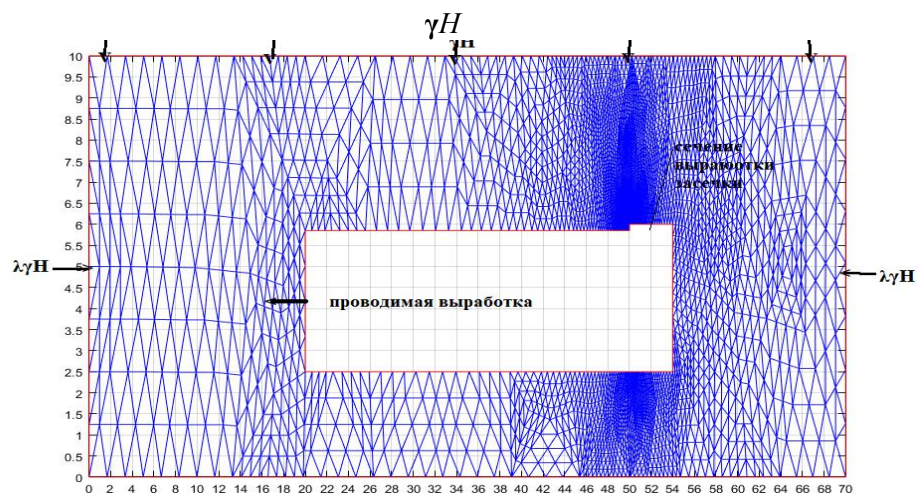
Шешімдерді орындағаннан кейін бағдарламалық модельдеу ортасы визуализация режимінде массивтің кернеулі-деформацияланған күйінің сипаттамаларының толық жиынтығының сандық мәндерінің графикалық өрістерін көрсетеді:

- массивтің кез келген нүктесінде тік, көлденең және толық ығысулар;
- тік, көлденең, негізгі және жанама кернеулер;
- тік, көлденең және негізгі салыстырмалы деформациялар.

Диссертациялық жұмыс тақырыбында зерттеулер үшін негізгі қажетті параметрлер келесідей: өзара перпендикуляр бағытта әрекет ететін бірінші және екінші негізгі қалыпты кернеулер σ_1 және σ_2 , (жалпы жағдайда координаталық осьтерге сәйкес келмейді), жанама кернеулері τ , көлденең және тік кернеулер σ_x және σ_y , негізгі салыстырмалы деформациялар ε_1 және ε_2 . кернеулі-деформацияланған күйін сипаттамалары өрістерінің графикалық көрінісі әзірленген есептеу схемасына сәйкес массивтің кез келген нүктесінде параметрлердің (кернеулер, деформациялар, ығысулар) сандық мәндерін анықтауға мүмкіндік береді.

Кенжардың алдындағы кернеулердің таралуын зерттеу үшін массивтің кернеулі-деформацияланған күйін соңғы элементтер әдісімен сандық модельдеу жүргізілді.

4.2-суретте MATLAB пакеттік ортасының көмегімен салынған соңғы элементтер әдісі бойынша Қазбатің контурлық массивінің кернеулі-деформацияланған күйін модельдеудің есептелген схемасы келтірілген.



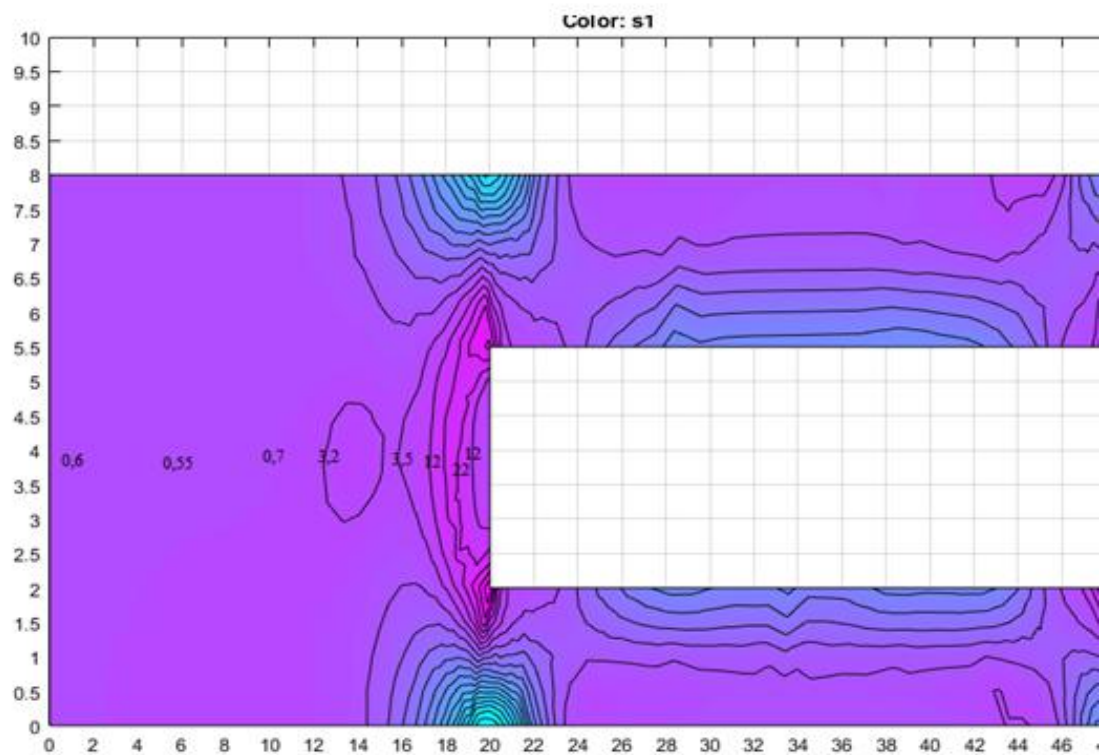
Сурет 4.2 – Тау массив кернеулі-деформацияланған күйін модельдеудің есептік сызбасы

Модельдеу үшін көмір қабаты бойынша жүргізілетін биіктігі 4,5 м, ені 5 м, ұзындығы 20 м (төрт есе ені) тік бұрышты қиманың тау-кен қазбасы қабылданды. Кенжардың қозғалу бағытын көрсеткі көрсетеді. Кенжар сызығынан массивке терең қашықтық, сондай-ақ ені бойынша қазбаның үш еселік өлшемінен астам терең кернеу өрісін зерттеу үшін 20 м қабылданды.

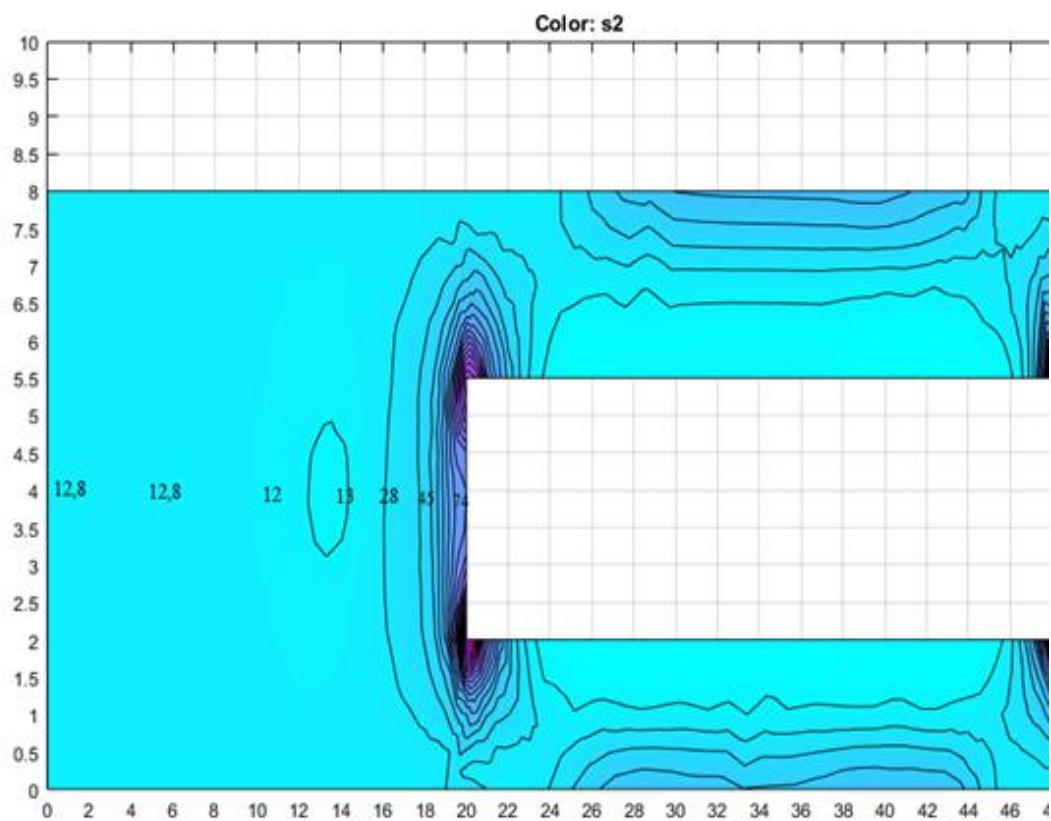
4.2-суретте ХҮ жазықтығындағы қазбаның ортаңғы бөлігі бойымен массивтің көлденең қимасы көрсетілген. Массивтің (көмір қабатының) таңдалған шекарасында Y осі бойынша $P_b = \gamma H$, жыныстардың іргелес қалыңдығының тік қысымы, ал X осі бойынша $P_r = \lambda \gamma H$ -ге тең көлденең (бүйірлік) қысым әрекет етеді. Қарағанды кен орнының жағдайлары үшін бүйірлік таралу коэффициенті орташа $\lambda=1,56$. құрайды. Қазба жүргізу тереңдігі $H=500$ м, жоғары жатқан жыныстардың орташа көлемдік салмағы $\gamma=2500$ кг/м³ (0,025МН/м³). Осы жағдайларда $P_r = 12,5$ МПа, $P_b = 19,5$ МПа.

Өндіру жүргізілетін қабат көмірінің физикалық-механикалық қасиеттері: серпімділік модулі (Юнг модулі) $E=4,5 \cdot 10^3$ МПа; Пуассон коэффициенті $\nu=0,26$; ішкі үйкеліс бұрышы $\rho=44^\circ$; бір осьті сығуға беріктік шегі $\sigma_{сж} = 10$ МПа; созылу беріктігі $\sigma_{раст} = 1,54$ МПа; көмір массивінің құрылымдық әлсіреу коэффициенті $K_{с.о.} = 0,7$; көмірдің серпімділік коэффициенті $\eta=10$ Н/м; көмірдің көлемдік салмағы $\gamma_y = 0,015$ МН/м³.

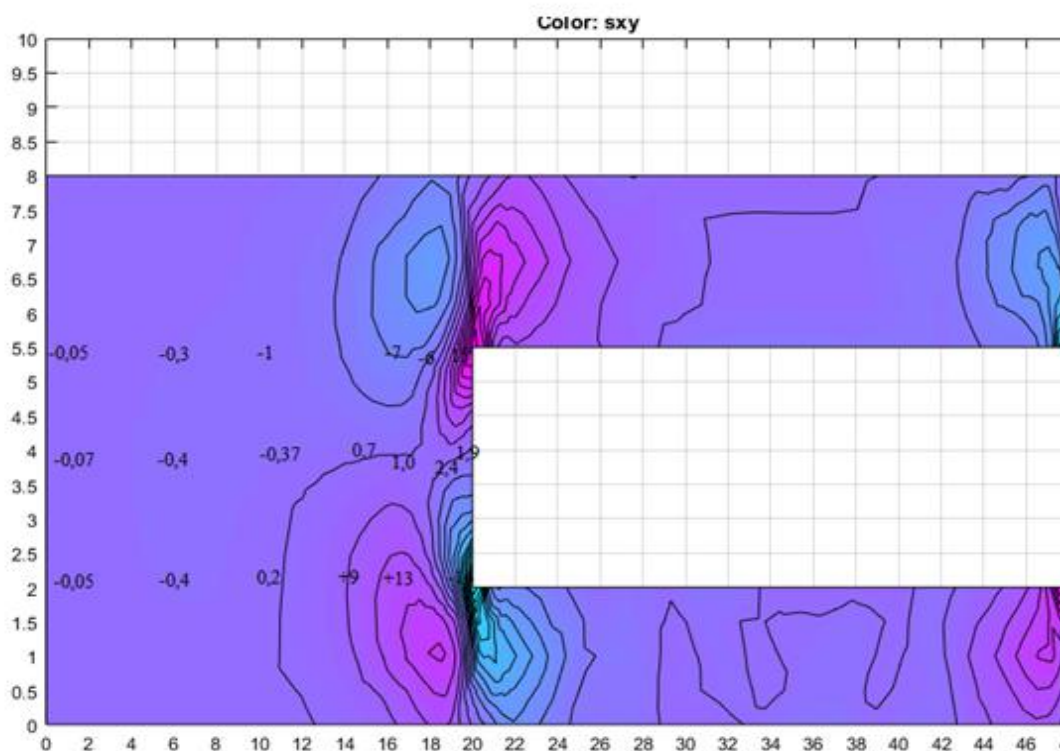
Берілген бастапқы деректер үшін массив кернеулі-деформацияланған күйін параметрлерін анықтау мәселесі MATLAB бағдарламалау ортасында сандық шешім қабылданды. Төменде 4.3, 4.4, 4.5-суреттерінде кернеуді бөлудің графикалық өрістері түрінде сандық бөлу нәтижелері келтірілген. Жоғарыда айтылғандай, массивтің кез келген нүктесінде кернеудің сандық мәнін графикалық өрістен оқуға болады. Модельдеу ортасының осы қасиетін қолдана отырып, кенжардың ортаңғы бөлігіндегі, төбедағы және Қазба табанындағы кернеулердің мәні анықталды. 4.1-кестеде кенжар сызығынан әр түрлі қашықтықта қазбаны қазу алдында массивтің ортаңғы бөлігінен, төбесінен және табанынан есептелген кернеулердің сандық мәні келтірілген.



Сурет 4.3 – Негізгі кернеулердің (σ_1) графикалық өрісі



Сурет 4.4 – Негізгі кернеулердің (σ_2) графикалық өрісі

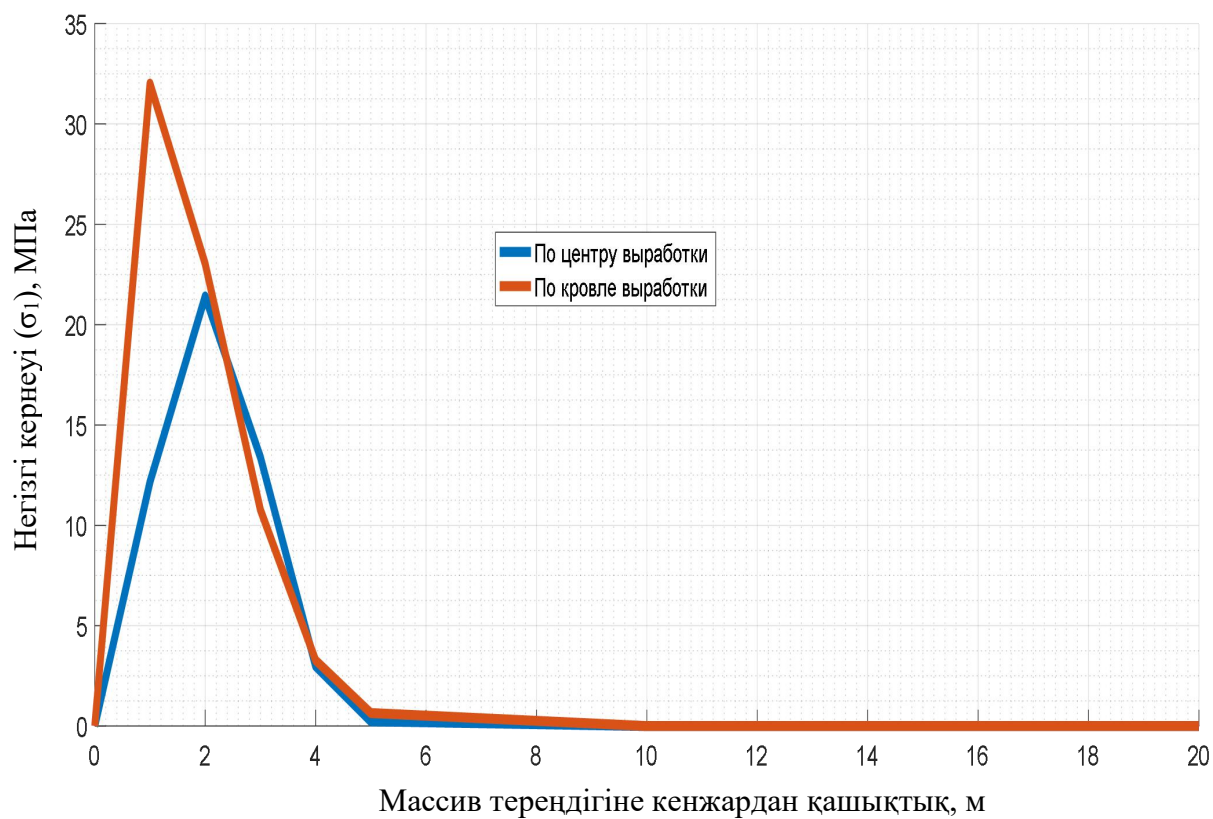


Сурет 4.5 – Жанама кернеулерінің (τ) графикалық өрісі

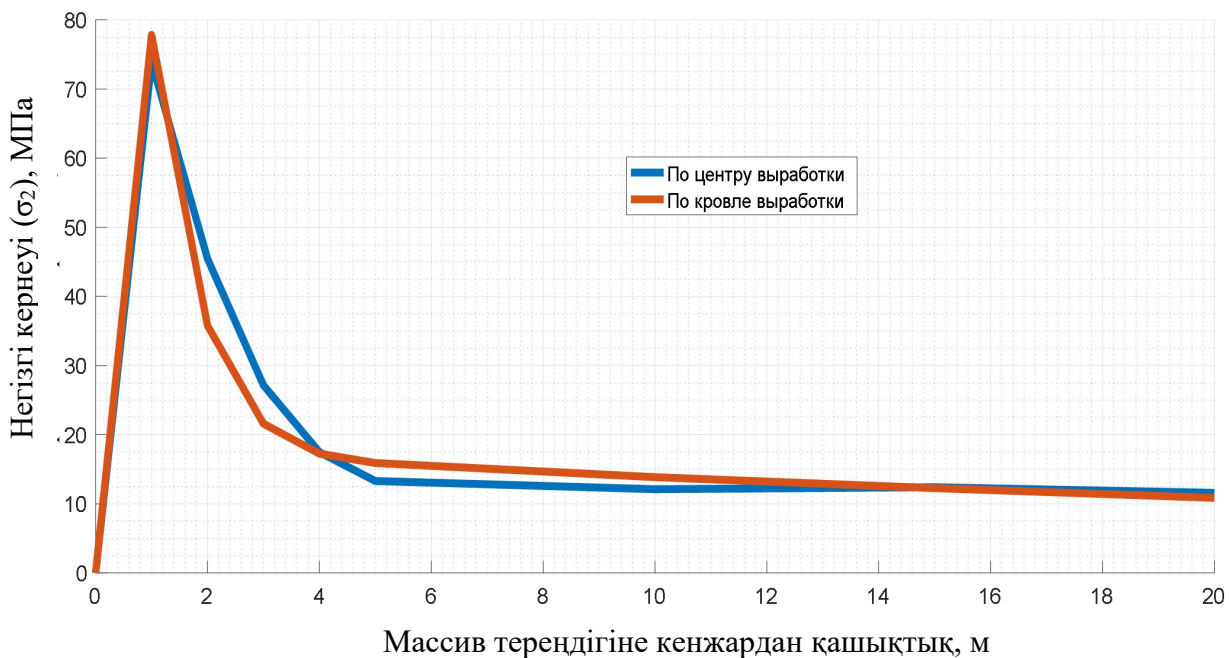
Кесте 4.1 – Модельдеу нәтижелері бойынша массивтегі кернеудің сандық мәндері

Кенжардан массивке дейінгі қашықтық, м	Негізгі кернеулер σ_1 , МПа		Негізгі кернеулер σ_2 , МПа		Жанама кернеулері τ , МПа		
	орталық	төбе	орталық	төбе	орталық	төбе	табан
1	11,8	32	74	78	1,9	15	1,2
2	22	25	45	35	2,4	2,5	6
4	12,5	11	28	23	1,7	-6	13
4	4,1	2,5	17	18	1,0	-9	12
5	3,7	2	13	14	0,65	-7	9
10	0,65	0,95	12,8	12,5	-0,37	-1	1,4
15	0,6	0,53	11,8	12,5	-0,41	-0,3	-0,08
20	0,6	0,3	11,8	12,5	-0,07	-0,05	-0,4

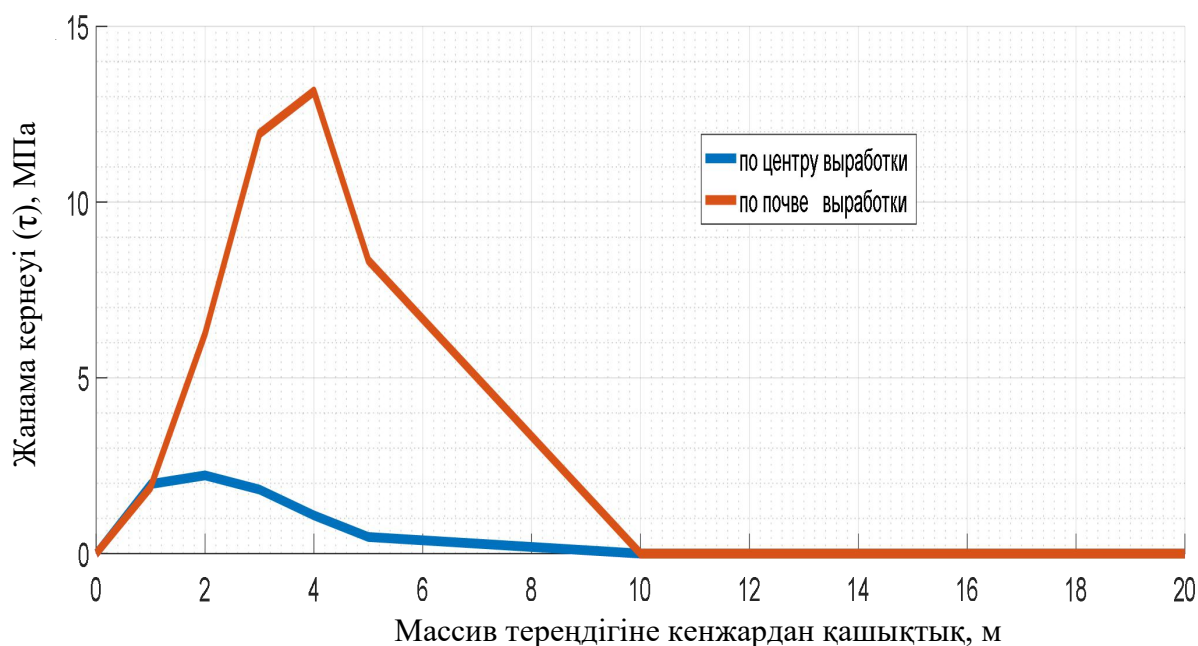
Табиғаты бойынша әртүрлі кернеулердің таралуын неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу үшін олардың қашықтықта сандық мәндерін модельдеу арқылы алынады 1, 2, 4, 4, 5, 10, 15 және дайындық қазбасының кенжар сызығынан 20 м, кенжардың алдындағы массивке терең. 4.6, 4.7, 4.8-суреттерде кенжардың алдындағы негізгі және жанама кернеулердің өзгеру графигі массивтің ішкі жағында көрсетілген.



Сурет 4.6 – Кенжардың алдындағы массивтің ішкі жағында негізгі кернеудің (σ_1) өзгеру графигі



Сурет 4.7 – Кенжардың алдындағы массивтің ішкі жағында негізгі кернеудің (σ_2) өзгеру графигі



Сурет 4.8 – Кенжардың алдындағы массивтің ішкі жағында жанама кернеудің (τ) өзгеру графигі

Қазба түбінің алдындағы массивтің кернеулі-деформацияланған күйін модельдеудің графикалық нәтижелерін талдауы оларды әрі қарай практикалық қолдану үшін кернеудің таралуының белгілі бір заңдылықтарын ұсынады.

Негізгі қалыпты кернеулер – σ_1 және σ_2 өзара перпендикуляр бағытта әрекет етеді. Бұл бағыттардың бағдарлау бұрыштары белгісіз болғандықтан, массивтің бұзылу дәрежесін (немесе оның тұрақтылығын, тұтастығын) бағалау негізгі кернеулерге сәйкес жүргізілуі керек.

Негізгі кернеу σ_1 қазбаның ортасында 22 МПа максимумға жетеді, ол кенжардан 2-4 м қашықтықта массивке терең енеді, ал кенжардан 5 м кейін ол нөлге дейін төмендейді. Қазба төбесінде бұл кернеу үлкенірек және массивтің тереңдігінде 1,0-1,5 м-де 42 МПа-ға жетеді. Екі жағдайда кенжар сызығынан белгілі бір қашықтықта қалыпты кернеудің максималды аймағын қалыптастыру туралы мәлімдемесі расталады.

Екінші негізгі кернеу σ_2 қазбаның ортасы мен төбесінде 80 МПа-ға жетеді, ол кенжардың алдындағы массивтегі кенжар сызығынан 1-2 м қашықтықта, ал 6-7 м-ден кейін γH шамасына дейін төмендейді. Бұл негізгі қалыпты кернеудің сипаты бұрын айтылған мәлімдемені және әсіресе оның белгіленген мәнін толығымен растайды, бұл тау жыныстарының қалыңдығының қысымына тең.

Қорытынды элементтер әдісімен кернеулі-деформацияланған күйін массивін сандық модельдеу нәтижелерін талқылау және бағалау диссертация зерттеулерінде қолданылатын соңғы элементтер әдісі әдістемелік ережелері мен кернеулі-деформацияланған күйін модельдеу есептерін бағдарламалауда қолданылатын жүйелер алдыңғы забойдағы массаның жағдайын одан әрі талдау үшін жеткілікті дұрыс шешімдер алуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

Жұмыс бетінің алдында пайда болатын қалыпты кернеулердің кейбір ерекшеліктерін атап өту маңызды. Жұмыс беті оның алдында қозғалған кезде, жұмыстың ортаңғы бөлігінде, төбедің бойымен және табантың бойымен кернеулік өрістердің қалыптасуының жеткілікті түрде белгіленген аймақтары қалыптасады. Бұл аймақтар «жылжиды», себебі тау-кен қазбасы тұрақты болып қалады, ал тау-кен жағдайлары өзгеріссіз қалады. Бұл кез келген түрдегі бұзушылықтардың болмауын, көмір қабаты параметрлерінің өзгермейтіндігін және т.б. көрсетеді.

Массивтің зерттелген аймақтарындағы екі негізгі қалыпты кернеулер созылу болып табылады (оң белгісі бар). Бұл әсіресе ұңғыманың тікелей маңында қауіпті, өйткені тау жыныстары мен көмір созылу жүктемелеріне өте жақсы қарсы тұрмайды және мұндай жүктемелердің әсерінен тезірек бұзылады.

Ығысу кернеулері қазбаның ортасында және табанында массивте 5 м-ге дейінгі қашықтықта созылу сипатына ие болады, содан кейін сығымдаушыға айналады. Бұл сондай-ақ жұмыс бетінің жанында жүктелмеген жерлердің пайда болу мүмкіндігін көрсетеді.

4.2 Тау-кен массивінің деформациясын және озық ұңғымаларын бұрғылаудан кейін газдың бөлінуін зерттеу

Келесі мәселелерді шешу үшін кернеулі-деформацияланған күйін модельдеу және дайындық жұмыстарының тізбегіндегі кернеуді бөлу аяқталды:

- кенжардың алдында берік (бұзылған) аймақтар және олардың өлшемдерін орнату;

- жаппай бұзуға ұшырамайтын массив аймағында ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін массивтің кернеулі-деформацияланған күйін моделін жасау;

- массивтің бұзылмаған аймақтарына озық ұңғымаларды іріктеп бұрғылау кезінде метанның бөлінуін арттырудың тиімділігін бағалау.

Мұндай міндеттерді қою көмірден ең қарқынды газ бөлінуі әртүрлі сипаттағы бұзылған тұтастық аймақтарында құбылыспен байланысты. Бұл аймақтар күштердің әсерінен басқа, массивке технологиялық араласу, соның ішінде ұңғымаларды бұрғылау нәтижесінде пайда болатын қалыпты және жанама кернеулердің өзара әрекеттесуімен қалыптасады.

Көмір мен газдың кенеттен лақтырылысын болдырмаудың бір әдісі көмір қабатындағы газ қысымын Қазба кенжарынан біршама қашықтықта төмендетуге жағдай жасауға негізделген. Ол үшін қазбаның кенжарынан көмір массивіне терең үңгілеу және газдренажды ұңғымалары бұрғыланады [81]. Бұл процестің мақсаты – газ шығынын көбейту үшін массивті қалпына келтіру және нәтижесінде газ қысымын төмендету және газодинамикалық құбылыстың алдын алу. Сондықтан, ұңғымаларды бұрғыламас бұрын, ұңғыманы бұрғылау үшін көмір массивінің бұзылу аймақтарын орнату (тану) қажет, бұл массивтің сол аудандарында ұңғымалар үздіксіз бұзылмай жоғары кернеу концентрациясы пайда болады.

Тау-кен массивінің (тау жынысы мен көмірдің) жойылуының себебі тау массивінде бірлесіп әрекет ететін кернеулердің күрделі қарсыласу көрсеткіштерінен – сығылу, созылу, ығысу беріктігінің шегінен асып кетуі екенін белгілі [82]. Сондықтан, [83-84] автордың зерттеулеріне қарай қазбаның кенжарынан бұрын көмір массивінің тұтастығын бұзу аймақтарының қалыптасуы беріктіктің үшінші теориясы (гипотезасы), яғни келесі шарт бойынша анықталды:

$$\tau_d \geq [\tau] \quad (4.6)$$

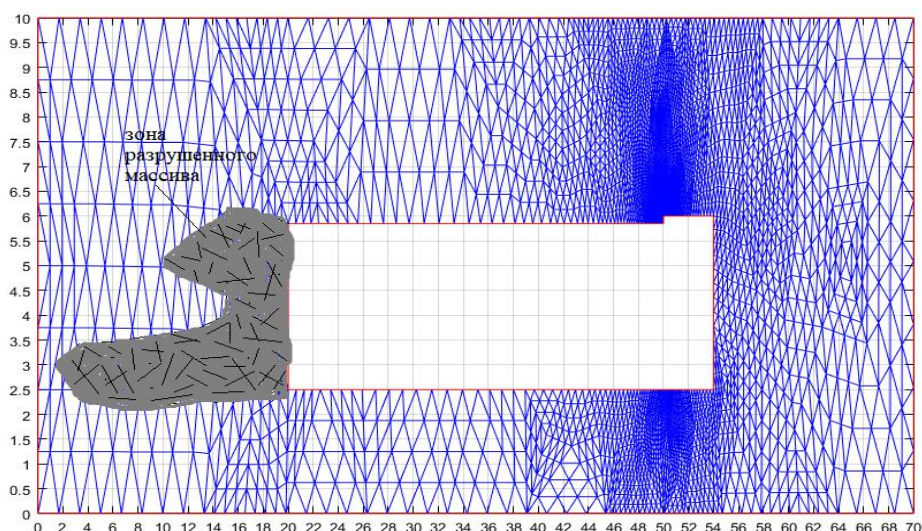
мұнда τ_d – қолданыстағы жанама кернеуі, МПа;

$[\tau]$ – ығысуға массив (көмір) материалының үлгілеріндегі беріктік шегі, МПа.

Үлгіден массивке көмірдің бұзылуына төзімділікке көшу үшін құрылымдық әлсіреу коэффициенті қолданылады, ол көмірдің немесе тау жыныстарының сынуы мен гетерогенділігін ескереді. Зерттеулер бойынша [85] 10 МПа шегінде бір осьті сығуға беріктік шегі бар көмір массивінде есептеу кезінде құрылымдық әлсіреу коэффициентін шамамен 0,7 қабылдауға болады. Сонда $[\tau_m] = 0,7 \cdot [\tau_{обр}]$, яғни $[\tau_m] = 0,7 \cdot 1,5 = 1,05$ МПа.

4.1-кестеде келтірілген массивтің кернеулі-деформацияланған күйін сандық модельдеуімен алынған ағымдағы жанама кернеулерінің мәндерін қолдана отырып, мыналарды болжауға (немесе орнатуға) болады:

- кенжардың ортасында массивтің бұзылмаған аймағы (1,0-ден 0,07 МПа-ға дейінгі жанама кернеулер 1,05 МПа-дан аз) кенжардан массивтің тереңдігіне 4 м-ден астам қашықтықта орналасқан;
- төбе бойынша (1,0-ден 0,05 МПа-ға дейінгі жанама кернеулер 1,05 МПа-дан аз) 10 м-ден астам қашықтықта;
- кенжардың табаны бойынша (0,4-тен 0,08 МПа-ға дейінгі жанама кернеулер 1,05 МПа-дан аз) 20 м-ден астам қашықтықта.



Сурет 4.9 – Дайындық қазбалары кенжарының алдындағы бұзылған көмір-жыныс массиві аймағының сызбалық бейнесі

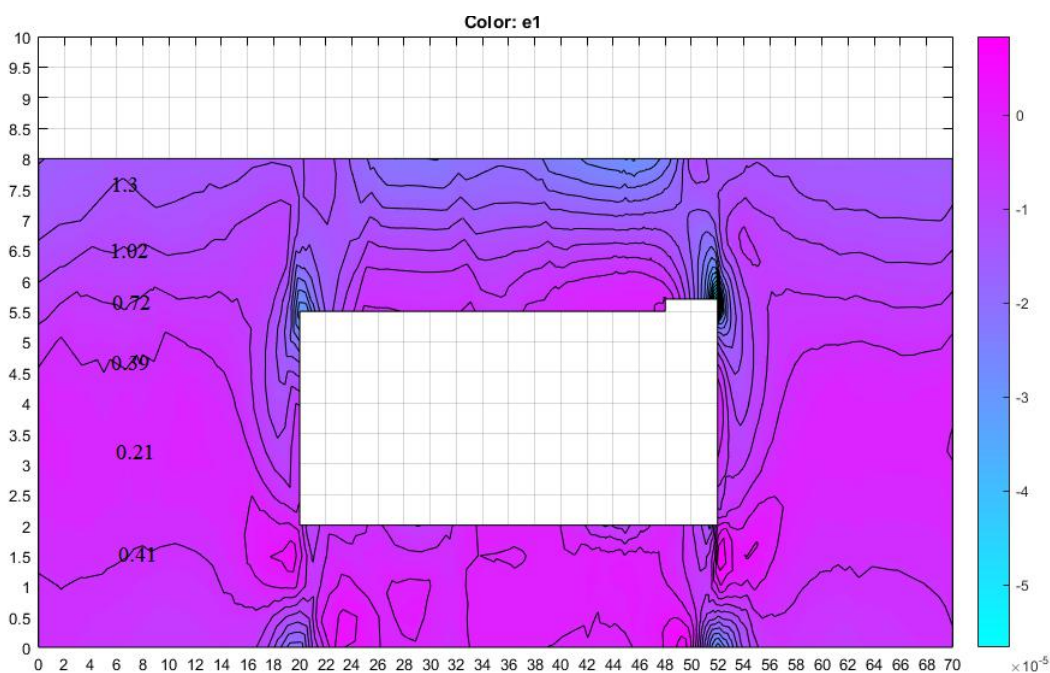
4.9-суретте жүргізілген қазбаның кенжарының алдында көмір жыныстық массив аймағы көрсетілген, онда жанама кернеулердің әсерінен массивтің тұтастығы бұзылады.

Бұл аймақтың шекарасынан тыс, массивтің төбе, орталық және табан бөліктері үшін қаттылықты сақтау үшін әр түрлі. Бірінші негізгі кернеулер σ_1 кенжардың алдындағы осы аймақтағы массивтің ортасында және төбесінде күрт төмендейді, ал екінші негізгі кернеулер σ_2 де төмендейді және тегістеледі, γH тау жыныстарының қысым шамасына жақындайды (зерттелген модель жағдайында бұл шамамен 14 МПа). Осыдан қорытынды шығады: газ беруді арттыру үшін массивтің бұзылған тұтастығы аймағынан тыс алдын-ала (газсыздандырылған) ұңғымаларды бұрғылау керек.

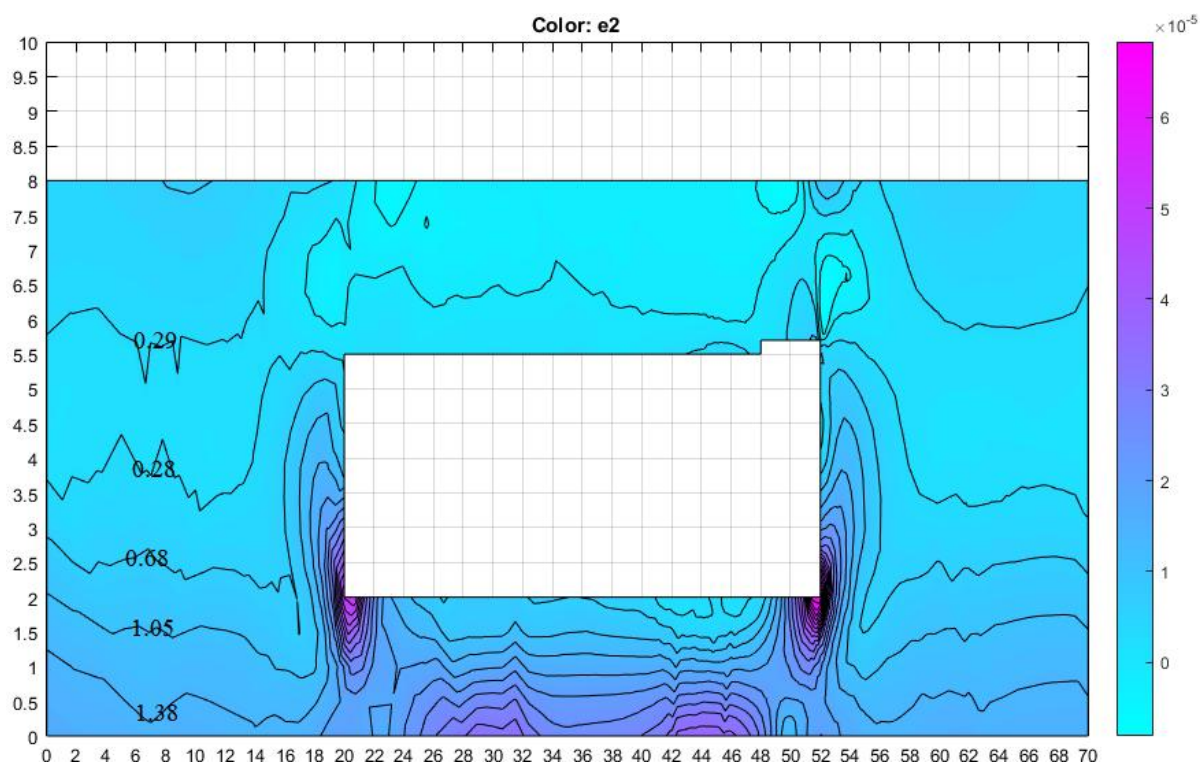
Ұңғымаларды бұрғылаудың тиімділігін теориялық (ғылыми) негіздеу үшін қазудың алдындағы массивтің кернеулі, бұзылмаған аймағында массивтің деформациясын сандық модельде зерттеу жүргізілді.

Әдістемелік тұрғыдан бұл зерттеулер келесі ретпен жүргізілді. Жоғарыда келтірілген сандық модельде (4.2-сурет) MATLAB ортасының бағдарламалық құралдарын пайдалана отырып, озық ұңғымаларды бұрғылауға дейін және одан кейін массивтің бұзылмаған аудандарындағы ε_1 және ε_2 негізгі салыстырмалы деформацияларының сандық шамалары анықталды. Осы сандық мәндердің өзгеруіне сәйкес массивтің газ лақтырылысының өзгеруін бағалау жүргізілді.

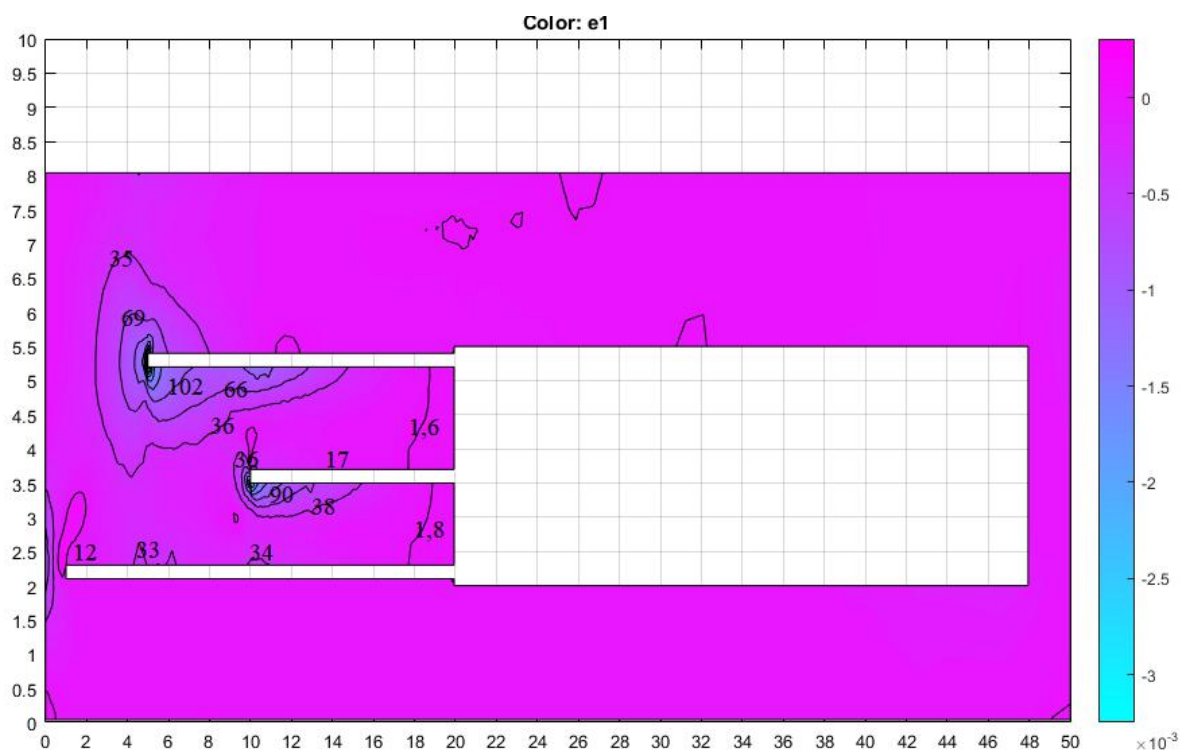
4.10, 4.11-суреттерде негізгі салыстырмалы деформациялардың графикалық өрістері, ал 4.12, 4.13-суреттерде – бұрғылаудан кейінгі осы деформациялардың изоляцияларының графикалық өрістері келтірілген. Модельде диаметрі 200 (140-150) мм ұңғымалар 4.9-суретте көрсетілген бұзылған массив аймағынан тыс бұрғыланды деп қабылданды.



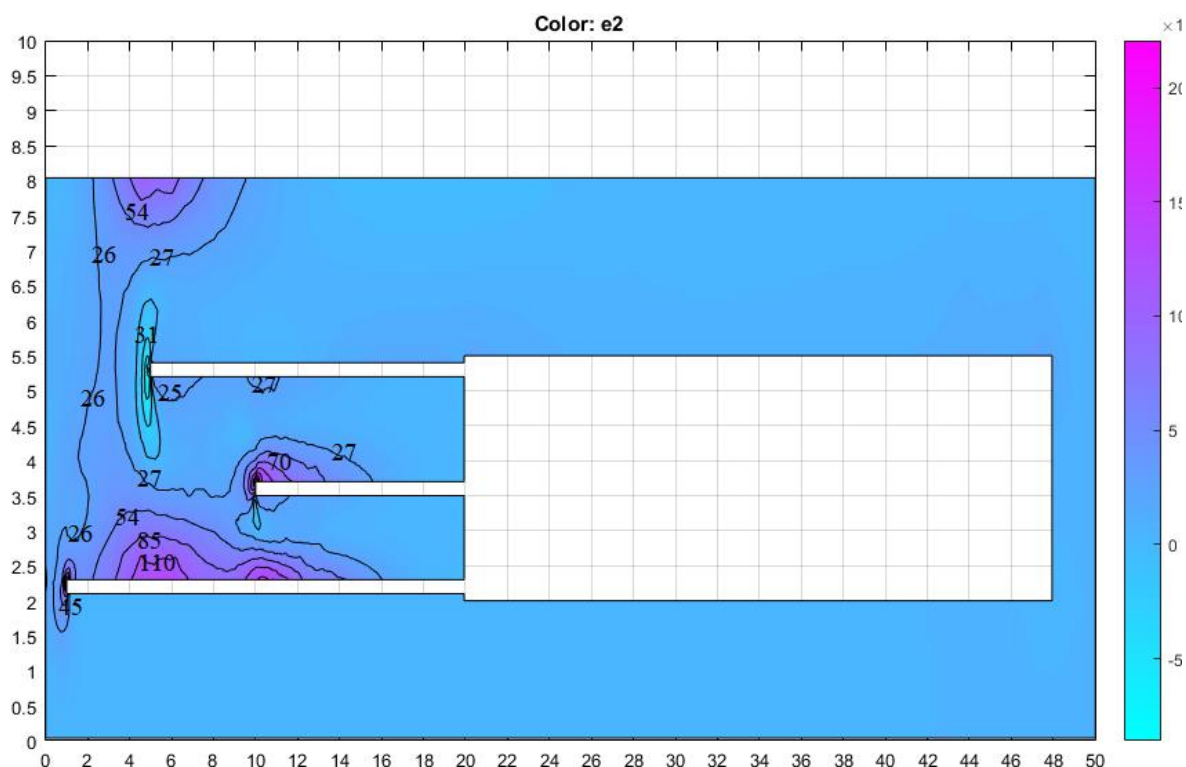
Сурет 4.10 – Ұңғымаларды бұрғылауға дейін негізгі салыстырмалы деформациялардың ($\varepsilon_1 \cdot 10^{-5}$) изолиниясы



Сурет 4.11 – Ұңғымаларды бұрғылауға дейінгі негізгі салыстырмалы деформациялардың ($\varepsilon_2 \cdot 10^{-5}$) изолиниясы



Сурет 4.12 – Ұңғымаларды бұрғылаудан кейінгі негізгі салыстырмалы деформациялардың ($\varepsilon_1 \cdot 10^{-5}$) изолиниясы



Сурет 4.13 – Ұңғымаларды бұрғылаудан кейінгі негізгі салыстырмалы деформациялардың ($\varepsilon_2 \cdot 10^{-5}$) изолиниясы

Зерттеулер координаталар осьтерінің бағыттарындағы ε_x және ε_y деформациялары бойынша емес, негізгі салыстырмалы деформациялар бойынша жүргізілгенін атап өткен жөн, бірақ олар да есептеледі және қол жетімді. Негізгі кернеулер мен деформациялар кез-келген тау массивінің кернеулі-деформацияланған күйін зерттеуде өте маңызды, өйткені олар кернеулі-деформацияланған күйінің осы сипаттамаларының ең үлкен және ең кіші мәндерін көрсетеді.

Ұңғымаларды бұрғылау нәтижесінде салыстырмалы деформациялардың өзгеруін талдау үшін деформациялардың сандық мәндері 4.2-кестеде келтірілген. Салыстырмалы деформациялардың шамасы қазбаның кенжарынан массивке дейін 10-нан 15 м-ге дейінгі қашықтықта қабылданады.

Кесте 4.2 – Салыстыралы деформациялардың $\varepsilon \cdot 10^5$ есептік шамалары

Ұңғыма бұрғылағанға дейін		Ұңғыма бұрғылағаннан кейін		$\frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon_1}$	$\frac{\varepsilon'_2}{\varepsilon_2}$
ε_1	ε_2	ε'_1	ε'_2		
1,30	0,30	66	37	28	123
1,02	0,29	36	41	30	107
0,72	0,28	36	25	35	89
0,39	0,68	38	27	97	40
0,21	1,05	38	44	108	51
0,41	1,39	34	45	83	32

Массивтің тұтастығы бұзылмаған аймақтарға озық ұңғымаларды бұрғылау тиімділігін кейінгі зерттеулерде негізгі салыстырмалы деформацияларды жартылай туынды түрінде емес (4.2) формуладағыдай, бірақ қатынастар бойынша жалпыға белгілі түрде ұсынған жөн:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta l_1}{l_1}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\Delta l_2}{l_2}, \quad (4.7)$$

мұнда Δl_1 және Δl_2 – тиісінше, массив материалының сызықтық өлшемдерінің өзгеруі (яғни абсолютті деформация) l_1 және l_2 өлшемдерді өлшеу бағыттары бойынша белгілі бір нүктеде.

Содан кейін, массивтің тұтастығын бұзу нәтижесінде жарықтардың пайда болуын ескере отырып, Δl_1 немесе Δl_2 шамалары осы бағыттардағы жарықтардың өлшемдерін сипаттайды деп болжауға болады (мысалы, ең кіші – жарықшақтың ені (ашылуы), ең үлкені – ұзындық).

Әрі қарай, жарық арқылы газдың ағып кету каналының ауданы (ток түтігінің ұқсастығы) сызықтық деформация шамасының квадратына пропорционал деп санауға болады, яғни:

$$S \sim (\Delta l_1)^2 \quad (4.8)$$

Бір канал арқылы өтетін газдың сандық мөлшерін тар саптама арқылы бір өлшемді газ ағынының теориясына сүйене отырып бағалауға болады [86]. Метан P_1 гидростатикалық қысымымен көмір қабатының массивінде газ тәрізді күйде болады делік. Жарық-арна бойынша газ шыққан кездегі максималды массалық секундтық шығын мына (4.9) формула бойынша есептеледі:

$$M_{max} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{2 \cdot (k-1)}} \cdot \sqrt{k \cdot P_1 \cdot \rho_1 \cdot S}, \text{ Н/с} \quad (4.9)$$

мұнда P_1 – көмір қабатындағы метан қысымы, Па (Н/м²);

ρ_1 – қысым астындағы қабаттағы метанның тығыздығы, Н/м³;

S – жарық-арна қимасының ауданы, м²;

k – адиабат көрсеткіші (метан газы үшін 1,32).

Озық ұңғымаларды бұрғылау есебінен көмірден метан бөлінуінің ұлғаюы бөлігінде массивті беріктендірудің тиімділігін сандық бағалау үшін ұңғымаларды бұрғылауға дейін M_{max} арқылы метан бөлінуінің ең жоғары массалық секундтық шығынын, ал ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін M'_{max} арқылы сол шаманы белгілейміз. Сонда келесі қатынас:

$$\eta = M'_{max} / M_{max} \quad (4.10)$$

белгілі бір ұзындықтағы озық ұңғымаларды белгілі бір аймаққа массивке терең бұрғылау есебінен газ шығарудың тиімділігін (ұлғаюын немесе азаюын) сипаттайтын болады.

(4.9) формуласы бойынша бір нүктеде (немесе аймақта) ұңғымаларды бұрғылауға дейінгі және одан кейінгі ең жоғары массалық секундтық шығыстар есептелетінін атап өтеміз. Сонымен қатар, формулаға кіретін барлық шамалар бірдей, канал-жарықтар аймағынан басқа. Сонда тиімділік индикаторын қима аудандарына қатысты бағалауға болады:

$$\eta = S'/S = (\Delta l')^2 / \Delta l^2 \sim \frac{(\varepsilon')^2}{\varepsilon^2} \sim (\varepsilon' / \varepsilon)^2, \quad (4.11)$$

мұнда, бұрын белгіленгендей, ε' және ε -сәйкесінше, ұңғымаларды бұрғылаудан кейін және одан бұрын, облыстың сол жергілікті нүктесіндегі көмір массивінің салыстырмалы деформацияларының сандық мәндері.

4.2-кестедегі сандық мәндерден көріп отырғанымыздай, егер де салыстырмалы деформациялар қатынасының квадраттарын емес, тек ε'/ε сызықтық қатынастарын алсақ, ұңғымаларды бұрғылау есебінен газ бөлінуінің ұлғаюы ондаған есе көп болуы мүмкін.

4.3 Ұңғымаларды бұрғылаудан кейін метан бөлінуінің ұлғаюын сандық есептеу

Алдын ала газсыздандырылған ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін метанның бөлінуін сандық есептеу үшін мынадай шарттар мен болжамдар қабылданады.

Қазбаны жүргізу тереңдігі $H=500$ м, газды желдету тереңдігі $h=120$ м. қаттағы газ-метанның есептік гидростатикалық қысымы [87] сәйкес анықталады және мынаны құрайды:

$$P_1 = 0,1 \cdot (500 - 120) = 48 \text{ кг/см}^2 = 4,8 \text{ МПа}.$$

500 м тереңдіктегі метанның (ұңғыманың қуысына, қазбаға) ағуы саласындағы атмосфералық қысым тең

$$P_B = (760 + 500 \cdot 1,2) \cdot \frac{144}{10^{-6}} = 1,066 \text{ МПа}.$$

Жарықтар арқылы метанның изотермиялық ағу процесін ескере отырып, газ қысымы мен оның тығыздығы арасындағы байланыс:

$$\frac{P}{\rho^k} = \text{const} \quad (4.12)$$

Қалыпты жағдайда метанның тығыздығы $\rho_0 = 0,717 \text{ кг/м}^3$ (или $7,17 \text{ Н/м}^3$). Қысым астындағы резервуардағы метанның тығыздығы тең болады:

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot (P_1 / P_B)^{1/k} \quad (4.13)$$

Әрі қарай ұңғымаларды бұрғылауға дейін көмір массивінен бір канал-жарық арқылы метанның ағып кету мөлшерін есептеу жүзеге асырылады. Тау массивінің сынғыштығын зерттеушілер жарықшақтың көлденең қимасының контурын эллипс түрінде қабылдау дұрысырақ деп санайды. Бұл жағдайда өзара перпендикуляр бағыттардағы негізгі деформацияларды эллипстің осі ретінде қабылдауға болады, ал жарық каналының көлденең қимасы тең болады:

$$S = \pi \cdot \left(\frac{\Delta l_1}{2}\right) \cdot \left(\frac{\Delta l_2}{2}\right), \text{ м}^2, \quad (4.14)$$

мұнда Δl_1 және Δl_2 – тиісінше, массивтің белгілі бір жеріндегі абсолютті сызықтық деформациялармен анықталатын жарықшақтың өлшемдері (ені-ашылуы және ұзындығы) кенжардың алдында.

Ұңғымаларды бұрғылауға дейінгі ең үлкен салыстырмалы деформацияларды қабылдаймыз $\varepsilon_1 = 1,4 \cdot 10^{-5}$ және $0,4 \cdot 10^{-5}$ (4.2-кестені қараңыз); $l_1 = 10$ м көмір массивінің модельдік қалыңдығы кезінде және кенжардан $l_2 = 10$ м қашықтықта сызықтық ені мен жарық ұзындығының абсолютті деформациясы, $\Delta l_1 = 1,4 \cdot 10^{-3}$ м, $\Delta l_2 = 0,4 \cdot 10^{-3}$ м. Сонда қима ауданы (4.12) формула бойынша болады:

$$S = 4,141 \cdot 0,65 \cdot 10^{-4} \cdot 0,15 \cdot 10^{-4} = 4,064 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2.$$

Метанның бір канал арқылы ағып кетуінің массалық екінші шығыны-жарықшақ ((4.9) формуланы қараңыз):

$$M = (2/2,42)^{4,625} \cdot \sqrt{(1,42 \cdot 4,8 \cdot 10^6 \cdot 107,4)} \cdot 4,064 \cdot 10^{-9} = 4,15 \cdot 10^{-5} \text{ Н/с}$$

немесе $M = 0,0000415 \text{ Н/с}$; $7,17 \text{ Н/м}^4 = 5,79 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4/\text{с}$.

Минуттық шығын $0,00045 \text{ м}^3/\text{мин}$ ($0,45 \text{ л/мин}$).

Ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін сол 4.2-кесте бойынша ең аз салыстырмалы деформациялар $\varepsilon_1 = 46 \cdot 10^{-5}$ және $25 \cdot 10^{-5}$ құрады. Абсолюттік деформациялар $\Delta l_1 = 46 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $\Delta l_2 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Онда қима ауданы:

$$S = 4,141 \cdot 18 \cdot 10^{-4} \cdot 12,5 \cdot 10^{-4} = 7,07 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Метанның бір канал-жарық арқылы ағып кетуінің массалық екінші шығыны ((4.9) формуланы қараңыз):

$$M = (2/2,42)^{4,625} \cdot \sqrt{(1,42 \cdot 4,8 \cdot 10^6 \cdot 107,4)} \cdot 7,07 \cdot 10^{-6} = 0,0958 \text{ Н/с}$$

Жарық арқылы көлемді екінші тұтыну $M = 0,0958 \text{ Н/с}$; $7,17 \text{ Н/м}^3 = 0,0144 \text{ м}^3/\text{с}$. Ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін бір жарықшақ арқылы метанның ең көп шығыны $0,802 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Озық ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін дайындық қазбасының кенжарының алдындағы белгілі бір көлемдегі көмір массивінің газсыздандыру динамикасын бағалайық.

Массивтегі газ өткізгіш жарықтар-арналардың санын анықтау үшін ұсынылған теориялық тәсілдерді қолдануға болады. Көмір жынысының массивінің жалпы жағдайында ұзындық бірлігіндегі жарықтар саны мына (4.15) формула бойынша есептеледі:

$$N_1 = 10^{-6} \cdot \frac{200 \cdot (1+\nu) \cdot \pi \cdot \tau^2}{b_M^2 \cdot E^4} [\tau^2 - ([\tau])^2] \cdot 10^{\frac{1}{K_{стр}}} \quad (4.15)$$

мұнда, бұрын пайдаланылған шамалардан басқа:

b_M – массив көмірінің молекулалары арасындағы қашықтық, м;

τ – қолданыстағы жанама кернеуі, МПа;

$[\tau]$ – массивтегі ығысудағы көмірдің рұқсат етілген кернеуі, МПа;

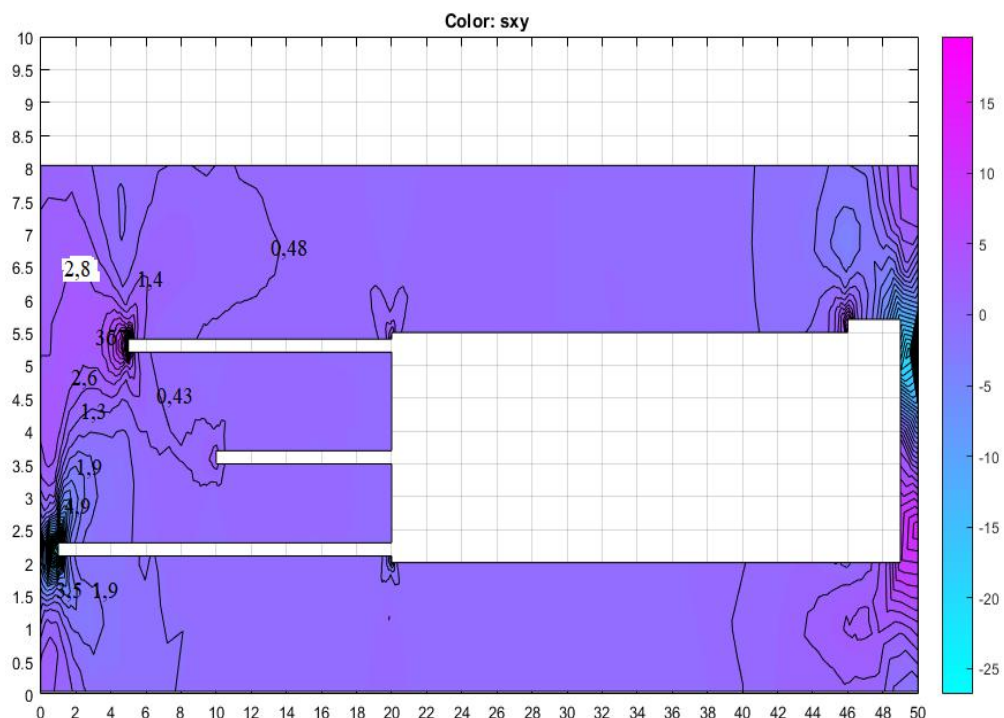
$K_{стр}$ – массивтің құрылымдық әлсіреу коэффициенті.

Жарықтар арасындағы қашықтықты (4.16) формула бойынша анықтауға болады:

$$L = \frac{1}{N_1}, \text{ м.} \quad (4.16)$$

(4.15) формуласынан, егер қолданыстағы жанама кернеуі массив (көмір) материалының ығысу беріктігінен аз болса, яғни $\tau < [\tau]$, жарықтар пайда болмайды (N_1 теріс болады), бұл үшінші беріктік теориясына сәйкес келеді.

Есептеу кезінде параметрлердің келесі сандық мәндері қабылданады: көмір массивінің серпімділігінің статикалық модулі $E=0,7 \cdot 4,5 \cdot 10^4 = 2,45 \cdot 10^4$ МПа; Пуассон коэффициенті $\nu=0,26$; массив материалының молекулалары арасындағы қашықтық $b_M = 4,5 \cdot 10^{-10}$ м.

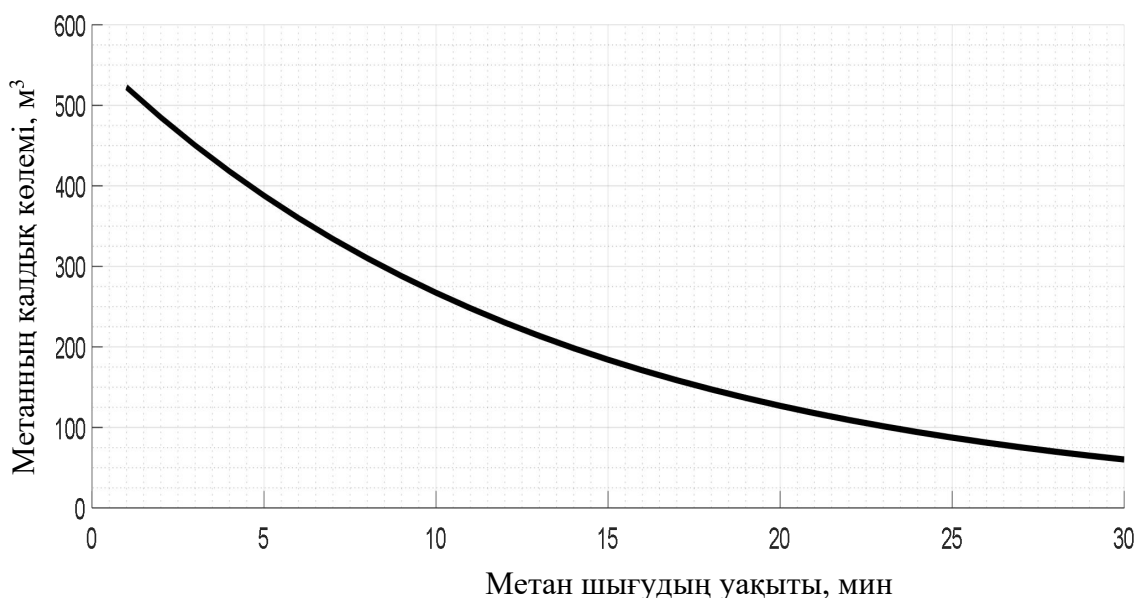


Сурет 4.14 – Ұңғымаларды бұрғылаудан кейінгі жанама кернеулердің (τ) изолиниясы

4.14-суретте ұңғымаларды бұзылмаған жерлерде, яғни массивтің тұтастығын бұзу шегінен тыс бұрғылаудан кейінгі жанама кернеулерінің изоляциясы көрсетілген. Оқшаулаудың графикалық өрісінде көрініп тұрғандай, ұңғымалар арасындағы аймақтарда 1,05 МПа ығысуға арналған көмір массивінің беріктік шегінен асатын жанама кернеулерінің шамалары 1,4-4,5МПа шегінде сандық мәндерге ие. Қолданыстағы жанама кернеулерінің минималды мәндерінде ұзындығы бір метрге жарықтардың теориялық саны шамамен 9, ал $L=0,11$ м ретті жарықтар арасындағы қашықтық болады. Модельдік нұсқада 4,5 м биіктіктегі жарықтар саны шамамен 41 болады. Барлық 41 жарықшақ бойынша метанның ең жоғары жалпы минуттық ағу көлемі $24,86 \text{ м}^3/\text{мин}$ құрайды.

Көмір затындағы метан мөлшерін есептеу мынадай бастапқы деректер бойынша орындалды: газсыздандырылатын көмір массивінің өлшемдері кенжардың алдында: биіктігі 4,5 м, ені 4 м, қазба кенжарының алдындағы ұзындығы 10 м (ұңғыманың шығуы бұзылған аймақтан тыс 0,4-0,5 м), көмірдің табиғи газдылығы $2,5 \text{ м}^4/\text{т}$, бос күйдегі метан көлемі көмір затындағы метанның жалпы құрамынан 0,1.

Ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін пайда болған жарықтар жүйесі арқылы метан қазбасының қарқындылығы төмендейді, өйткені метан таусылған сайын оның көлемі, қысымы, тығыздығы төмендейді және (4.9) формуласына сәйкес екінші массаның шығыны азаяды. Газсыздандыру процесінде метан көлемінің өзгеру динамикасын зерттеу үшін арнайы қолданбалы бағдарлама жасалды, оның мәтіні (Қосымша Е) келтірілген.



Сурет 4.15 – Уақыт өте келе массивтегі метанның қалдық көлемінің өзгеру динамикасы (сұйықтық пен газдар механикасы бойынша)

4.15-суретте қазба кенжарының алдындағы көмір массивінің қарастырылып отырған модельдік көлемінде метан мөлшерін азайту кестесі келтірілген. Газсыздандыру процесінде қабаттағы газ қысымы 4,8-ден 0,0184 МПа-ға дейін төмендейді, сәйкесінше техногендік жарықтар жүйесі арқылы метанның минуттық шығыны 19,88-ден 0,184 м³/мин-ге дейін азаяды.

Модельдік сандық экспериментте ұсынылған процесте және газсыздандыру арқылы метанның бос көлемінің төмендеу динамикасы тәуелділікпен көрінеді:

$$V_{ост} = 564 \cdot \exp(-0,0745 \cdot \tau) \quad (4.17)$$

Жоғарыда келтірілген барлық есептеулер және олардың негізінде жүргізілген зерттеулер көмір массивін газсыздандыру процесінің сандық моделіне сүйене отырып, алдыңғы қатарлы ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін, жоғарыда айтылғандай, сұйықтық пен газ механикасының теориялық нәтижелеріне негізделген. Бұл жағдайда тарылатын саптама арқылы газдың бір өлшемді шығу заңдары қолданылады.

Сондықтан салыстыру үшін монография авторының [88] жұмысының нәтижелері қарастырылады, онда P_1 қысымы жоғары аймақтан P_2 қысымы төмен аймаққа S кіші қимасы арқылы газдың физикалық ағу процесі зерттеледі. Есептеулерді төмендете отырып, қысымның қатынасына және газ адиабатасының индикаторына байланысты газ шығынын сандық есептеудің соңғы (4.18) формуласы келтірілген:

$$Q = \sqrt{(2k/k-1) \cdot (K_b T_1 / m_r)} \cdot r^{1/2} \cdot \sqrt{1 - r^{\frac{k-1}{k}}} \cdot P_1 \cdot S \quad (4.18)$$

мұнда k – адиабата көрсеткіші;

T_1 – 1 аудан температурасы, °K;

m_r – метан молекула массасы $2,66 \cdot 10^{-24}$ кг;

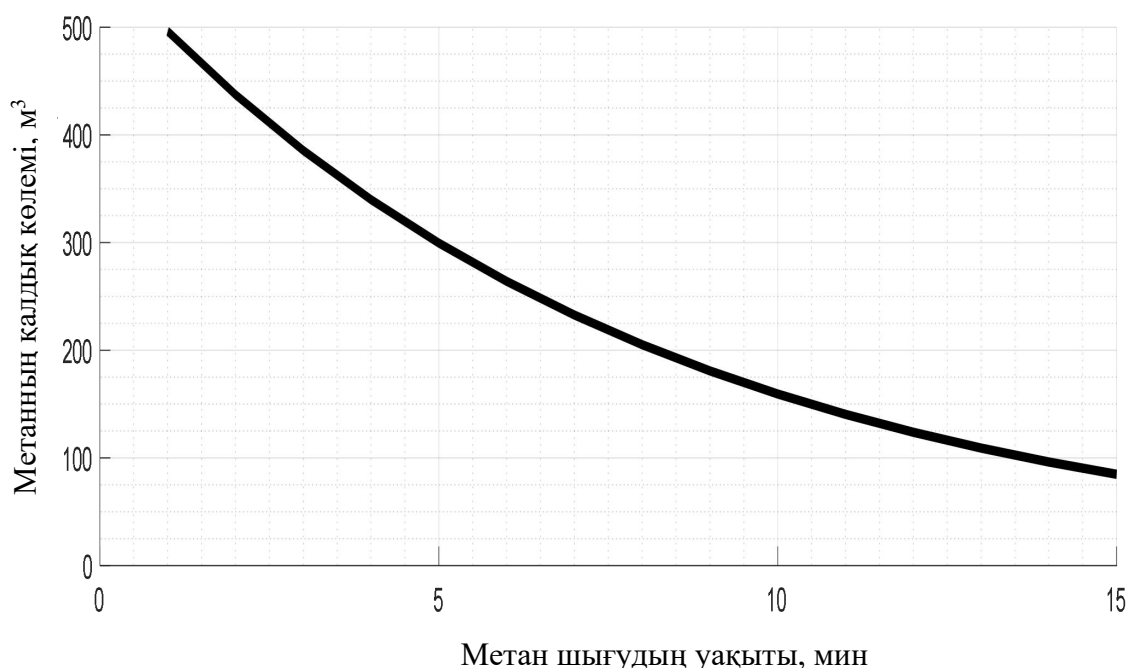
K_b – Больцман тұрақтысы $1,48 \cdot 10^{-24}$ Дж/кг;

S – ұңғыр қимасы, см²;

$r = \frac{P_2}{P_1} < 1$ – аудан арақатынасының көрсеткіші.

Физикалық шамалардың осы өлшемдерінде Q газының шығыны [мм.рт.ст.*л/с] мөлшері болады. Л/с газ шығынын алу үшін есептеуде алынған Q мәнін мм.рт.ст. қысым мөлшеріне бөлу керек.

Осы газдың шығу теориясына негізделген газсыздандыру процесінің динамикасын зерттеу үшін (Қосымша Ж) келтірілген қолданбалы бағдарлама жасалды.



Сурет 4.16 – Уақыт бойынша массивтегі метанның қалдық көлемінің өзгеру динамикасы (формула бойынша жарықшақтар арқылы газдың шығуы)

4.16-суретте алдыңғы ұңғымаларды бұрғылағаннан кейін жарықшақтар жүйесі арқылы метанның жоғарыда келтірілген теориясына сәйкес ағу шығынын есептеу кезінде бос метан мөлшерінің өзгеру графигі көрсетілген. Графиктен көріп отырғанымыздай, метанның бірдей модельдік көлемі 490 м³ осы теория бойынша шамамен 15 минут ішінде алынады. газсыздандыру процесінде метанның бөліну қарқындылығы 44,4-тен 22,9 м³/мин-ге дейін өзгереді.

Газсыздандыру процесінде метанның бос көлемінің төмендеу динамикасы шағын тесік (жарық) арқылы газдың шығу теориясы бойынша модельдік сандық экспериментте тәуелділікпен көрінеді:

$$V_{ост} = 564 \cdot \exp(-0,1262 \cdot \tau) \quad (4.19)$$

Тәуелділік формулаларынан көрініп тұрғандай, (4.19) формуладағы экспонент көрсеткіші (4.17) формуладағы көрсеткіштен 1,7 есе асады, бұл газсыздандыру жылдамдығына және метанның қалдық көлемінің азаюына әсер етеді.

Диссертацияда қабылданған соңғы элементтер әдісінің сандық моделі кернеулі-деформацияланған күйінің барлық сандық сипаттамаларын алу үшін көмір қабатындағы дайындық жұмыстарын жүргізу кезінде контурға жақын массивтің кернеулі-деформацияланған күйін зерттеуге мүмкіндік береді.

Модельдеу әдісі максималды тік қысымның пайда болу аймағын және дайындық қазбасының кенжарының алдындағы массивтегі тұтастықтың бұзылу аймағын анықтауға мүмкіндік береді.

Кернеулердің шоғырлануының бұзылмаған аймағында алдыңғы қатарлы газ ұңғымаларын бұрғылау массивте жоғары жанама кернеулері мен деформациялар өрісін құруға мүмкіндік береді, нәтижесінде газ шығарудың жоғарылауына және газдинамикалық құбылыстың мүмкіндігінің төмендеуіне әкеледі.

Саңылаулар арқылы өтетін бірөлшемді газ ағыны саласындағы белгілі теориялық зерттеулерді қолдана отырып, жұмыс бетінің алдындағы көмір массасының алдын ала анықталмаған алаңдарына ұңғымаларды бұрғылау кезінде қабаттан газ шығару тиімділігінің сандық есептеулері қолданылады.

4.4 Массивтің деформацияланған күйін ескеріліп көмір қабаттарының газдылығын зерттеу

Қарағанды көмір бассейнінің "Абай" мен Күзембаев шахталары жағдайларында жүктен босатудың оның шамасына әсер ету сипатын ескере отырып, қабаттардың газдылығына зерттеу жүргізілді.

Көмір қабатындағы метанның таралуы тау жыныстарының кеуектілігі, газ қысымы, температурасы, табиғи ылғалдылығы, газ өткізгіштігі, метаморфизм сатысы және басқа факторлардан өзгеретінін көрсететін газ статикасының заңдылықтарына бағынады [89].

Массивте жер бетінен жер қойнауына енетін ауадан шыққан газдар (көмірқышқыл газы, азот, инертті және т.б.) және көмір мен жыныстардың метаморфизмі кезінде пайда болатын газдар (метан, сутегі, күкірт сутегі, метан гомологтары және т.б.) бар. Газдардың жер бетіне диффузиялық қозғалысы нәтижесінде қалыңдықта азот-көмірқышқыл, азот, азот-метан және метан аймақтары пайда болады. Алғашқы үш аймақ метанның мөлшері 80%-дан асатын және оның қысымы 0,1-0,15 МПа-дан асатын метан аймағымен шектесетін газды желдету аймағын құрайды [90].

Көмір қабатындағы метанның таралу заңдылықтары. Көмір қабатының газдылығын анықтайтын негізгі факторлар сорбциялық сыйымдылық, газ қысымы және газ өткізгіштігі болып табылады [91].

Көмір қабаттарының сорбциялық сыйымдылығы [92] сәйкес бастапқы газдылықпен анықталады:

$$x = x_{cp} + x_{св} = \frac{abP}{1 + aP} + \frac{m_n P}{kP_1} \quad (4.20)$$

мұнда x_{cp} , $x_{св}$ – тиісінше, сорбцияланған және бос газдың мөлшері, м⁴;

a , b – сорбция константалары;

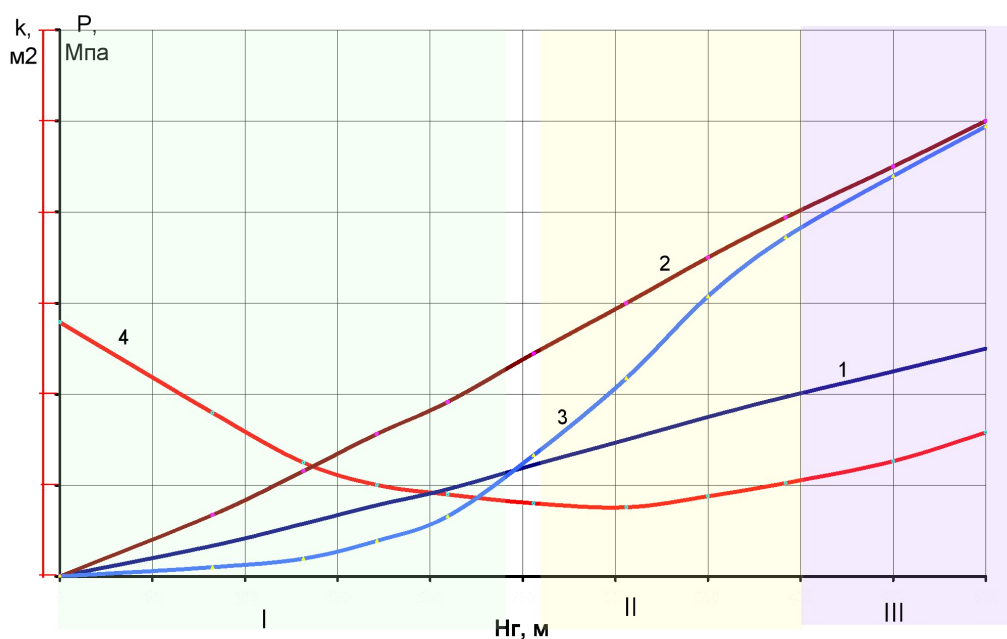
P , P_1 – қалың және жер бетіндегі газдың қысымы, МПа;

M_n – кеуектілік;

k – газдың сығылу коэффициенті.

"Көмір-газ-сұйықтық" жүйесінің негізгі қасиеттері оның құрылымы мен сорбциялық беті болып табылады. Бұл қасиеттер 10⁻¹-ден 10⁻⁷ см-ге дейін өзгеретін көмір мен тау жыныстарының бөлшектерінің мөлшерімен

анықталады. Көмірдің сорбциялық беті бөлшектердің мөлшері 10^{-5} және 10^{-6} см болатын молекулалық және коллоидтық жүйелермен анықталады. бөлшектердің мөлшері 10^{-1} - 10^{-3} см болатын өрескел дисперсті жүйелер және бөлшектердің мөлшері 10^{-6} см-ден аз атом жүйелері. Массивтің сорбциялық газ сыйымдылығы оның ылғалдылығына байланысты, бұл кеуектілік пен газдың бөлінуін азайтады. Массивтің сорбциялық газ сыйымдылығы даму тереңдігімен өсетін газ қысымына да байланысты. Қалыңдығы тереңдігі әртүрлі мөлшерде және газ қысымының өзгеру сипаты бар үш белдікті ажыратады (4.17-сурет).



1 – гидростатикалық қысым; 2 – тау жыныстарының статикалық қысымы; 3 – көмір қабаттарындағы метанның қысымы; 4 – көмір қабаттарының газ өткізгіштігі;
тау-кен жұмыстарын жүргізу тереңдігі: I (50-250 м), II (250-550 м), III (550 м-ден астам) – қысым мен газ өткізгіштігінің өзгеру аймақтары

Сурет 4.17 – Көмір қабаттарының газ өткізгіштігі k мен газ қысымының P тау-кен жұмыстарының тереңдігіне H_r тәуелділігі

Бірінші белдеуде газ қысымы гидростатикалық қысымға жақындайды. Метан аймағының жоғарғы жағында орналасқан екінші белдеуде газ қысымы гидростатикалық деңгейден жоғары болады, бірақ тау жыныстарының статикалық қысымынан төмен болады. Үшінші белдеу метан аймағының ең терең бөлігінде орналасқан, онда газ қысымы жыныстардың статикалық қысымына жақындайды. Тереңдігі бар газ қысымының өзгеру заңдылығы (4.21) формуласы бойынша есептеледі:

$$P = B(H_1 - H_0)^v + P_0 \quad (4.21)$$

мұнда H_1 – қысым өлшеу тереңдігі;

H_0 – метан аймағының жоғарғы шекарасының тереңдігі;

B, v – эмпирикалық коэффициенттер.

ТМД елдерінің көмір бассейндеріндегі тереңдіктегі газ қысымының мөлшері 4-5 МПа құрайды, ал кейбір жағдайларда ол 12 МПа немесе одан да көпке жетеді. Шынында да, Қарағанды бассейнінің Д₆ қабатындағы 450-500 м тереңдіктегі газ қысымын өлшеу жөніндегі эксперименттік жұмыстардың деректері оның шамасы 2-4,5 МПа шегінде ауытқатынын көрсетті.

Көмір қабатының газдылығы табиғи газ өткізгіштігімен де анықталады, бұл қабаттардың пайда болу жағдайларына, қалыңдығының әсер ету дәрежесіне және эрозия циклдерінің ұзақтығына байланысты. Қалыңдықтың табиғи газ өткізгіштігінің тереңдігі бойынша үш өзгеру белдеуі бар (4.17 суретті қараңыз).

Жоғарғы белдеу жыныстарының газ өткізгіштігі жер бетіне жақындаған сайын жоғарылайды. Екінші белдеуде газ қысымы тау жыныстарының статикалық қысымынан төмен болғандықтан, мұнда қабаттың газ өткізгіштігі төмендейді. Үшінші белдеуде газ қысымы жоғарылаған сайын, тау жыныстарының статикалық қысымына байланысты қалыңдығының газ өткізгіштігі тағы да артады.

Көмір қабаттарындағы газ қысымы мен газ өткізгіштігі арасында сандық байланыс бар:

$$k = k_0 e^{-bP}, \quad (4.22)$$

мұнда k_0 – бастапқы газ өткізгіштігі, м²;

b – коэффициент;

e – табиғи логарифмдердің негізі.

ТМД елдерінің негізгі бассейндерінің көмірінің газ өткізгіштігі $(0,4 \div 10) \cdot 10^{-15}$ м² шегінде өзгереді және газ өткізгіштігінен 4-5 есе жоғары. Қарағанды көмір бассейнінің к₁₈ қабатының газ өткізгіштігі 400-500 м тереңдікте $0,6-0,9 \cdot 10^{-2}$ мД шегінде өзгереді [93]. Қарастырылған факторлар көмір кен орындарының қалыңдығында газдың таралу заңдылықтарын анықтайды.

Сонымен, Кузбаста газды желдету аймағының тереңдігі 50-180 м, Донбаста – 50-500 м, Кизелов және Челябі бассейндерінде – 300-600 м, Печора, Қарағанды және Тунгус бассейндерінде, Суганск, Сахалин және Кавказ кен орындарында 50-230 м тереңдікте көмір қабаттарының газдылығы 25-30 м³/т-ға жетеді, ал жыныстардың газдылығы 4-6 м³/т құрады [94].

Соңғы жылдардағы зерттеулер көмір, тау жыныстары мен тереңдіктегі газ өткізгіштігінің өзгеруі шексіз емес екенін анықтады. Сонымен, Донбаста 400 м тереңдікте көмірдің газдылығы максимумға жетеді. Кейін ол азаяды. Қарағанды бассейнінде ең жоғары газдылық 500 м тереңдікте байқалады, тереңдікпен Газдылықтың азаюы жыныс температурасының өсуімен қалыңдықтағы сорбциялық сыйымдылықтың төмендеуімен түсіндіріледі, бұл ретте осы тереңдікте газдылық 1 т көмірге ондаған текше метр газды құрайды.

Жоғарыда келтірілген мәліметтер көмір қалыңдығындағы газдың таралуына газ қысымы мен газ өткізгіштігі негізгі әсер ететіндігін көрсетеді.

Қазіргі уақытта тау массивінде газдар мен сұйықтықтарды тасымалдау түрлерінің бірнеше жіктелуі бар (А.А. Скочинский атындағы Тау-кен ісі институтының классификациясы бойынша [95]).

Зерттеулер көрсеткендей тереңдігі өзгерген кезде оның көмір қабатының беткі қабатынан ағып кету шекарасындағы метанның жылдамдығы $2 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-5}$ см/с, ал газдың қозғалыс режимі Дарси заңы бойынша ламинарлы болып табылады, ол жыныстардағы газ қысымы 0,8-1,0 МПа дейін төмендеген кезде пайда болады. Жыныстардың газды қалыңдығындағы газдың қозғалыс режимі әрдайым ламинарлы бола бермейді, мұны газ қысымының өзгеруі мен тереңдігі бойынша газ өткізгіштігінің үш белдеуінің болуы дәлелдейді. Тау-кен жұмыстарымен бұзылған қалыңдықтағы газ қысымының ламинарлық режимі метан аймағының жоғарғы шекарасынан 80-100 м тереңдікке дейін байқалады, содан кейін ол аралас және турбулентті режимдерге өтеді. Өтпелі режим қысымның 1,0-1,2 МПа төмендеуінде байқалады, ал қысымның 1,2 МПа-дан астам өзгеруінде қалыңдықтағы газдың қозғалысы Шези заңы бойынша жүреді, сүзу кезінде бөлінетін газдың мөлшері 11-50 м³/т және одан да көп құрайды.

Осылайша, көмір қабатынан газдың бөлінуін есептеу үшін бастапқы газ қысымын және тау-кен жұмыстарының әсерінен оның өзгеру заңдылығын білу қажет. Көмір қабатындағы газ қысымын ол ашылған сәттен бастап кернеулі-деформацияланған күй тұрақтанғанға дейінгі уақыт аралығында мына формула бойынша анықтауға болады:

$$P_x = P_0 + (P_1 - P_0) e^{-\frac{x^2}{2l^2(t)}}, \quad (4.23)$$

мұнда P_x , P_0 – қойнауқабаттың жалаңаш бетінен кез келген қашықтықта газдың тиісті қысымы және қойнауқаттағы бастапқы қысым, МПа;

P_1 – қойнауқабаттың жалаңаш бетіндегі газ қысымы, МПа;

x – қабат бетіне дейінгі қашықтық, м;

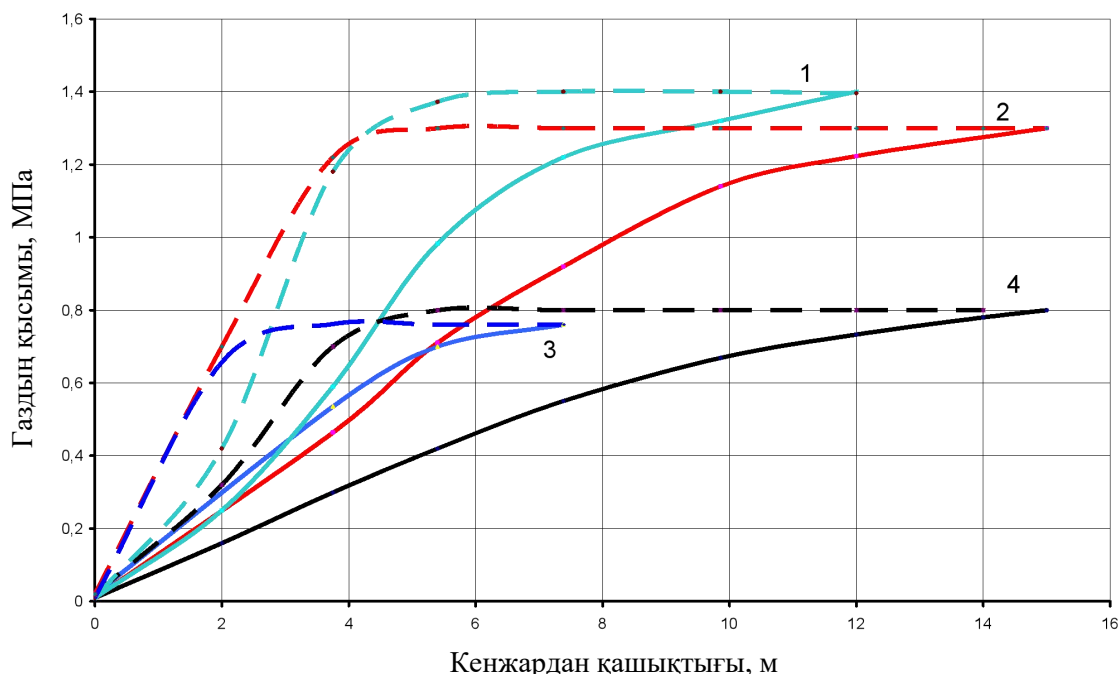
$l(t)$ – қабаттың түсіру аймағының тереңдігі, м.

Зерттеулер (4.23) формула бойынша айқындалған тазарту жұмыстарының әсер ету аймағындағы көмір қабатындағы газ қысымының есептік мәндерінің эксперименттік жолмен айқындалған деректермен шамалы алшақтығы бар екенін анықтады (4.18-сурет).

Көмір қабаттары бойынша жүргізілетін газсыздандыру іс-шараларының тиімділігі, әдетте, көмір массивінің газ күйімен (қысым, газ температурасы және газдылық), қасиеттерімен (өткізгіштігі, кеуектілігі, газ бөлу қабілеті, газ сыйымдылығы және т.б.), көмірдің құрылымымен, тау-кен жұмыстарын жүргізу технологиясымен және экономикалық орындылығымен анықталады.

Газдылығы 15-20 м³/т жоғары өнімді тазалау кенжарларымен тәулігіне 2000 т астам жүктемелері бар қабаттарды әзірлеу кезінде тазалау жұмыстарынан дайындық жұмыстарының артта қалуы байқалады. Нәтижесінде резервуарды алдын-ала газсыздандыру уақыты қысқарады және нәтижесінде сіз газдың тоқтап қалуына тап болуыңыз мүмкін. Тау-кен жұмыстары тереңдігінің ұлғаюымен газсыздандыру ұңғымаларына газ шығарудың табиғи жылдамдығы

қабаттан газ алудың талап етілетін деңгейін қамтамасыз етпейді. Мұның себептері төмен табиғи сүзу және диффузиялық өткізгіштігі, жоғары газ сыйымдылығы және көмірдің төмен кеуектілігі (газ коллекторларымен салыстырғанда).



1, 2, 3, 4 – көмір қабаттары: K₁₈, K₁₀, K₇, D₆

Сурет 4.18 – Жыныстардың геологиялық қасиеттерін ескере отырып, игерілетін көмір қабатындағы Р (МПа) газ қысымының кенжарға дейінгі қашықтығына тәуелділігі

Ескерту – Қатты сызықтар - қабаттың жалаңаштау сәті үшін, нүктелі сызықтар - деформациялардың сөну сәті үшін

Көмір қабатының газ күйінің негізгі сипаттамаларының бірі ретінде метандылығының өзгеруінің жалпы заңдылықтары – бұл қабаттың стратиграфиялық тереңдігінің жоғарылауымен және көмірдің метаморфизм деңгейінің жоғарылауымен газдың ұлғаюы.

Ашлярик және Қарағанды свиталарының қабаттары газдылығымен ерекшеленеді. Қарағанды ауданындағы шамамен 400 м тереңдікте Қарағанды свитасының негізгі қабаттарында газ мөлшері Шерубай-Нұра ауданында 25-30 м³/т-ға дейін көтеріліп, 15-25 м³/т жетеді, осы аудандардағы газды желдету аймағы тиісінше 120-175 және 100-150 м тереңдікте өтеді. Газбен желдету аймағының тереңдігі 200-250 м-ге жетеді, ал D₆ – 350 м және одан да көп қабат үшін 600 м тереңдіктегі газдылық 22-24 м³/т құрайды. Қарағанды ауданында (Дубов мұльдасы) 600 м тереңдіктегі Долинка көмірінің газдылығы одан да төмен – 10-15 м³/т. Қарағанды бассейнінің мысалында газдылықтың метаморфизммен байланысы расталады (4.3-кесте).

Кесте 4.3 – Көмірдің метаморфизм дәрежесінің газға әсері

Мета- мор - физм кезеңі	Газ желдету аймақтың тереңдік, м	400 м тереңдік- тегі газдылық, м ³ /т	Геотер - миялық градиент, град/100 м	Мысалдар
II	200-250	До 15	1,1-1,4	Қарағанды ауданындағы Долинка свитасы, Тентек ауданындағы Тентек свитасы
III	150-200	15-20	1,4-1,6	Шерубай-Нұра және Тентек ауданда- рындағы Долинка свитасы, Өнеркәсіп учаскесіндегі Қарағанды свитасы
IV	100-150	20-25	1,6-1,9	Қарағанды ауданының Саран учаскесіндегі Қарағанды свитасы
IV-V	75-125	20-40	1,8-2,2	Шерубай-Нұра ауданының оңтүстік және орталық учаскелеріндегі Қарағанды свитасы, Тентек ауданының Сасықкөл учаскесі

Метаморфизмнің жоғарылауымен көмір қабаттарының табиғи газдылығы ауданда да, бөлімде де өседі. 150-200-ден 400-400 м-ге дейін тереңдіктен тыс жерде газдың қарқынды жоғарылауы байқалады. 400 м тереңдікте газдылықтың өсу қарқыны төмендейді және сорбциялық сыйымдылықтың шекті мәндеріне жақындайды. Метаморфизм сатысының жоғарылауымен геотермиялық градиент өседі.

Ең жоғары газ сыйымдылығы (40 м³/т дейін) төмен метаморфты антрациттер мен жартылай антрациттер тобында орналасқан көмірге ие. 4,5-тен 24%-ға дейін ұшпа шығатын көмір, әдетте, 20 м³/т астам тау-кен массасының газдылығына ие (т.м.). 10-нан 20 м³/т т.м. дейінгі мәндер ұшпа шығатын көмірде 4,5-тен 14,5%-ға дейін және 24-тен 44%-ға дейін байқалады.

Көмір қабатының тереңдігі оның газдылығына айтарлықтай әсер етеді. Зерттеушілердің көпшілігінің пайымдауынша, газдылық гиперболалық заң бойынша тереңдіктен (4.19-сурет) өседі және жалпы жағдайда Ленгмюр теңдеуі түрінде болады:

$$X = X_2 \frac{100 - W - A_2}{100}, \text{ м}^3/\text{т}$$

мұндағы X_2 – құрғақ көмірсіз массаның табиғи метан төзімділігі, м³/т;

W – көмірдің табиғи ылғалдылығы, %;

A_2 – көмір күлділігі, %.

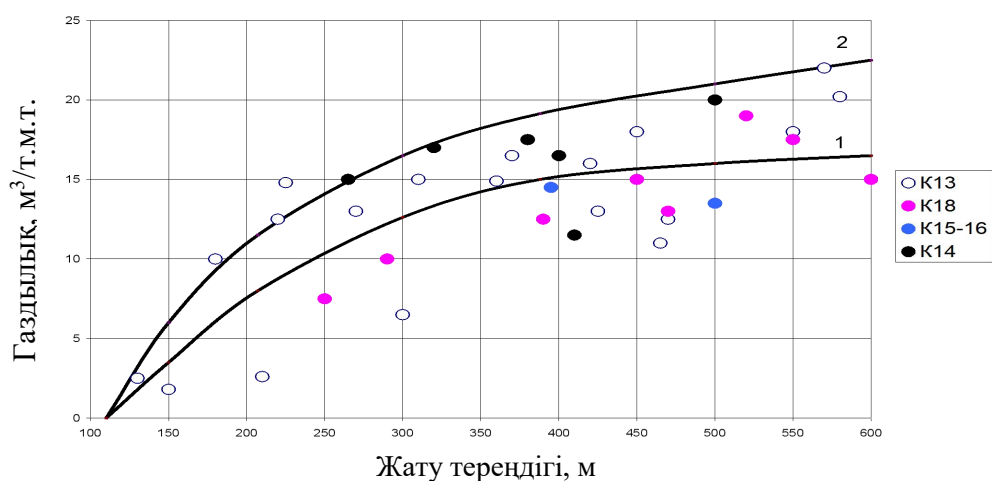
Көмірдің құрғақ бос емес массасының табиғи метан төзімділігі (X_2 , м³/т) өрнегінен анықталады:

$$X_2 = \frac{1,3c(H - H_0)}{1 + b(H - H_0)}, \text{ м}^3/\text{т} \quad (4.24)$$

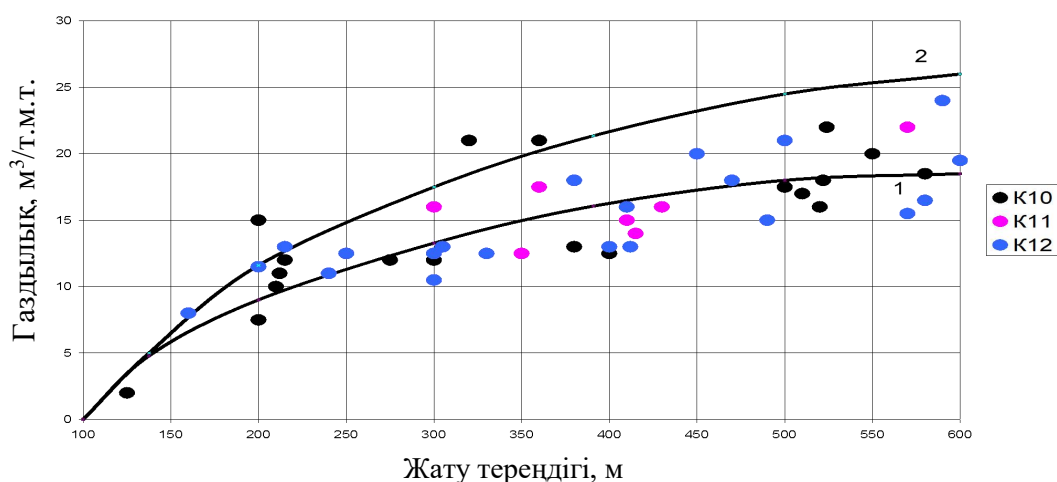
мұнда H – қазба тереңдігі, м;

H_0 – газ желдету ауданының тереңдігі, м;

c және b – Ленгмюр теңдеу коэффициенті.



а



ә

а – K₁₈-K₁₄ көмір қабаттары; ә – K₁₂-K₁₀ көмір қабаттары

Сурет 4.19 – Шерубай-Нұра учаскесінде олардың жату тереңдігіне байланысты көмір қабаттарының газдылығы: 1 – орташа мәндер, 2 – жоғарғы айналма

(4.23) және (4.24) теңдеулер параметрлерінің мәндері дайындық қазбаларына нақты метанның бөлінуі бойынша нақтыланған параметрлерді ескере отырып, "Қарағанды бассейнінің көмір қабаттарының метан қасиеттілігінің жіктеуіші" бойынша [96], ал жаңа өрістер үшін – геологиялық есептердің деректері бойынша қабылданады.

Кентіректерде, қабаттың алынбайтын бумаларында қазылған кеңістікте қалдырылған көмірдің қалдық метан құрамының шамасы мынадай (4.25) формула бойынша айқындалады:

$$X_o = 0,001 X_{o.c.} (100 - W - A_s), \text{ м}^3/\text{T} \quad (4.25)$$

мұнда H – атмосфералық қысым кезінде көмірдің құрғақ күлсіз массасының қалдық газдылығы, қ.к.м. м³/т (4.4-кесте бойынша қабылданады).

Кесте 4.4 – Көмірдің қалдық метан құрамы

$X_{ог}$ мәні, м ³ /т құрғақ күлсіз массасы ұшпа заттардың бөлінуімен, %				
12-18	18-26	26-45	45-42	42-50
7-6	6-5	5-4	4-4	4-2

Егер игеру басталғанға дейін көмір немесе оған жақын қабаттар (қабаттар) игерілген немесе жинақталған болса, онда есептеу формулаларына қабаттың табиғи метандылығы (X) орнына қалдық метандылығына ($X_{ост}$) ауыстырылады, оның шамасы (4.25) формулалар бойынша анықталады.

Бірнеше рет жұмыс істеген немесе қосымша жұмыс істеген кезде қалдық метан құрамы бұрынғы жұмыс немесе қосымша жұмыс істегеннен кейін (X) мәнінің орнына ($X_{ост}$) ауыстыру арқылы сол формулалар бойынша анықталады.

Көмір қабаттарының пайда болу тереңдігі жоғарылаған кезде зертханалық зерттеулерден гөрі метан көп болады деген пікір бар, бұл оны снарядты көтеру кезінде бұрғылау бағанасындағы газдың жоғалуымен түсіндіреді.

Алайда, изотерманың шөгу фактісіне сүйене отырып, метанның жоғары қысымындағы көмірдің газ сыйымдылығы тереңдік тереңдігінің жоғарылауымен газдың өсу қарқыны баяулайды деп болжауға болады.

Көмір қабаттарындағы метанының қысымы P_T гидростатикалық қысымға жақын заң бойынша өсетіні анықталды:

$$P_e = 10^{-2} (H - H_0), \text{ МПа} \quad (4.26)$$

Шахта жағдайындағы газ қысымының көптеген өлшемдері бұл байланысты растайды.

Тәуелділік (4.26) қойнауқабаттың жату тереңдігінің ұлғаюымен газ қысымының бірқалыпты өсуін көрсетеді. Сонымен қатар, іс жүзінде суфлярлық типтегі көмір қабаттарынан метанның едәуір бөліну жағдайлары байқалды, бұл көрші учаскелермен салыстырғанда газ қысымы мен газдылығының аномальды ұлғаюымен көмір қалыңдығында жергілікті аймақтардың болуын көрсетеді.

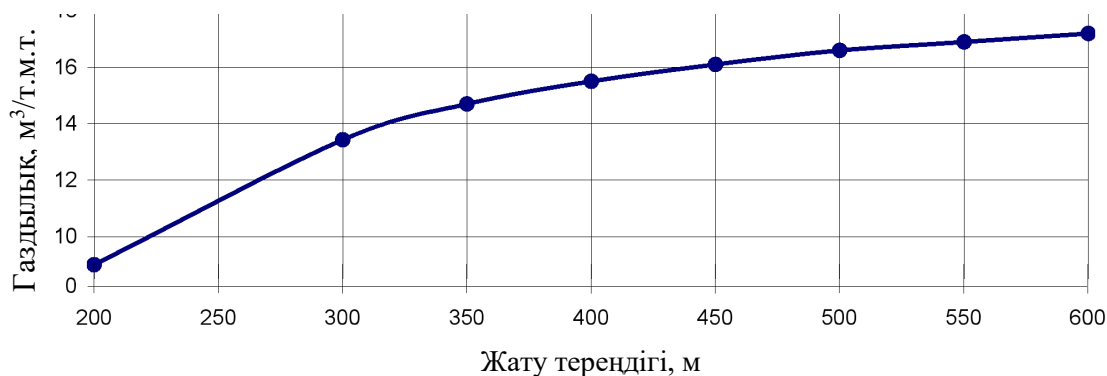
Күл мен ылғалдылықты ескере отырып, K_{10} қабатының табиғи газдылығының есептік өзгеруі келесідей (4.20-сурет). Лэнгмюр с және b коэффициенттері есептеу кезінде тиісінше 0,265 және 0,0119, $H_0 = 144$ м, $A_3 = 25,4\%$, $W = 4,4\%$ ("Қарағанды бассейнінің көмір қабаттарының метандылығын жіктеуші" [96]) қабылданды.

4.20-суреттен көрініп тұрғандай, газдың өзгеру сипаты жеткілікті дәлдікпен теңдеумен сипатталады:

$$X = AN^2 + BN + C, \text{ м}^3/\text{т} \quad (4.27)$$

мұнда X – ылғалдылық пен күлді ескере отырып, қабаттың табиғи газдылығы, м³/т;

H – қабат тереңдігі, м;
 A, B, C – эмпирикалық коэффициенттер, сәйкесінше - 0,00006; 0,0686;
 1,9857 тең.



Сурет 4.20 – "Абай" шахтасында жату тереңдігінен K_{10} қабатының газдылығының есептік өзгеруі

Көмір қабаттарының газдылығы көмір массивінен сынамалар алу жолымен, сондай-ақ қабаттарды өңдеу кезінде кен алу учаскесінің газ молдығын қайта есептеу жолымен анықталған.

Қойнауқат бойынша бұрғыланған ұңғымалардағы көмірдің газдылығы.

"АрселорМиттал Теміртау" АҚ КД "СпецШахтоМонтажДегазация" басқармасында көмір қабаттарының газдылығын анықтау ДМТ (Германия) фирмасының әдістемесі мен аппаратурасын пайдалана отырып жүргізіледі. Сынамаларды іріктеу және бөлу әдістемесі [97] ұңғыманы пневматикалық жетекпен 2 м арқылы сынама алумен және оны герметикалық ыдысқа орналастырумен бұрғылау болып табылады. Көмір сынамаларында газ талдағыштың көмегімен бөлініп шыққан метанның мөлшері анықталады. Көмір сынамаларындағы метанның құрамынан басқа, оның ылғалдылығы, күлділігі, ұшпа шығымы анықталады.

Ұңғымалардың әртүрлі тереңдігіндегі метанның мөлшері шиеленісті жағдайды көрсетеді [98]. Қазба қабырғаларына тікелей жақын орналасқан массив айтарлықтай жарықтар пайда болу үшін блоктарға түсіріліп, бөлінеді. Бұл аймақта резервуардың газдылығы минималды. Қазба қабырғасынан қашықтықтың ұлғаюымен түсірудің әсері азаяды, блокты бөлу аймағы массивтегі жарықтар санының біртіндеп азаюымен серпімді емес деформациялар аймағымен ауыстырылады. Бұл аймақта газдылық ұңғыманың тереңдігінің жоғарылауымен артуы керек. Қазба қабырғасынан 18-20 м қашықтықта жүктеменің массивке әсері аз, серпімді деформациялар аймағы бар, газдылық табиғиға жақын мәнге жетеді.

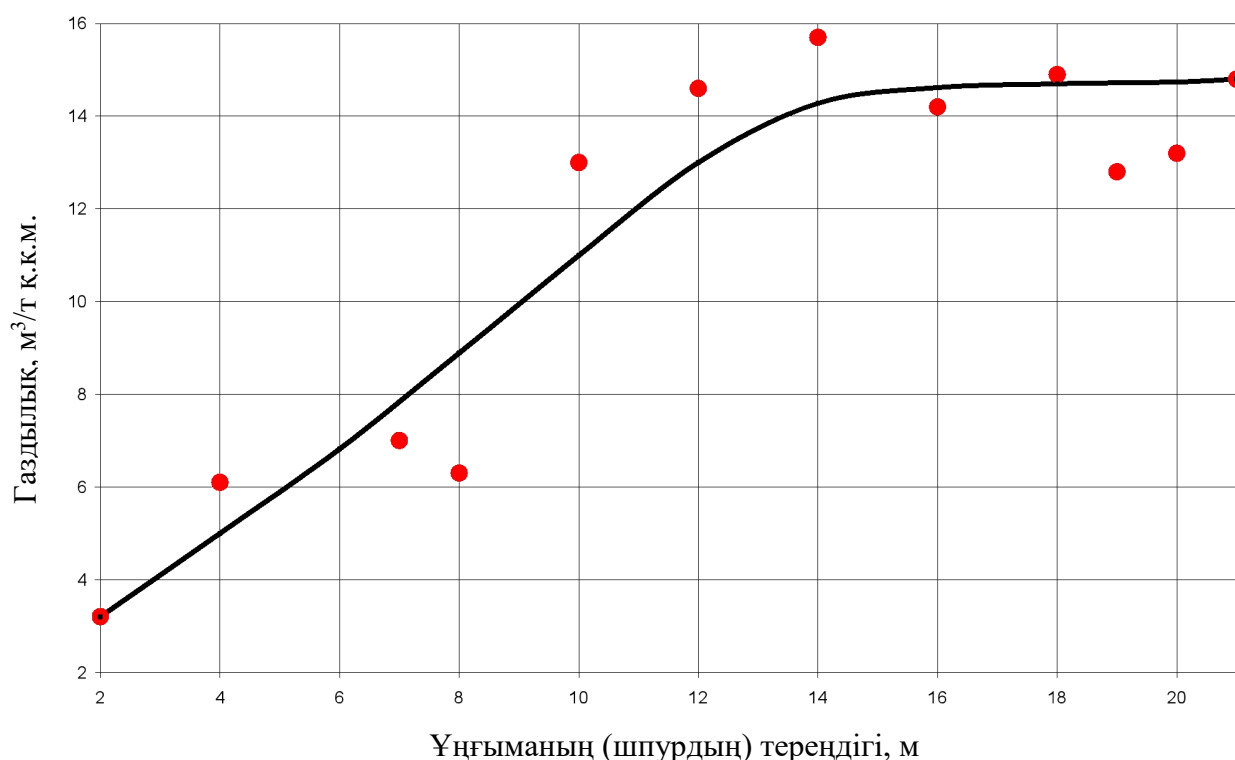
Қазбалардың қабырғаларынан қашықтықта қабаттардың газдылығын зерттеудің өзгеруі әртүрлі сипатта болуы мүмкін, оған көмір массивінің иілгіштік, ылғалдылық, жарықшақтық, түсіру дәрежесі және т. б. сияқты қасиеттері әсер етеді.

Күзембаев атындағы шахтада K_{10} көмір қабаты бойынша бұрғыланған ұңғымадан 570 м тереңдікте 49 K_{10} -в жұптық желдеткіш штрегінің өндірілуінен сынама алынды (4.21-сурет). Блокты бөлшектеу іс жүзінде жоқ немесе қазба қабырғасынан 2 м қашықтықта орналасқан. Серпімді емес деформациялар аймағы 2-ден 14 м-ге дейін созылады, ал серпімді деформациялар аймағы ұңғыманың сағасынан 14 м-ден басталады. Бұл аймақта жарықтар пайда болмайды және көмір массивінің газдылығы іс жүзінде өзгермейді. Серпімді емес деформация аймағының салыстырмалы түрде аз мөлшерін көмірдің икемділігінің жоғарылауымен немесе тереңдік тереңдігінің жоғарылауына байланысты тау қысымының жоғарылауымен, дәлірек айтқанда, екеуімен де түсіндіруге болады.

Серпімді емес деформациялар аймағындағы газдың өзгеру графигінің жанамаі көмір массивінің күйін сипаттайды, яғни жанама неғұрлым үлкен болса, массив жарықтар пайда болу үшін деформацияға аз ұшырайды және, керісінше, жанама неғұрлым аз болса, массив соғұрлым үлкен болады.

Көмір қабаттарының табиғи газдылығы оларды өңдеу кезінде шығарылған метан мөлшері бойынша да анықталуы мүмкін.

2020 жылы "Абай" шахтасында K_{18} қабатының солтүстік қанаты 214 K_{18} -с лавамен өңделді, желдеткіш штрек 214 K_{18} -с 220 м тереңдікте, ал конвейерлік штрек 214 K_{18} -с 260 м тереңдікте жүргізілді. Қабаттың қуаты 1,6 м болды. Жіктеуіш бойынша K_{18} қабатының есептік газдылығы 11,1-12,8 м³/т құрады.



Сурет 4.21 – Шахтадағы K_{10} қабаты бойынша штректен бұрғыланған ұңғымадағы (шпурдағы) газдылықтың өзгеру динамикасы

Ескерту – Күзембаев шахтасы жалпы газдылығы - 17,2 м³/т, 1 бар қысымда - 2,7 м³/т, десорбцияланған газ - 14,5 м³/т

Желдету құралдарымен лаваның жұмысы кезінде жалпы көмір қазбасы 206 мың тонна болған кезде 1,56 млн. м³ метан алынды, егер сынған көмірден желдету ағынына және резервуарды газсыздандыру ұңғымаларына бөлінген метан мөлшері жалпы көмір өндіруге жатқызылса, онда біз 7,5 м³/т-ға тең қазба учаскесінің салыстырмалы газ қозғалғыштығын аламыз.

Кен алу учаскесінің балансында газ шығарудың едәуір үлесі өндірілген кеңістіктің үлесіне келеді. Алайда, дөңгелек қазу кезінде көмір қабаты, әдетте, толығымен таңдалады, сондықтан өндірілген кеңістіктің газ қозғалғыштығы спутникті қабаттардағы және негізгі жыныстардағы метан мөлшеріне байланысты.

Көпжылдық зерттеулердің нәтижелері көмір құрамындағы метанның шамамен 80%-ы комбайн жұмыс істеген кезде механикалық бұзылу нәтижесінде бөлінетінін, 20%-ға жуығы байланысқан күйде қалатынын көрсетті. Сондықтан К₁₈ қабатының газдылығын орташа есеппен 9,4 м³/т деп бағалауға болады. Шығарылған метан мөлшері бойынша табиғи газдылықты есептеу аса орташа мән береді, өйткені резервуардың шығарылатын бөлігінен, көмірден және негізгі жыныстардан бөлінетін метанның нақты мөлшерін ескеру қиын.

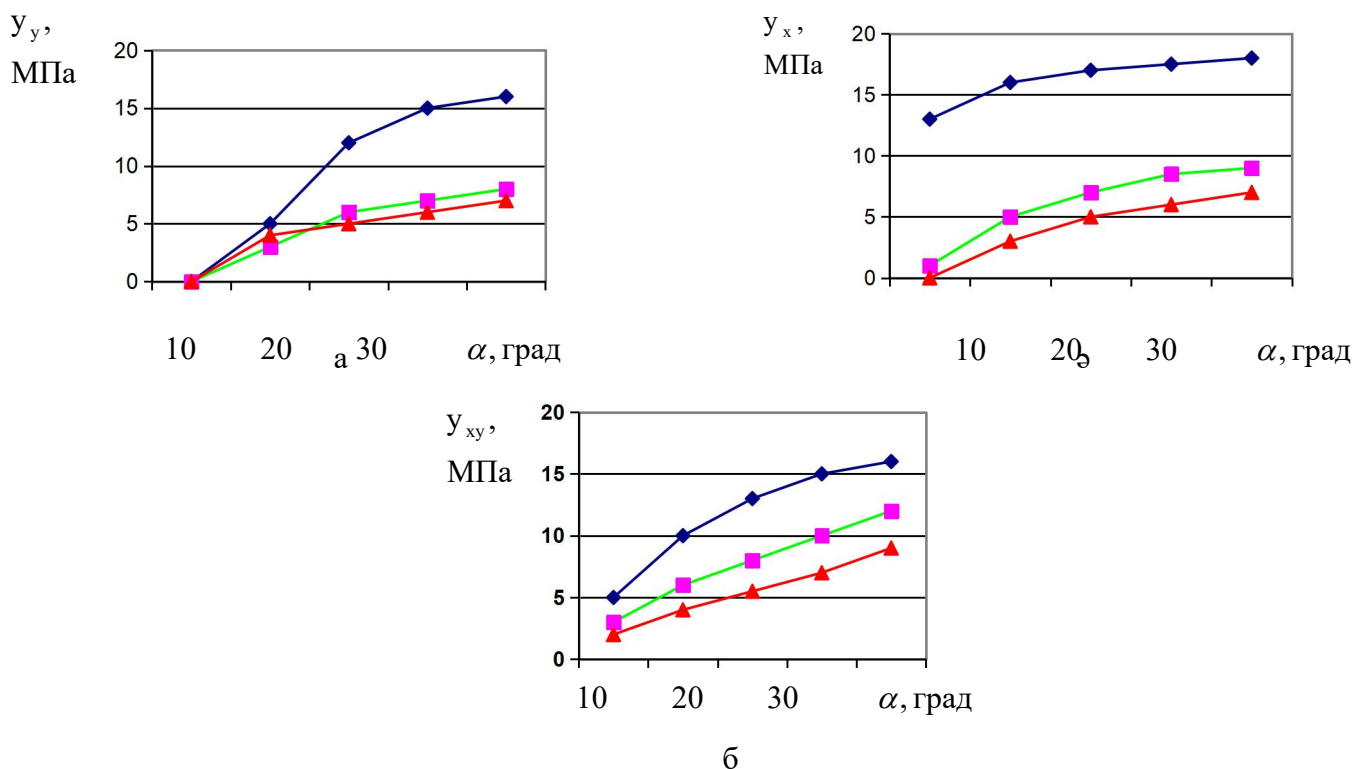
Тау-кен қазбасының өзекті міндеті тау-кен қазбасының әр түрлі бұрыштарында және нығайту тереңдігінде әр түрлі бекітпелері бар тау-кен қазбаларының деформациясының ерекшеліктерін зерттеу, бекіту параметрлерін негіздеу және оны қолданудың ұтымды аймағын анықтау болып табылады.

Зерттеу идеясы – көмір қабаттары бойынша бұрғыланған ұңғымалардағы көмірдің газдылығын зерттеу нәтижелерін тарта отырып, техногендік кернеулі-деформацияланған күйді (кернеулі-деформацияланған күйін) зерттеу негізінде контурға жақын тау-кен массивін бекітудің тиімді технологиясын әзірлеу.

Тау-кен жұмыстарын жүргізу тау жыныстарының тепе-теңдік күйін бұзады және оны қоршаған массивтегі кернеулердің қайта бөлінуіне әкеледі, ал Қазба тізбегіндегі кернеулердің қарқындылығы бұзылған массивтен әлдеқайда жоғары. Тау-кен контурындағы кернеудің жоғарылауы оның айналасында серпімді емес деформациялардың пайда болуына әкеледі. Тау жыныстарының деформация аймағының құрылымы мен сипаты қазба тереңдігіне, жыныстардың физика-механикалық және технологиялық қасиеттеріне, қазба көлеміне, бекітпенің түрі мен сипаттамаларына, негізгі жыныстардың пайда болу бұрышына байланысты.

Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылыстарының пайда болуына геомеханикалық факторлардың әсерін зерттеу. ANSYS бағдарламалық кешенін қолдану арқылы тау-кен қазбасының қимасы мен көмір қабатының құлау бұрышының қазбаны анкерлік бекітпемен бекіту кезінде тау-кен жыныстары массивінде пайда болатын ең жоғары кернеулердің шамасына әсері бағаланды.

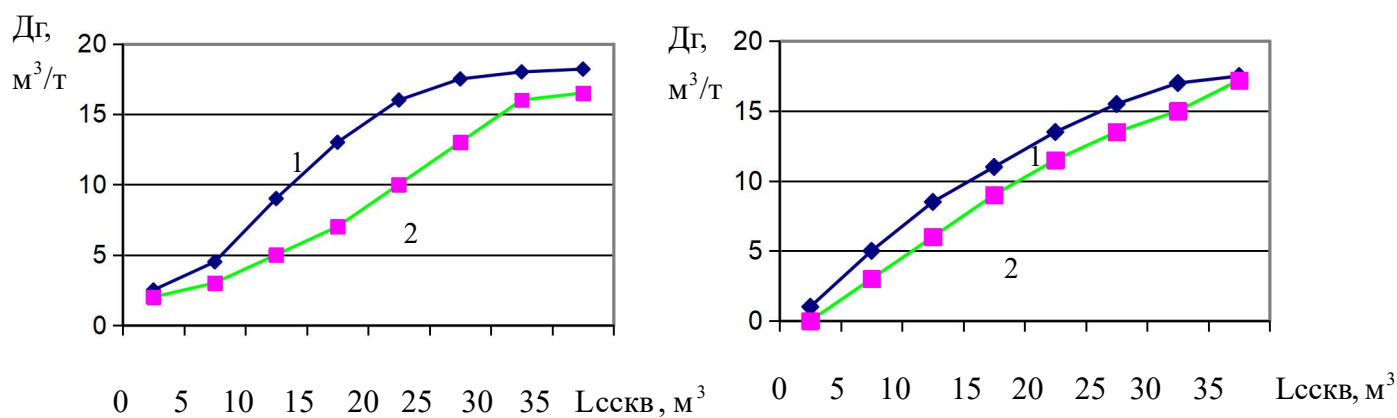
4.22-суретте (қуаты 4,0 м қойнауқат жағдайлары үшін) құраушы кернеулердің үлестірімелері келтірілген: σ_y – қалыпты, σ_x – бойлық әсер етуші кернеулерді құрайды. Қалыпты, бойлық және жанама резервуардың құлау бұрышынан өседі, оның құрамындағы өзгеріс 10-нан 400-ге дейін.



а – қалыпты; ә – бойлық; б – жанама (в) кернеулер

Сурет 4.22 – Аркалы (1), тік бұрышты (2) және полигоналды (3) формадағы қазбаларды анкерлік бекіту кезінде тау жыныстары массивіндегі ең жоғарғы кернеулердің қабаттың құлау бұрышынан өзгеру сипаты

Аналитикалық модельдеу нәтижелерін бағалау үшін "АрселорМиттал Темиртау" АҚ КД СШМД басқармасының зертханалық-зерттеу кешенін қолдана отырып, DMT (Германия) фирмасының аппаратурасында, бұрғыланған ұңғыманың тереңдігі бойынша десорбцияланатын газ-метанның шамасын және алаптағы газ қысымына (тау қысымы) байланысты көмір қабаттарына арналған сорбция изотермасын айқындау арқылы өндірістік зерттеулер жүргізілді (4.24-сурет).

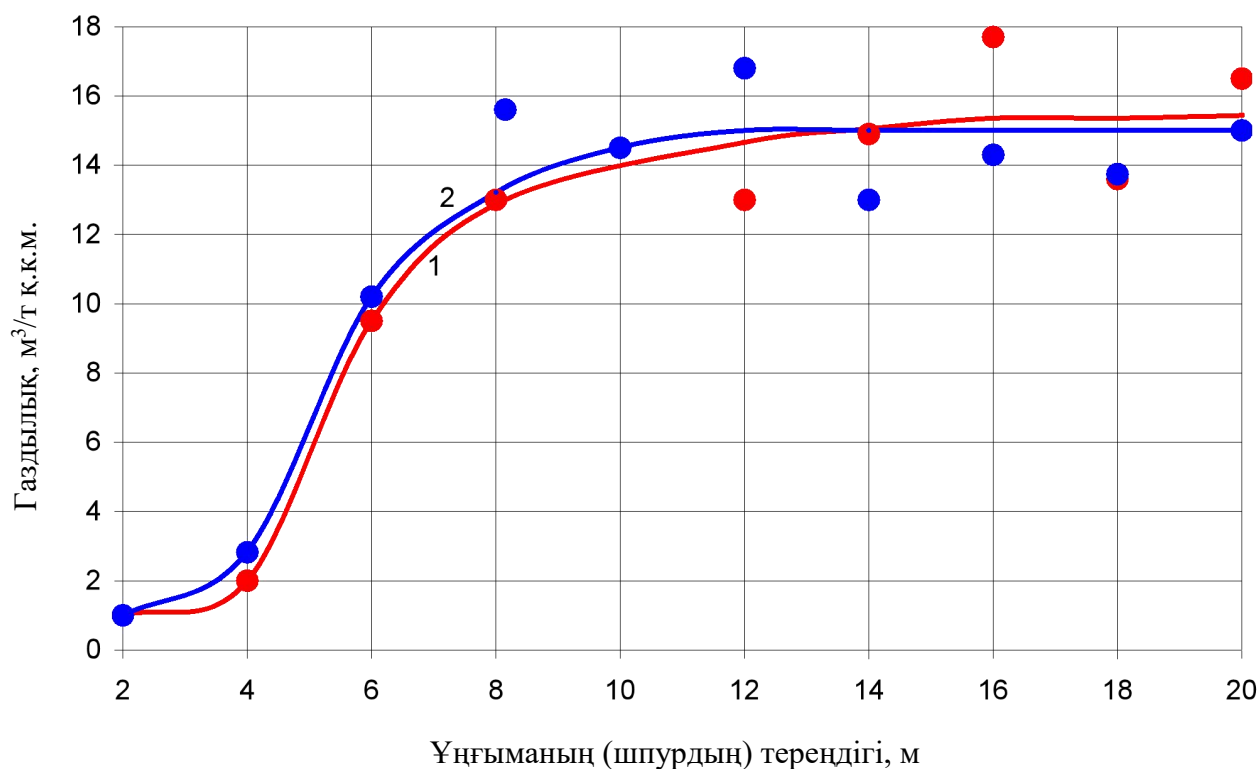


1 – "Абай" шахтасының K_{10} қабаты; 2 – "Қазақстандық" шахтасының D_6 қабаты

Сурет 4.23 – Көмір қабатының газдылығының (D_g) қазбаның контурға жақын массивінің тереңдігіне ($L_{\text{сскв}}$) өзгеруі

Зерттеулер 15 м^2 қимасы бар конвейерлік штрек бойынша монтаждау камерасынан 65 м-де $44K_{10}$ -с аралық штрек жағдайлары үшін жүргізілді: жалпы газдылық $19,4 \text{ м}^3/\text{т}$, 1 бар қысымдағы газдылық – $2,8 \text{ м}^3/\text{т}$, десорбцияланған газ көлемі – $16,5 \text{ м}^3/\text{т}$. Эксперименттер қарқынды аймақта 4 м болатын массивке терең дайындық қазбасынан контур айналасындағы қолданыстағы тірек қысымының аймағын анықтау үшін кеңейтілген қазба бойымен жүргізілді. 4.24(1) сурет.

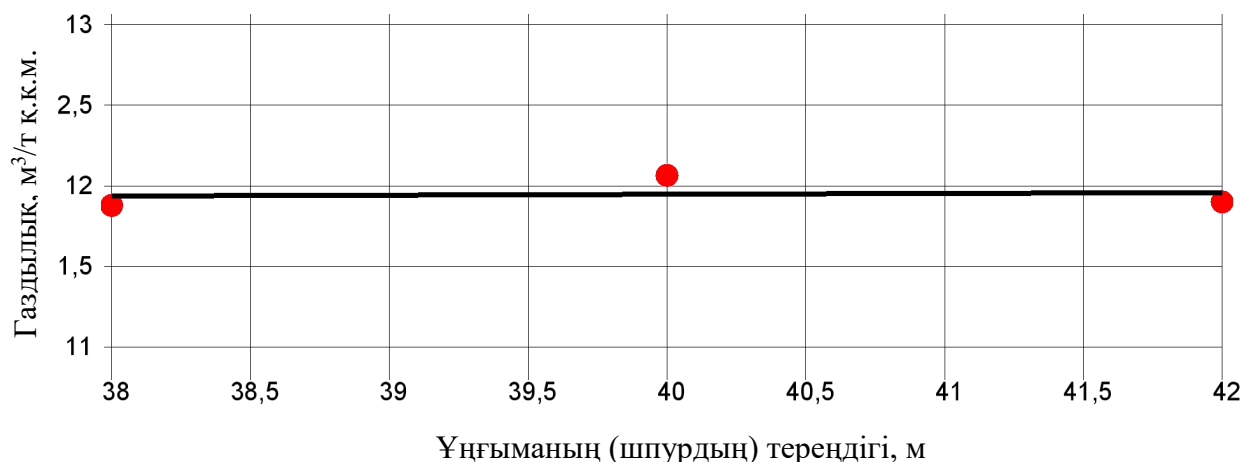
Сондай-ақ, 15 м^2 қимасы бар $404Д_6-1з$ бремсбергтің желдету жағдайлары үшін өндірістік бақылаулар жүргізілді, тұйықталу ұзындығы 179 м тереңдікте: жалпы газ сыйымдылығы $19,4 \text{ м}^3/\text{т}$, 1 бар қысымындағы газдылық – $2,4 \text{ м}^3/\text{т}$, десорбцияланған газ көлемі – $17,1 \text{ м}^3/\text{т}$ белсенді аймақта 6 м – 4.24(2) суретті құрайтын дайындық жұмыстары алдында тау қысымы толқынының таралу аймағын анықтау үшін тәжірибелер жүргізілді.



Сурет 4.24 – Құрастыру камерасынан 65 м (1) және 55 м (2) қашықтықта "Абай" шахтасынан $44K_{10}$ конвейерлік аралық штректен бұрғыланған ұңғыманың тереңдігімен K_{10} қабатының газдылығының өзгеруі

"Абай" шахтасындағы тау массивінің кернеулі-деформацияланған күйінен газдылығының өзгеруінің белгіленген заңдылығын тексеру үшін Оңтүстік блоктағы K_{10} қабатының газдылығын анықтау бойынша жұмыстар жүргізілді. Сынамаларды іріктеу орнындағы қойнауқабаттың жату тереңдігі 445 м құрады, сынамалар 38, 40, 42 м тереңдіктен СБГ-1М станогымен бұрғыланған ұңғымадан алынды, жалпы газдылық – $14,5 \text{ м}^3/\text{т}$, 1 бар қысымдағы газдылық – $2,7 \text{ м}^3/\text{т}$, десорбцияланатын газ – $11,8 \text{ м}^3/\text{т}$ [99].

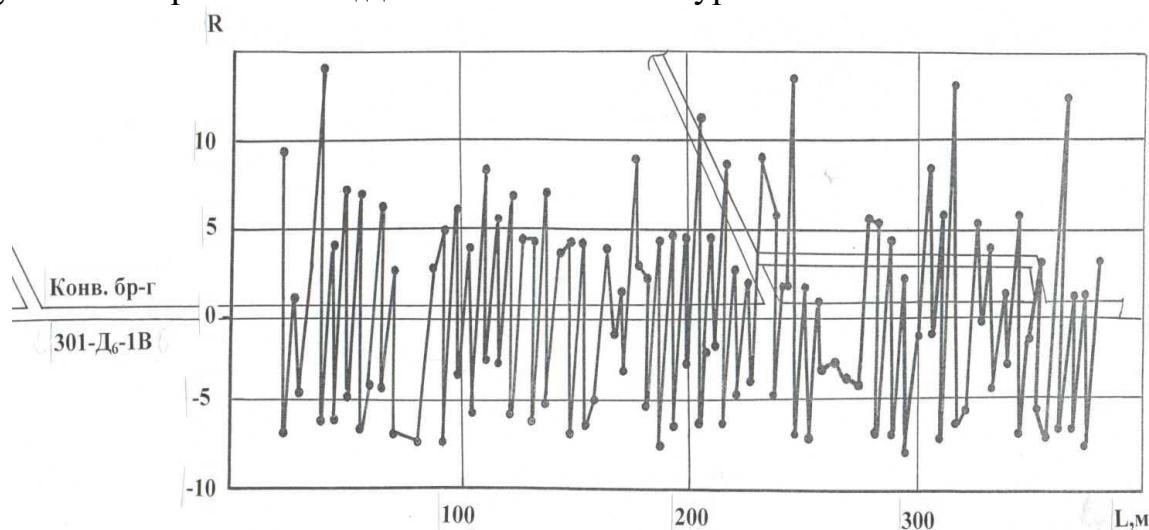
4.25-суретте келтірілген нәтижелер іс жүзінде қол жетімсіз массивте газдың тұрақты болатындығын көрсетеді. Оның айтарлықтай ауытқулары геологиялық бұзылулар мен ұсақтау аймақтарында мүмкін, бұл оларды анықтау белгілерінің жалпы көрінісі болып табылады.



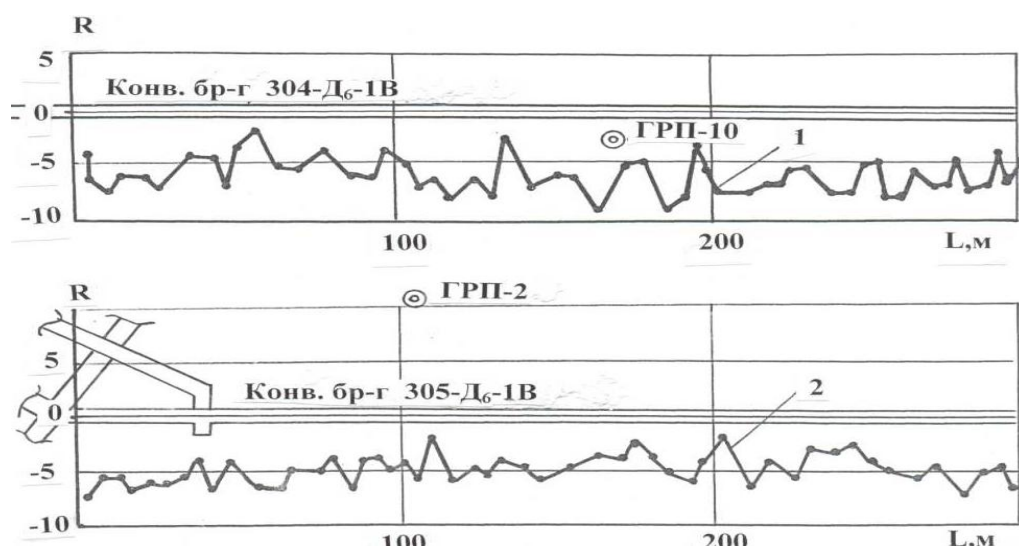
Сурет 4.25 – "Абай" шахтасындағы 421К₁₀-ю желдеткіш штрек ұңғыманың (шпурдың) тереңдігімен К₁₀ қабатының газдылығының өзгеруі

Тәжірибелер қарқынды аймақта 4 м болатын массивтің тереңіне дайындық қазбасынан контур айналасындағы қолданыстағы тірек қысымының аймағын анықтау үшін кеңейтілген қазба бойымен жүргізілді.

Ленин атындағы шахтада жүргізілген зерттеулер бойынша: салыстыру учаскесіндегі лақтырылысқауіптілігі көрсеткішінің динамикасы – 4.26-суретте; лақтырылыс қаупін төмендету бойынша алдын ала газсыздандырудың тиімділігі – алдын ала газсыздандыру дайындығы аймақтарындағы лақтырылыс қауіптілігі көрсеткішінің динамикасы – 4.27-суретте белгіленген.



Сурет 4.26 – Салыстыру учаскесіндегі лақтырылысқа қауіптілігі көрсеткішінің динамикасы



Сурет 4.27 – Алдын ала газсыздандыру дайындығы аймақтарында лақтырылысқа қауіптілігі көрсеткішінің динамикасымен Ленин атындағы шахтаның өрісінде лақтырылыс қауіпін төмендету бойынша алдын ала газсыздандырудың тиімділігі

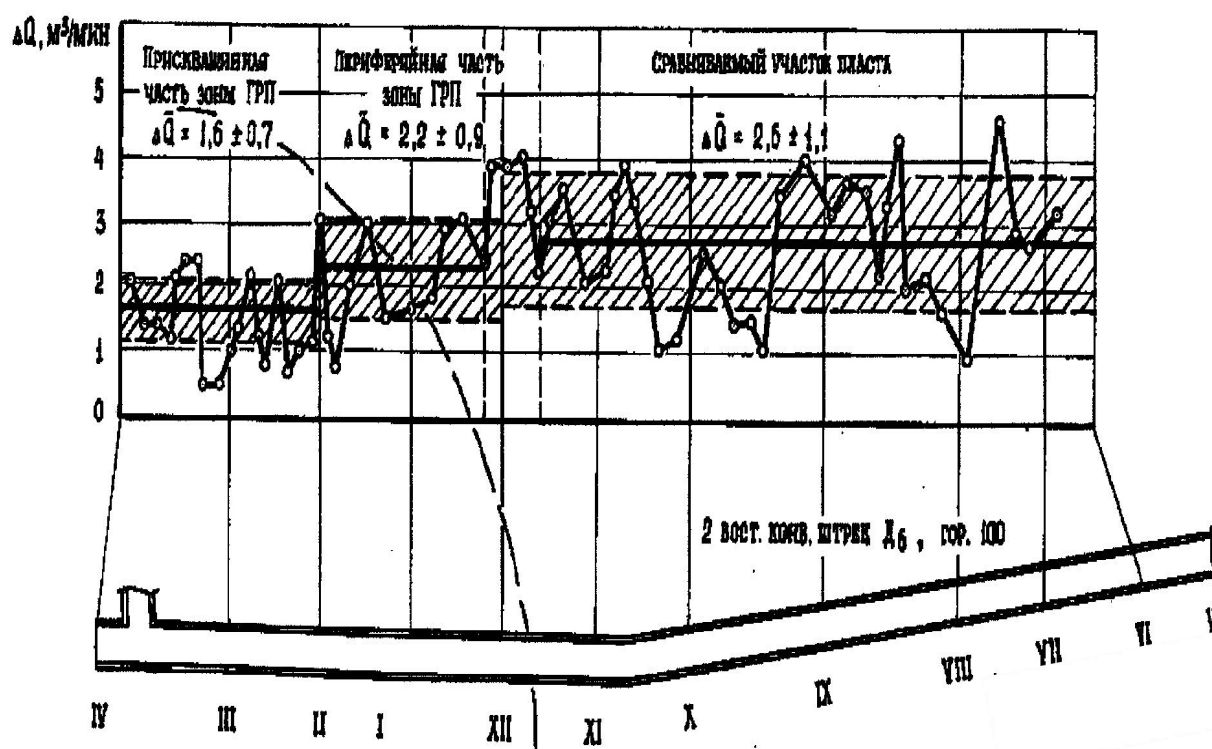
4.5-кестеде шахта алаңындағы лақтырылыс қауіпін төмендету бойынша алдын ала газсыздандырудың тиімділігі, ал 4.28-суретте газдренажды ұңғымаларды бұрғылау кезінде газдың бөлінуі көрсетілген.

Кесте 4.5 – Ленин атындағы шахтаның өрісінде лақтырылысқа қауіпін төмендету бойынша алдын ала газсыздандырудың тиімділігі

№ ұңғы- ма	Қазба	Учаске (тұйықтың ұзындығы), м	Лақтырылысқа қауіптілік көрсеткіші R_1 min-max/орта	Стан- дартты ауытқу	ҚГС ұңғымасына дейінгі ең аз қашықтық, м	Лақтыры- лысқа қауіпті мәндер үлесі, %
1	2	3	4	5	6	7
4	404Д ₆ -1В конвейерлік бремсберг	0 - 112	$\frac{-10,2 - 1,4}{-7,56}$	2,2	40	0
4	404Д ₆ -1В конвейерлік бремсберг	90 - 152	$\frac{-7 - 4}{-4,78}$	4,47	114	16,7
5	404Д ₆ -1В конвейерлік бремсберг	0 - 140	$\frac{-10,4 - 12,2}{-4,16}$	6,54	90	24,8
10	404Д ₆ -1В конвейерлік бремсберг	208 - 498	$\frac{-10 - 1,44}{-6,2}$	2.04	4	0
11	404Д ₆ -1В конвейерлік бремсберг	272 - 400	$\frac{-9,2 - 0,9}{-4,95}$	2.97	86	0

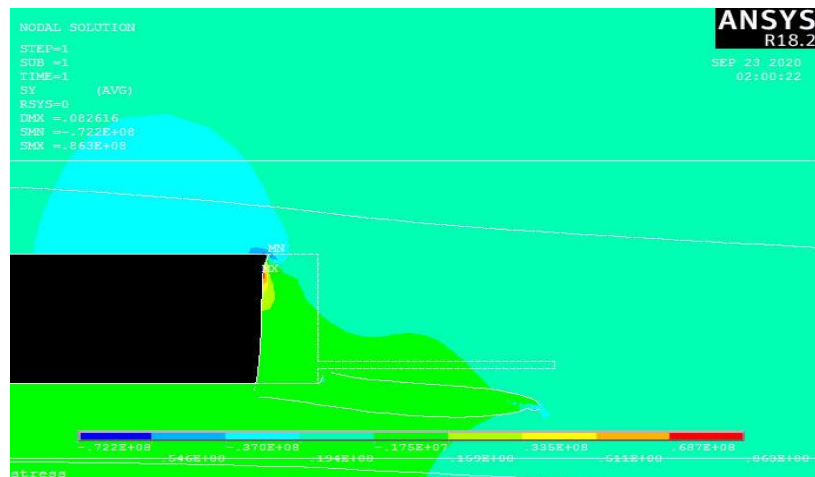
4.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
11	404Д ₆ -1в конвейерлік бремсберг	288 - 452	$\frac{-10,7 - 8}{-6,06}$	4,07	64	9,8
12	404Д ₆ -1в конвейерлік бремсберг	184 - 462	$\frac{-10,2 - 6,2}{-6,14}$	4,06	42	14
13	404Д ₆ -1в конвейерлік бремсберг	448 - 412	$\frac{-9,2 - 7,0}{-4,92}$	4,56	120	19



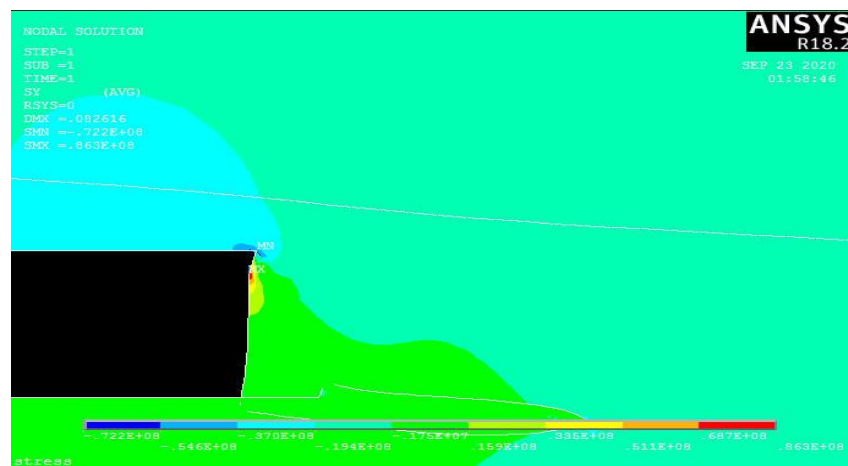
Сурет 4.28 – Газдренажды ұңғымаларды бұрғылау кезінде газ бөлінуінің өсуі

ANSYS бағдарламалық-әдістемелік кешеніндегі тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін аналитикалық модельдеу. Лақтырылысқа қауіпті көмір қабаты бойынша жүргізілетін тау-кен қазбасының фронтының алдында үлкен диаметрлі бұрғыланған ұңғымалардан түсіру қуысының пайда болуы кезінде тау-кен жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін ANSYS бағдарламалық-әдістемелік кешенінде талдамалық модельдеу жүргізілді (4.29, 4.30, 4.31-суреттер).



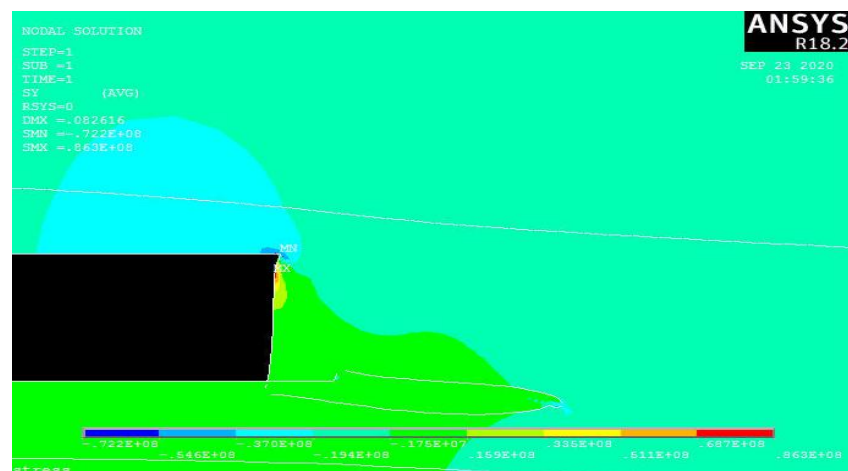
Сурет 4.29 – Түсіру ұңғымаларын бұрғылау кезінде табан асты жыныстарының массивін түсірумен бойлық ығысулар

Ескерту – Ығысулар: тік - 0,09 м; көлденең - 0,24 м; кернеулер - 8,6 МПа



Сурет 4.30 – Табан үйілген жыныстардың массивін түсірумен бойлық ығысулар

Ескерту – Ығысулар: тік - 0,09 м; көлденең - 0,24 м; кернеулер - 7,2 МПа



Сурет 4.31 – Табан үйілген жыныстардың массивін түсірумен бойлық ығысулар

Ескерту – Ығысулар: тік - 0,09 м; көлденең - 0,24 м; кернеулер - 8,4 МПа

Төртінші бөлім бойынша қорытындылар

Қарағанды көмір бассейнінің K_{18} көмір қабатының табиғи газдылық шамалары тау массивінің кернеулі-деформацияланған күйін ескере отырып, қаттан газ бөлу бойынша есептік және нақты деректерге негізделген әртүрлі әдістемелерді пайдалана отырып анықталған. Әр түрлі әдістермен алынған нәтижелерді салыстыру негізінде K_{18} қабатының табиғи газдылығының мәнін негіздеу.

Әдістеме Ленгмюр коэффициенттері бойынша газдылықты есептеу, DMT (Германия) фирмасының тәсілі бойынша көмір сынамаларын іріктеу және өңдеу, сондай-ақ оны әзірлеу кезінде қаттан нақты газ бөлінуі бойынша негізделеді. K_{18} және K_{10} қабаттарының табиғи газдылығы анықталды, нәтижелері "АрселорМитал Теміртау" АҚ ҚД "Абай" шахтасының алаңында оны өңдеу кезінде K_{18} қабатынан нақты газ бөлінуімен сәйкес келеді. K_{18} және K_{10} көмір қабатының газдылығы мен газ бөлінуінің өзгеру заңдылықтары анықталды.

Газдылықтың негізделген мәні тау массивінің кернеулі-деформацияланған күйін, желдету, газсыздандыру параметрлерін және қаттағы метанның құрамына байланысты басқа да факторларды ескере отырып, қатты алу технологиясы үшін және тазарту жұмыстарын жүргізу кезінде қазбадағы газаметанның бөліну параметрлерін бағалау үшін пайдаланылады.

Изотерманың шөгу фактісіне сүйене отырып, метанның жоғары қысымындағы көмірдің газ сыйымдылығы тереңдік тереңдігінің жоғарылауымен газдың өсу қарқыны бәсеңдейтіні анықталды.

Көмір қабаттары бойынша бұрғыланған ұңғымалардағы газдылық өзгерісінің оларға кернеулі-деформацияланған күйдің, массивтің әсер ету сипатына тәуелділігі анықталды, бұл көмір қабаттарының блоктық бөліну аймақтарын, серпімді және серпімді деформация аймақтарын, сондай-ақ ұсақтау және тектоникалық бұзылулар аймақтарын бөлуге мүмкіндік береді.

Қарағанды бассейні қабаттары көмірінің табиғи газдылығы гиперболалық заң бойынша тереңдікпен өсуде.

"АрселорМитал Теміртау" АҚ ҚД "Абай" шахтасының алаңында тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған жай-күйін ескере отырып, қаттан газ бөлу бойынша есептік және нақты деректерге негізделген түрлі әдістемелерді пайдалана отырып, оны өңдеу кезінде Қарағанды көмір бассейнінің K_{18} көмір қабатының табиғи газдылық шамасы анықталды; тау-кен массивін түсірудің олардың шамасына әсер ету сипаты бағаланды.

Жүргізілген зерттеулердің практикалық маңыздылығы тау массивінің кернеулі-деформацияланған күйін, желдету, газсыздандыру параметрлерін және қабаттағы метанның құрамына байланысты басқа да факторларды ескере отырып, қабатты ашу технологиясын жобалау үшін және тазарту жұмыстарын жүргізу кезінде қазбадағы газ-метан бөлінуінің параметрлерін бағалау үшін газдылық мәнін негіздеуден тұрады.

5 ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫН ЖҮРГІЗУ КЕЗІНДЕ ЛАҚТЫРЫЛЫСҚА ҚАРСЫ ІС-ШАРАЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ БОЙЫНША ҰСЫНЫМДАРДЫ ӨЗІРЛЕУ

5.1 Тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қарсы тиімді іс-шараларын құру тәсілі

В.В. Ходоттың теориясы бойынша [100] озық ұңғымалардың әсер ету механизмі былайша түсіндіріледі. Әдетте көмір қабатының түбіне жүргізілген ұңғыма көмірдің шекті күйінің аймағын кесіп өтеді, кернеулердің шоғырлану аймағына енгізіледі және тау-кен жұмыстарын жүргізуден туындаған артық кернеулерді біртіндеп азайтады. Ұңғыманың айналасында, тау-кен қазбасындағы сияқты, көмірдің шекті күйі мен кернеудің концентрациясы пайда болады, бұл тау-кен айналасындағы кернеудің таралуын өзгертеді. Егер көмір қабатындағы ұңғымалар жиі бұрғыланса, төменгі кернеуі бар шекті күй аймақтары бір-бірімен қабаттасады, содан кейін көмір қабатының бүкіл төменгі шұңқыр аймағында төмен кернеулер пайда болады. Бұл жолақта көмірдің кеуектілігі артады, газ өткізгіштігі артады, газ ұңғымалар мен кенжарға қарай қарқынды қозғалады, оның қысымы төмендейді, сәйкесінше көмірдің беріктігі артады. Осының нәтижесінде үлкен энергия қорларының шоғырланған жері болып табылатын кернеулердің шоғырлану аймағы мен газ тосқауылы массивке терең қарай жылжиды, олардың арасында біртіндеп артып келе жатқан кернеулердің кең жолағы бар. Алдыңғы ұңғымалардың диаметрі неғұрлым аз болса, олар жасаған жергілікті түсіру аймағы соғұрлым аз болады. Көмірдің беріктігін арттыру да жұмыс істейді. Күшті көмірде бұрғыланған кіші диаметрлі ұңғымалар көмірдің шекті күйге ауысуына себеп болмауы мүмкін. Бір-бірінен үлкен қашықтықта бұрғыланған үлкен диаметрлі ұңғымалар төмен және жоғары кернеулердің ауыспалы аймақтарын жасайды. Тіпті ұңғымалардың жеткіліксіз саны дайындық және тазарту қазбаларында жұмыс қауіпсіздігін арттырады, өйткені кернеуден ішінара босату ұңғыманың айналасында көмірдің газ өткізгіштігінің жоғарылауына әкеледі.

Жетекші ұңғымалардың массивтің кернеулі күйіне әсері тұрғысынан әр ұңғыманы Қазба ретінде қарастыру керек, өйткені олардың әрқайсысының айналасында тау-кен қазбасының кенжар маңы аймағының кернеулі күйіне ұқсас аймақ пайда болады. Озық ұңғымаларды бұрғылау нәтижесінде массивтің шиеленіскен күйінде айтарлықтай өзгерістер болады, ұңғымалардың қорғаныс әсері өте тиімді көрінеді.

Сондықтан кернеулерді тиімді қайта бөлуге және бүйірлік тау жыныстарының бүгілуін түзетуге қол жеткізу үшін озық ұңғымалар қысу аймағының ортасында бұрғылануы керек. Сығымдау аймағының артындағы бұрғылау тек біркелкі емес кернеуді күшейтеді және көбінесе тәжірибе көрсеткендей, бұрғылау кезінде кенеттен лақтырылыстарға әкеледі.

Озық ұңғымалардың олардың лақтырылысқа қауіпті аймақты тұрақты кесіп өтуін қамтамасыз ететіндей ұзындығы болуы тиіс, олардың орналасуын ұңғымалардың әрбір циклын бұрғылау алдында білу қажет. Қауіпті емес

аймақтарда озық ұңғымаларды бұрғылауға тыйым салынуы керек, өйткені бұл массивте жүктемені тудыруы мүмкін және біркелкі емес кернеулер мен бүйір жыныстардың иілуіне ықпал етуі мүмкін. Егер, мысалы, бір уақытта бір-бірінен қысқа қашықтықта ұңғымалар сериясын дайындық қазбасының кенжарында бұрғылайтын болсаңыз, онда бұл қазбаның кенжары массивке терең ауысатындығына тең болады. Тек осы жағдайда массивтің тереңдігінде ұңғымалардың айналасында біркелкі емес кернеулі учаскелер пайда болды, бұл көмір ағымында бүйір қысым күштерінің бүктелуіне және бүйір жыныстардың иілуіне ықпал етеді. Сондықтан, озық ұңғымаларды бұрғылау қажет, егер қазба алдында шамадан тыс аймақ және бүйір жыныстардың серпімді иілісі болса.

Көмір қабаттарында лақтырылыс қауіпін болдырмау үшін, оның ішінде озық дренаж ұңғымаларын бұрғылау арқылы тәсілдер кешені қолданылады.

Озық ұңғымаларды бұрғылау кез-келген қуаттылықтағы дайындық қазбаларында қолданылады. Озық ұңғымалар қабаттың ең көп тартылған (лақтырылысқа қауіпі бар) бумасы (бумалары) бойынша бұрғыланады.

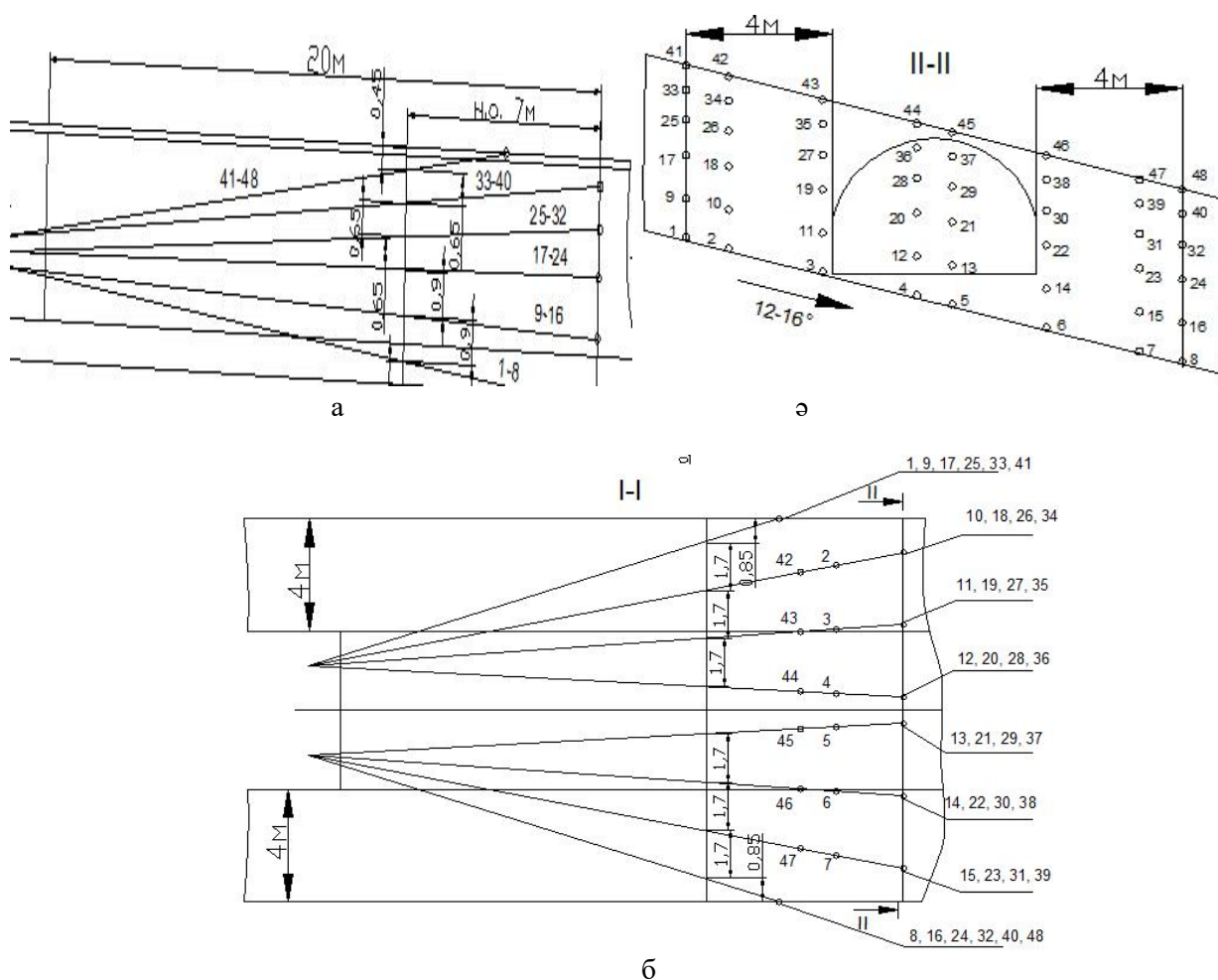
Озық ұңғымалардың диаметрі 130-250 мм, ұзындығы 10-20 м лақтырылысқа аса қауіпті шахта қабаттарында немесе учаскелерде озық ұңғымалардың диаметрі 200-250 мм құрайды.

Ұңғымалар қазбаның қимасында және оның контурының артында өңдеу үшін тектоникалық бұзылған көмірдің қабатын төсеу үшін қатарға орналастырылады. Контурлау шамасы 2 м, ерекше лақтырылысқа қауіпті шахта қабаттарында немесе учаскелерде және лақтырылысқа қауіпті қабаттардың тектоникалық бұзылу аймақтарында – 4 м, ал төмендемейтін озу – 5 м, тектоникалық бұзылу аймақтарында және жоғары тау қысымының аймақтарында ерекше лақтырылысқа қауіпті шахта қабаттарында – 7 м. қабаттың қабатталуы бойынша диаметрі 130-250 мм ұңғымалардың тиімді әсер ету аймағы 6,8 м² тең (аймақтың көлемі тікбұрыш түрінде 2,6 м созылу бойынша және 2,6 м құлау бойынша); 80-120 мм диаметрі қабаттың қабаты бойынша 2,6 м²-ге тең (тік төртбұрыш түріндегі аймақтың өлшемдері ені бойынша 1,6 м және құлауы бойынша 1,6 м). Осылайша, газ ағызатын озық ұңғымалардың түсіру әсерінің ауданы өте шектеулі.

Озық газдренажды ұңғымаларды бұрғылау қазбаның кенжарының жылжуына қарай СБГ-1М станоктарымен, сериялармен жүргізіледі.

Ұңғымалардың жобалық саны нақты жағдайларға байланысты анықталады: 30-дан 60 данаға дейін, бұл айтарлықтай материалдық және еңбек шығындарын талап етеді, Қазба қарқынын төмендетеді.

5.1-суретте Күзембаев атындағы шахтадағы қабаттың геологиялық бұзылу аймағында 50К₁₀-1в конвейерлік штрегін жүргізу кезінде диаметрі 130 мм озық ұңғымаларды бұрғылаудың үлгілік схемасы көрсетілген.



а – озу; ә – қима; б – контурлық ұңғымалар

Сурет 5.1 – Күзембаев атындағы шахтада қабаттың геологиялық бұзылу аймағында 50К_{10-1в} конвейерлік штрегін жүргізу кезінде диаметрі 130 мм озық ұңғымаларды бұрғылау схемасы

5.2 Лақтырылысқа қауіпті қабатта бойынша озық ұңғымаларын бұрғылау технологиясы

Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін, қазба кенжарларынан газ шығару процестерін зерттеу, әр түрлі факторлардың пайда болуына әсер ету заңдылықтарын анықтау және жүргізілетін дайындық кенжарларының алдындағы кернеу аймақтарының өзгеру сипатына теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде резервуардағы газ қысымын төмендету үшін озық ұңғымаларды бұрғылаудың технологиялық схемалары жасалды.

Нысанның бастапқы күйден берілген күйге оңтайлы ауысуын қамтамасыз ететін, басқару айнымалыларын негіздей отырып қатынасымен тау-кен технологиялары мен тәсілдері үшін айқындалатын басқару әсерлерінің параметрлерін таңдау; оңтайлылық критерийі объектінің (қазбаның) және процестің жекелеген параметрлері, басқару параметрлері мен олардағы шектеулер арасындағы байланысты ескере отырып жүргізіледі. Қол жеткізілген нәтиженің қолданыстағы функционалдығына экстремалды мән беру үшін

объектіні фазалық күйден қажетті күйге аударатын басқару параметрлерінің жиынтығы орнатылады.

Дайындық жұмыстарын жүргізудің технологиялық схемасында басқару әсерінің негізгі параметрлері ретінде мыналар қабылданады: массивтің кернеулі-деформацияланған (геомеханикалық) жағдайы; дайындық қазбасының көлденең қимасының өлшемдері; тау-кен және газ қысымының параметрлерімен байланысты дайындық кенжарларының технологиялық параметрлері.

Лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жетілдіруге мыналар жатады: көмір қабатын ылғалдандыру кезінде газ факторының әсерін азайту; көмір қабатының кенжар маңы бөлігін гидроокшаулау; озық ұңғымаларды бұрғылау, озық қуыстарды гидрлендіру, көмір алабын торпедалау, камуфляждық-шайқау және камуфляждық жару, қатты болашақ қаттық қазбаның контурында қабаттың топырағындағы дала қазбаларымен түсіру, толқын фронтының артындағы қысымды арттыру, көмір қатына әсер етудің физикалық-химиялық тәсілдері арқылы қаттағы газ қысымын төмендету.

Диаметрі 80-130 мм (250-ге дейін) ұңғымаларды бұрғылау кезінде құрылған қуыстың айналасында ұңғыманың бастапқы әсер ету аймағы пайда болады. Бұл аймақтың шамасын серпімділік теориясының белгілі шешімдері негізінде бағалауға болады, оған сәйкес ұңғыманың әсері ұңғыманың айналасында шартты түрде жүргізілген бір немесе екі диаметрмен шектеледі, бұл әсер ету аймағы аз және массивтің бұзылуға динамикалық реакциясы шамалы. Жүргізілген қазба фронтының алдындағы массивтің шеткі бөлігіне келесі әсер ету аймақтары бөлінеді: қабатқа алдыңғы әсер ету нәтижесінде қабаттың шеткі бөлігімен мұраға қалған пластикалық деформациялар; жоғары тау қысымы аймағы, онда қолданыстағы механикалық кернеулер мен қабаттың физикалық-механикалық қасиеттері ең үлкен пластикалық деформацияларды және озық ұңғымалардың ең жоғары мүмкін түсіру әсерін анықтайды; онда озық ұңғымалардың әрекеті аймақпен салыстыруға болмайды [101].

Ұңғыманың айналасындағы пластикалық деформациялар аяқталғаннан кейін пайда болған ұңғыманың әсер ету аймағының диаметрін Ю.Ф. Коваленконың [102] қуыстың жүктеме астындағы газға қаныққан көмір қабатына әсері туралы шешімін қолдана отырып бағалауға болады. Резервуардағы Газ концентрлі өзара байланыспайтын жарықтар жүйесінің пайда болуына әкеледі, бұл газдың еркін сүзілуіне кедергі келтіреді, сондықтан нормативтік әдіспен газдың бастапқы жылдамдығын өлшеу кезінде әдістемелік қателік жасайды. Ұңғыманың айналасында пластикалық аймақ пайда болады, оның мөлшері (5.1) формуладан бағаланады:

$$\frac{V_{ш}^*}{V_0} = \frac{\sigma_{кр} - q}{\mu} \frac{R_{пл}}{R_0}^2 \quad (5.1)$$

мұнда V_0 – ұзындық бірлігіне ұңғыманың клемі;

$V_{ш}^*$ – бірлік ұзындығына бұрғылау ұсақ-түйегінің көлемі, г/м;

q – кернеуі, МПа;

$\sigma_{кр}$ – сыни кернеу, МПа;

μ – Ляме константасы;

$R_{пл}$ – пластикалық аймақтың радиусы, м;

R_0 – ұңғыма радиусы, м.

(5.1) бұрғылау және ұңғыманың көлемі тең болған жағдайда, ұңғыманың 5-7 радиусына тең болатын пластикалық аймақтың мөлшерін есептеуге болады. Есептелген мөлшермен салыстырғанда бұрғылау ұсақ-түйегінің шығымы ұлғайған кезде пластикалық аймақтың ені бұрғылау ұсақ-түйектің салыстырмалы мөлшерінің квадрат түбіріне пропорционал ұлғаяды.

Шығарылатын көмір қабаттарында бұрғыланған ұңғымалардың қабырғалары бұрғылау кезінде деформациялана бастайды, бұл есептелген бұрғылау мөлшерінің жоғарылауына әкеледі. Көмір бөлшектерінің радиалды ығысуы бос газды концентрлік микрокректерден босататын радиалды жарықтар жүйесінің пайда болуымен бірге жүреді. Бұрғылау кезінде көмірдің радиалды ығысуы ұңғыманың әсер ету аймағының ұлғаюына, яғни ұңғыманың тиімді диаметрінің ұлғаюына тең.

Озық ұңғымалардың әсер ету аймағының мөлшері және осы ұңғымалардың айналасында жарықтар пайда болу қарқыны қазбадан бұрын массивтің жай-күйін болжау әдістерін және дайындық жұмыстарын қауіпсіз жүргізу технологиясын жетілдіру үшін өте маңызды.

Тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде массивтің геомеханикалық жағдайын ескере отырып, қазбаларды игерілген кеңістікпен шекарада игерудің мақсатсыз жүйесінде ұстап тұру, қабаттарды бірлесіп игеру технологиясы негізделген және теріс факторларды бейтараптандыру үшін көмірге алдын-ала әсер етудің басқару әдістері құрылған.

Аналитикалық модельдеу кезінде ұсынылған тәсілдің айырмашылығы – газдың шығуы мен көмір қабаттарының лақтырылыстарын азайту үшін контурлық анизотропты массивтің біркелкі емес кернеулі-деформацияланған күйін ескере отырып, негізгі жыныстардағы генетикалық және технологиялық жарықтар жүйесі ескеріледі.

Мұндай басқару параметрлері осьтік бойлық диаметрі (0,4-0,45 м дейін) және әдетте бұрғыланатын ұңғымалардың 30-60 данасынан қысқарып, газсыздандыратын ұңғымалардың саны (5-10 дана), оның ішінде жүргізу тереңдігіне және тиімді әсер ету радиусына байланысты, газсыздандырылатын газ ағынының өткізу қабілетін қамтамасыз ету үшін шнекті және тегіс бұрғылауды қолдана отырып, қазбаның көлденең қимасының контуры бойынша, оның ішінде қазбаның контурынан тыс түсіру ұңғымаларын қазбаның енінің жартысына дейін бұрғылау; сондай-ақ Д₆ қабаты бойынша қазбаларды жүргізу кезінде (Қарағанды бассейнінің Тентек көмірлі ауданы үшін) – лақтырылысқа қауіпті бумаға басқарушы әсердің параметрлерін белгілеу (5.2-сурет).

Тау массивінің шамадан тыс кернеулі-деформацияланған жай-күйі бар облыстардың пайда болуын болдырмау үшін өткізу фронты бойынша кернеулі

Лақтырылысқа қарсы іс-шараларды жүргізу кезінде лақтырылысқа қауіпті қабаттарда озық ұңғымаларды бұрғылау ұзындығы 20 м, төмендемейтін озу кезінде 5 м, диаметрі 80 мм 400 мм бұрғылаумен СБГ-1М, Старт-1М станоктарымен жүргізіледі [103-104].

Типтік технологиямен орташа алғанда диаметрі 200 мм-ге дейін 45 ұңғыма бұрғыланады:

– 45 ұңғыма x 20 м x 1466 теңге/м = 1 319 400 теңге.

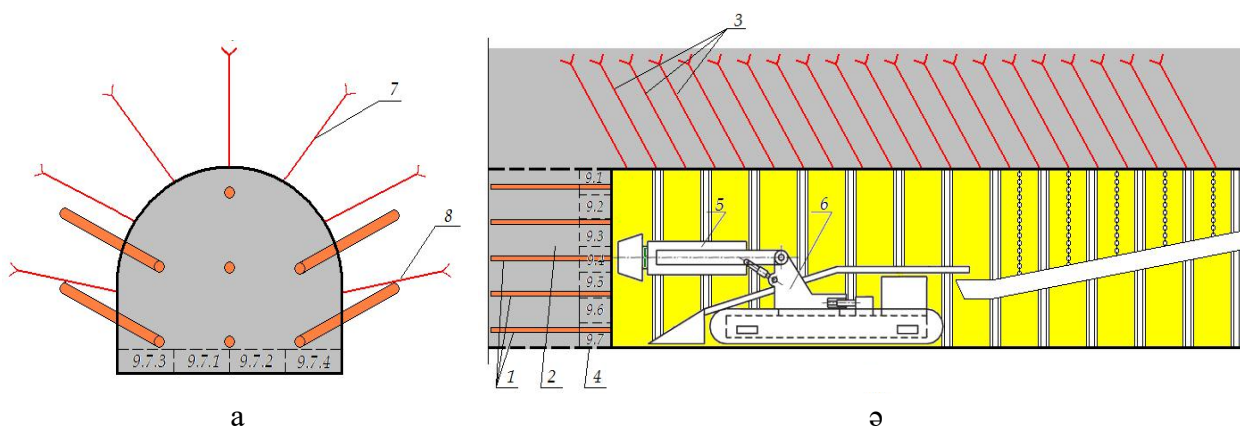
Ұңғыларды 400 мм диаметрге дейін бұрғылау кезінде (5 ұңғыма) қазба қимасының ортасында қазбаның кенжары қимасының ауданы бойынша 20 ұңғымадан артық болмауы қажет:

– 20 ұңғыма (диаметрі 80 мм) x 20 м x 1466 теңге/м + 5 ұңғыма (диаметрі 400 мм) x 20 м x 4020 теңге/м = 988 400 теңге.

– лақтырылысқа қауіпті қабаттарда дайындық тау-кен қазбаларын жүргізу кезінде ұсынылған технологиялық әзірлемелердің техникалық-экономикалық тиімділігі мыналарды құрайды: жүргізілетін әрбір 20 м қазбаға 1319400 – 988 400 = 331 000 теңге (бұрғылау циклі).

Диаметрі ұлғайған (0,4-0,45 м-ге дейін) озық ұңғымаларды бұрғылауды кез келген қуатты көмір қабаттарындағы дайындық қазбаларында қабаттың аса үгітілген (лақтырылысқа қауіпті) бумасы (бумалары) бойынша бұрғылау арқылы қолдану ұсынылады.

Лақтырылысқа қауіпті қабаттарда дайындық қазбаларын жүргізу кезіндегі үлкен диаметрлі (400-450 мм) озық газдренажды ұңғымаларын бұрғылау технологиясының схемасы 5.3-суретте көрсетілген.



а – қима; ә – профиль

1 – контурлық ұңғымалар; 2 – көмір кенжар; 3 – төбе; 4 – табан;

5 – бұрғылау жабдық; 6 – комбайн; 7 – анкерлік бекітпе; 8 – контурдан тыс ұңғымалар

Сурет 5.3 – Лақтырылысқа қауіпті қабаттарда дайындық қазбаларын жүргізуді үлкен диаметрлі (400 мм) озық ұңғымаларды бұрғылау технологиясы

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертацияда автор жүргізген зерттеулер негізінде газ-динамикалық құбылыстар көріністерінің заңдылықтары анықталды және тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде газ-динамикалық қауіпсіздікті және техникалық-экономикалық тиімділікті арттыруды қамтамасыз ету үшін көмір қабаттарының ықтимал лақтырылыстары аймақтарында қазбаларды қауіпсіз жүргізу технологиясы жасалды.

Зерттеу әдісі – Қарағанды бассейні шахталарының тау-кен-геологиялық жағдайларына қатысты белгілі теорияларды, нәтижелерді, практикалық жұмыстарды талдамалық зерттеу.

Кенеттен лақтырылыстардың механизмі және олардың пайда болу себептері оларға газдың қатысуын, массивтің кернеулі-деформацияланған күйін, сондай-ақ өткізілетін тау-кен қазбасының шебі бойынша қиылысатын массивтің физикалық-механикалық және физика-химиялық қасиеттерін жиынтық бағалаумен ерекшеленеді.

Жер асты жұмыстары үшін ұсынылған ғылыми бағытты дамыту перспективасы қазіргі уақытта Қарағанды бассейнінің көмір шахталарында ғылыми-қолданбалы зерттеулердің нәтижелерін пайдалануға және тәжірибелік-өнеркәсіптік байқаудан өткізуге байланысты. Сондықтан тау жыныстары массивінің деформацияланған күйін модельдеу негізінде жер асты қазбаларын жүргізу кезінде көмір мен газдың кенеттен лақтырылысының алдын алу және пайда болу технологиясын тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау тау-кен жұмыстары саласындағы өзекті міндет болып табылады.

Шахталарда көмір мен газдың кенеттен лақтырылысы бойынша қауіпті және қауіп төндіретін көмір қабаттарын қазу кезіндегі жұмыстардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін олардың ықтимал көрініс орындарын (қауіпті аймақтар) болжау қажет.

Осыған байланысты тау сілемдерінен газ шығару процестерінің динамикасы бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу, дайындық забойларын жылжыту алдындағы тау қысымынан түсіру сипатына әртүрлі факторлардың әсер ету заңдылықтарын белгілеу, қазбаларды жүргізу паспорттарында лақтырылысқа қарсы іс-шараларды әзірлеу қажеттілігі туындады.

Көмір қабаттарында лақтырылыс қауіпін болдырмау үшін, оның ішінде озық сорғыту ұңғымаларын бұрғылау арқылы тәсілдер кешені қолданылады.

озық ұңғымалардың диаметрі 130-250 мм, ұзындығы 10-20 м лақтырылысқа аса қауіпті шахта қабаттарда немесе учаскелерде озық ұңғымалардың диаметрі 200-250 мм құрайды.

Ұңғымалардың жобалық саны нақты жағдайларға байланысты анықталады: 30-дан 60 данаға дейін, бұл айтарлықтай материалдық және еңбек шығындарын талап етеді, Қазба қарқынын төмендетеді.

Диаметрі ұлғайған (0,4-0,45 м-ге дейін) озық ұңғымаларды бұрғылауды кез келген қуатты көмір қабаттарындағы дайындық қазбаларында қатты аса

үгітілген (лақтырылысқа қауіпті) бумасы (бумалары) бойынша бұрғылау арқылы қолдану ұсынылады.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- көмір-газдың табиғи тепе-теңдік жүйесінің қасиеттерін; көмірдің сорбциялық қасиеттерін; көмірдің кеуекті құрылымын; көмірдің табиғи газдылық шамасының байланысын және олардың құрылымдық сипаттамаларын зерттей отырып, Қарағанды көмір бассейнінің көмірін әртүрлі жағдайларда (көмір тереңдігі, сипаттамасы) сорбциялық сыйымдылыққа зерттеу;

- ұңғымаларды бұрғылауға дейін көмір сілемінің бұзылу аймақтары орнатылады (танылады) және ұңғымалар кенжардың алдындағы алаптың аудандары бұрғыланады, онда тұтастықты бұзбай кернеулердің жоғары концентрациясы қалыптасады;

- лақтырылысқа қауіпті аймақтарға тиімді әсер ету аймағын ұлғайту жолымен газдинамикалық құбылыстарды болдырмау үшін көмір-жыныс массивіне белсенді әсер етудің геотехнологиялық әдістерін қолдануға негізделген тау-кен-дайындық жұмыстарын жүргізудің технологиялық схемаларын әзірлеу, бұл көмір шахталарында қиылысатын массивтерде геомеханикалық және геотехнологиялық процестерді кешенді басқару негізінде жерасты тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін арттыруды қамтамасыз етеді.

Жұмыстың практикалық мәні:

- бұрғылау барысында көмір массивінің радиалды ығысуы ұңғыманың әсер ету аймағын ұлғайтуға – ұңғыманың тиімді диаметрін ұлғайтуға және озық ұңғымалардың әсер ету аймағының көлеміне және осы ұңғымалардың айналасында жарықтар жүйесінің пайда болу қарқынына балама болатындығын анықтау үшін массивтің жай-күйін болжау әдістерін жетілдіру үшін бірінші кезекте маңызды болып табылады;

- тау-кен және газ қысымының қарқынды нысандарының ықтимал көрінуін болдырмау үшін қиылысатын аралас көмір-жыныс массивіндегі геомеханикалық процестерді компьютерлік модельдеу негізінде тау-кен-геологиялық факторларға және тау-кен-техникалық пайдалану жағдайларына байланысты тау-кен қысымы көріністерінің белгілі бір заңдылықтары негізінде дайындық қазбаларын жүргізу кезінде лақтырылысқа қауіпті қабаттарды дайындаудың технологиялық схемаларын әзірлеу.

Диссертациялық жұмыста орындалған зерттеулердің негізгі ережелері мен нәтижелері бірқатар еңбектерінде жарияланған [105-115]. Сондай-ақ, жалпы автор ғылыми зерттеулер бағыты бойынша бірнеше ғылыми жұмыстарды жариялады [116-130].

Бұдан басқа, автор №АР05135203 "Тау-кен өндірісінің зияткерлік ақпараттық жүйелерін әзірлеу" тақырыбы бойынша ҚР БҒМ 2018-2020 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерін гранттық қаржыландыру бойынша ғылыми-зерттеу жұмысына орындаушы ретінде қатысты.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Каталог внезапных выбросов угля и газа, происшедших на шахтах Карагандинского бассейна. – Караганда: ГУ УД АО "АрселорМиттал Темиртау", 2018. – 171 с.
- 2 Комаров В.Б. Внезапные выделения газа: причины их и способы борьбы с ними / Под ред. В.Л. Биленко. – М.: Гострудинат, 1930. – 60 с.
- 3 Биленко В.Л. Внезапные выделения газа и меры борьбы с ними // Безопасность труда в горной промышленности. – 1932. – №4. – С. 3-6.
- 4 Быков Л.Н. Теория внезапных выделений газа и основные меры борьбы с ними // Безопасность труда в горной промышленности. – 1934. – №1. – С. 5-12.
- 5 Карпов А.М. Внезапные выделения метана на шахтах Центрального района Донбасса. – М.: Государственное объединенное научно-техническое издательство, 1935. – 73 с.
- 6 Печук И.М. Вентиляция и борьба с газом на шахтах Кузбасса. – М.: Углетехиздат, 1946. – 148 с.
- 7 Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа и способы их предупреждения. – М.: Углетехиздат, 1953. – 44 с.
- 8 Бобров И.В. Внезапные выбросы угля и газа на шахтах Донбасса / Бобров И.В., Михайлов В.И., Кричевский Р.М. – М.: Углетехиздат, 1954. – 515 с.
- 9 Авершин С.Г. Горные удары. – М.: Углетехиздат, 1955. – 236 с.
- 10 Скочинский А.А. Внезапные выбросы угля и газа в шахтах и опыт борьбы с ними в СССР. – М., 1956. – 20 с.
- 11 Шевяков Л.Д. О задачах изучения горного давления в связи с запросами промышленности // Уголь. – 1957. – №1. – С. 2.
- 12 Шатилов В.А. Зональность внезапных выбросов угля и газ в шахтах Донбасса. – М.: Госгортехиздат, 1962. – 120 с.
- 13 Эттингер И.Л. Внезапные выбросы угля и газа и структура угля. – М.: Недра, 1969. – 160 с.
- 14 Степанович Г.Я. Газодинамические явления при подготовке глубоких горизонтов / Степанович Г.Я., Николин В.И., Лысиков Б.А. – Донецк: Донбасс, 1970. – 110 с.
- 15 Внезапные выбросы в угольных шахтах: сборник трудов V Всесоюзного научно-практического совещания по борьбе с внезапными выбросами угля и газа. – М.: Недра, 1970. – 455 с.
- 16 Основы теории внезапных выбросов угля, породы и газа / Под общ.ред. А.Э. Петросян. – М.: Недра, 1978. – 165 с.
- 17 Чернов О.И., Пузырев В.Н. Прогноз внезапных выбросов угля и газа. – М.: Недра, 1979. – 296 с.
- 18 Христианович С.А. Внезапные выбросы угля (породы) и газа: Напряжения и деформации. – М.: Институт проблем механики, 1980. – 87 с.
- 19 Проскуряков Н.М. Внезапные выбросы породы и газа в калийных рудниках. – М.: Недра, 1980. – 264 с.

- 20 Ольховиченко А.Е. Прогноз выбросоопасности угольных пластов. – М.: Недра, 1982. – 278 с.
- 21 Петросян А.Э., Иванов Б.М., Крупеня В.Г. Теория внезапных выбросов. – М.: Наука, 1983. – 152 с.
- 22 Волошин Н.Е. Внезапные выбросы и способы борьбы с ними в угольных шахтах. – Киев: Техника, 1985. – 127 с.
- 23 Айруни А.Т. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах. – М.: Наука, 1987. – 310 с.
- 24 Шевелев Г.А. Динамика выбросов угля, породы и газа. – Киев: Наукова думка, 1989. – 160 с.
- 25 Малышев Ю.Н. Методы прогноза и способы предотвращения выбросов газа, угля и пород / Малышев Ю.Н., Айруни А.Т., Худин Ю.Л., Большинский М.И. – М.: Недра, 1995. – 352 с.
- 26 Рубан А.Д. Геотехнологические проблемы разработки опасных по газу и пыли угольных пластов / Рубан А.Д., Забурдяев Г.С., Забурдяев В.С. – М.: Наука, 2007. – 279 с.
- 27 Зыков В.С. Внезапные выбросы угля и газа и другие газодинамические явления в шахтах. – Кемерово: НТЦ Восточный, 2010. – 334 с.
- 28 Минеев С.П., Рубинский А.А., Витушко О.В., Радченко А.Г. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах. – Донецк: Східний видавничий дім, 2010. – 604 с.
- 29 Малинникова О.Н. Условия формирования и методология прогнозирования газодинамических явлений при техногенном воздействии на угольные пласты: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. док. техн. наук по спец.: 25.00.20 / УРАН ИПКОН РАН. – Москва, 2011. – 47 с.
- 30 Сыздыков Ф.Т. Исследование и прогноз газовыделения в горные выработки шахт Карагандинского бассейна: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.311 / КарПТИ. – Караганда, 1971. – 24 с.
- 31 Карев Н.А. Исследование и прогноз внезапных выбросов угля и газа в условиях Карагандинского бассейна: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.311 / КарПТИ. – Караганда, 1972. – 24 с.
- 32 Исабеков Т.К. Совершенствование технологии отработки локальных участков пластов со сложными горно-геологическими условиями и определение параметров очистной выемки (на примере шахт Карагандинского бассейна): дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.15.02 / КарПТИ. – Караганда, 1985. – 247 с.
- 33 Векслер Ю.А. Кинетика разрушения массива вокруг горных выработок // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 1987. – № 3. – С. 29-35.
- 34 Антонов А.А. Прогноз и предотвращение внезапных выбросов угля и газа при вскрытии мощных пологих пластов Карагандинского бассейна: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.02 / КарПТИ. – Караганда, 1987. – 24 с.

35 Баймухаметов С.К. Разработка способов управления вентиляцией и газовыделением в шахтах для обеспечения безопасных условий интенсивной добычи угля: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по спец.: 05.25.01 / Московский горный институт. – Москва, 1990. – 28 с.

36 Филимонов Е.Н. Разработка способа повышения метановыделения из дегазационных скважин за счет поинтервального гидроразрыва угольного пласта: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.01 / КарПТИ. – Караганда, 1992. – 19 с.

37 Ходжаев Р.Р. Разработка автоматизированного метода прогноза выбросоопасных зон в подготовительных забоях шахт Карагандинского бассейна: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.01 / ИГД имени А.Скочинского. – Москва, 1992. – 16 с.

38 Исабек Т.К. Создание технологии отработки локальных участков пластов короткими очистными забоями без проведения нарезных выработок: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по спец.: 05.15.02 / КарПТИ. – Караганда, 1997. – 50 с.

39 Алиев С.Б. Технологическо-экономические основы реструктуризации шахтного фонда и повышения эффективности разработки угольных пластов Карагандинского бассейна: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по спец.: 25.00.22 / ИПКОН РАН. – Караганда, 2002. – 46 с.

40 Тонких В.И. Снижение выбросоопасности и газоносности угольных пластов на основе заблаговременной дегазации: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.03 / Московский государственный горный университет. – Москва, 2002. – 18 с.

41 Кашапов К.С. Повышение эффективности шахтной дегазации путем изоляции горных выработок от окружающего массива: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.03 / КарГТУ. – Караганда, 2003. – 19 с.

42 Швец А.И. Повышение метанобезопасности угольных шахт на основе совершенствования технологии заблаговременной дегазационной подготовки шахтных полей: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук по спец.: 05.26.03 / Московский государственный горный университет. – Москва, 2003. – 23 с.

43 Абдугалиева Г.Ю. Теоретическое обоснование управления газовыделением из подработанного газонасыщенного массива горных пород налегающей толщи: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по спец.: 25.00.20, 05.26.01 / ИГД имени Д.Кунаева. – Алматы, 2010. – 39 с.

44 Халманов Х.Ж. Многообразие газодинамических явлений и новые модели механизмов протекания выбросов угля, породы и газа: монография. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2011. – 64 с.

45 Исабек Т.К. Технология ведения очистных и подготовительных работ при разработке выбросоопасных угольных пластов в условиях Карагандинского бассейна: монография / Исабек Т.К., Стефлюк Ю.М., Демин В.Ф., Камаров Р.К., Исабеков Е.Т. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2012. – 195 с.

- 46 Бирюков Ю.М. Безопасное ведение горных работ на выбросоопасных угольных пластах: учебник / Бирюков Ю.М., Дрижд Н.А., Фоминых Е.И. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2015. – 117 с.
- 47 Александров С.Н. Охрана труда в угольной промышленности: учебное пособие / Александров С.Н., Булгаков Ю.Ф., Яйло В.В. – Донецк: РИА ДонНТУ, 2012. – 480 с.
- 48 Бирюков Ю.М. Научные основы техногенной газодинамической безопасности ведения горных работ в угленосной толще: монография / Бирюков Ю.М., Пименов А.А., Ходжаев Р.Р. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2009. – 316 с.
- 49 Голоскоков С.И. Состояние и основные направления снижения крупных аварий на угольных шахтах / Голоскоков С.И., Трубицына Д.А. // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2012. – №1. – С. 122-130.
- 50 Грицко Г.И. Внезапные выбросы метана в шахтах // Наука в Сибири. – 2007. – №32-33. – С. 4.
- 51 Бирюков Ю.М. Каталог внезапных выбросов угля и газа (Карагандинский угольный бассейн) / Бирюков Ю.М., Ходжаев Р.Р., Фоминых Е.И., Карев Н.А. – 2-е изд., доп. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2009. – 163 с.
- 52 Николин В.И. Борьба с выбросами угля и газа в шахтах / Николин В.И., Балинченко И.И., Симонов А.А. – М.: Недра, 1981. – 300 с.
- 53 Николин В.И. Теория выбросов и прогнозирования выбросоопасности: учебное пособие / Николин В.И., Александров С.Н. – Киев: УМК ВО ДонПИ, 1989. – 116 с.
- 54 Рыжков Ю.А. Сравнительная оценка горно-геологических условий разработки, техники и технологии при подземном способе добычи угля в России и зарубежом / Рыжков Ю.А., Игнатов Е.В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2006. – №1. – С. 67-74.
- 55 Айруни А.Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах. – М.: Недра, 1981. – 332 с.
- 56 Методические рекомендации по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа // Разработаны АО "Национальный научно-технический центр промышленной безопасности" / Согласованы Комитетом по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью МЧС РК за №48 от 28.08.2012 года. – Караганда, 2012. – 177 с.
- 57 Временная инструкция по прогнозу выбросоопасности угольных пластов проектируемых шахт и нижних горизонтов действующих шахт Карагандинского бассейна. – Караганда: КО ВостНИИ, 1976. – 24 с.
- 58 Методика оценки выбросоопасности угольных пластов с глубиной на разведываемых участках по геологоразведочным данным. – Кемерово: ВостНИИ, 1989. – 13 с.
- 59 Методические указания по прогнозу выбросоопасности угольных пластов, эксплуатации, проверке и тарировке приборов и ведению

документации на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к внезапным выбросам угля и газа. – Караганда: КО ВостНИИ, 1983. – 35 с.

60 Сборник методик по определению показателей выбросоопасности угольных пластов, эксплуатации, поверке и проверке приборов. – Караганда: КазНИИБГП, 2011. – 34 с.

61 Технологические схемы разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа на шахтах Карагандинского бассейна // Разработаны КазНИИУголь и КазНИИБГП под общ.ред. Карева Н.А. и Бирюкова Ю.М. / Утв. техническим директором ПО "Карагандауголь" 03.11.1995 года. – Караганда, 1995. – 178 с.

62 Имгрунд Томас. Бурение разгрузочных и дренажных скважин для обеспечения высокопроизводительной работы длинных очистных забоев на угольных пластах низкой проницаемости / Имгрунд Т., Бауэр Ф. // Глюкауф Майнинг Репорт. – 2013. – №3. – С. 20-27.

63 Баймухаметов С.К. Проблемы отработки газоносных и опасных по внезапным выбросам угольных пластов с низкой проницаемостью в Карагандинском угольном бассейне / Баймухаметов С.К., Имашев А.Ж., Муллағалиев Ф.А., Муллағалиева Л.Ф., Коликов К.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – №10-1. – С. 124-136.

64 Баймухаметов С.К., Самусев В.Ф., Полчин А.И., Геречко С.С. Патент РК №16196 от 15.09.2005 года на изобретение "Способ предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проходке горных выработок на угольных пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа".

65 Баймухаметов С.К. Результаты промышленных испытаний нового способа подготовки особо выбросоопасного мощного пласта Д₆ на шахтах Карагандинского бассейна / Баймухаметов С.К., Кашапов К.С., Полчин А.И. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – №13. – С. 145-152.

66 Алиев С.Б. Изучение факторов, влияющих на выбросоопасность угольного пласта Д₆ / Алиев С.Б., Портнов В.С., Атыгаев Р.К., Филимонов Е.Н., Иманбаева С.Б. // Уголь. – 2020. – №6. – С. 50-54.

67 Фоминых Е.И. Каталог внезапных выбросов угля и газа, происшедших на шахтах Карагандинского бассейна / Фоминых Е.И., Карев Н.А., Ходжаев Р.Р. – Караганда: НИЦГ РК, КазНИИБГП, 2008. – 163 с.

68 Портнов В.С. Оценка газоносности пласта К₁₀ в условиях Шерубайнуринского участка на основе данных фактического газовыделения / Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Ахматнуров Д.Р., Мусин Р.А., Маусымбаева А.Д. // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – №2. – С. 3-10.

69 Кабирова С.В. Оценка газоносности пласта К₁₀ в пределах Шерубайнуринского участка Карагандинского угольного бассейна / Кабирова С.В., Ворошилов В.Г., Портнов В.С., Ахматнуров Д.Р. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг ресурсов. Т.330. – 2019. – №5. – С. 64-74.

70 Временная инструкция по определению безопасного расстояния между полевой газодренажной выработкой и выбросоопасным пластом / Разработана

НИЦГРК МЧС РК / Утв. техническим директором УД АО "АрселорМиттал Темиртау" 12.10.2008 года. – Караганда, 2008. – 43 с.

71 Влох Н.П. Метод частичной разгрузки на большой базе / Влох Н.П., Зубков А.В., Феклистов Ю.Г. // Диагностика напряженного состояния породных массивов: сборник научных трудов. – Новосибирск, 1983. – С. 37-42.

72 Ходжаев Р.Р. Теоретические основы прогноза и предупреждения газодинамических явлений в угольных шахтах: дис. на соиск. уч. степ. док. техн. наук по спец.: 05.26.03. – Караганда, 2009. – 320 с.

73 Ержанов Ж.С., Векслер Ю.А., Жданкин Н.А., Колоколов С.Б. Механизм инициирования динамических явлений в подготовительных забоях. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 223 с.

74 Иванов Б.М. Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов / Иванов Б.М., Фейт Г.Н., Яновская М.Ф. – М.: Наука, 1979. – 195 с.

75 Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. – М.: Наука, 1975. – 704 с.

76 Тимошенко С.П. Теория упругости. – Л.: ОНТИ, главная редакция технико-теоретической литературы, 1937. – 451 с.

77 Амусин Б.З. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики / Амусин Б.З., Фадеев А.Б. – М.: Недра, 1975. – 142 с.

78 Дащенко А.Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах: монография / Дащенко А.Ф., Кириллов В.Х., Коломиец Л.В., Оробей В.Ф. – Одесса: Астропринт, 2003. – 214 с.

79 Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB: в 2-х т. Т.1. – М.: Диалог-МИФИ, 2010. – 367 с.

80 Рындин Е.А. Решение задач математической физики в MATLAB: учебное пособие / Рындин Е.А., Лысенко И.Е. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 62 с.

81 Технологические схемы подготовки и отработки высокогазоносных, выбросоопасных и пожароопасных угольных пластов на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау». – Караганда, 2010. – 45 с.

82 Оловянный А.Г. Механика горных пород. Моделирование разрушений. – СПб.: КОСТА, 2012. – 280 с.

83 Христианович С.А. О волне дробления // Известия АН СССР, ОТН. – 1953. – №12. – С. 1689-1699.

84 Шубин В.П. К вопросу об исследовании физико-механических свойств некоторых пород каменного угля шахт Кузбасса // Известия Томского политехнического института, Т.68. – 1951. – Вып.1. – С. 130-169.

85 Поздеев И.А. Исследование зависимости параметров напряженно-деформированного состояния геомассива в окрестности очистного забоя от прочности угля отрабатываемого пласта / Поздеев И.А., Поздеева И.М., Васильев П.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2017. – №4. – С. 305-319.

86 Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1978. – 736 с.

87 Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа / Разработана КазНИИБГП // Утверждена Министерством энергетики и угольной промышленности РК 21.06.1995 года. – Караганда: ДНТИ ГП "Карагандауголь", 1995. – 177 с.

88 Шумский К.П. Вакуумные аппараты и приборы химического машиностроения. – М.: Машгиз, 1963. – 556 с.

89 Филимонов Е.Н. Некоторые аспекты исследования газоносности пласта К₁₀ в условиях шахты "Абайская" УД АО "АрселорМиттал Темиртау": монография / Филимонов Е.Н., Портнов В.С., Егоров В.В., Стефлюк Ю.Ю., Кенетаева А.А. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 98 с.

90 Дрижд Н.А. О реализации пилотного проекта по извлечению метана из неразгруженных угольных пластов // Дрижд Н.А., Муллағалиев Ф.А., Кабирова С.В., Акбаров Е.Е., Ахматнуров Д.Р. / Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, 2015. – Т.87. – С. 306-310.

91 Колмаков В.А. Метановыделение и борьба с ним в шахтах. – М.: Недра, 1981. – 134 с.

92 Айруни А.Т. Газообильность каменноугольных шахт СССР: комплексное освоение газоносных угольных месторождений / Айруни А.Т., Галазов Р.А., Сергеев И.В., Брижанев А.И., Лидин Г.Д. – М.: Наука, 1990. – 213 с.

93 Васючков Ю.Ф. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. – М.: Недра, 1986. – 254 с.

94 Айруни А.Т. Проблемы разработки метаноносных угольных пластов, промышленного извлечения и использования шахтного метана в Карагандинском бассейне / Айруни А.Т., Презент Г.М., Баймухаметов С.К., Малышев Ю.Н., Диколенко Е.Я., Худин Ю.Л. – М.: Изд-во Академии горных наук России, 2002. – 320 с.

95 Зенкович Л.М. Природная газопроницаемость и удельная интенсивность газоотдачи рабочих угольных пластов основных месторождений СССР // Техника безопасности, охрана труда и горноспасательное дело. – 1976. – № 17. – С.10-11.

96 Классификатор метаноносности угольных пластов Карагандинского бассейна / Министерство угольной промышленности СССР. – Караганда, 1986. – 54 с.

97 Филимонов Е.Н. Газоносность пласта Д₆ в зоне его отработки лавой 312Д₆-з на шахте "Казахстанская" / Филимонов Е.Н., Атыгаев Р.К., Варшавская О.В., Баймухаметов Т.К. // Актуальные проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера: сборник трудов 3 Международной научно-практической конференции. – Караганда, 2013. – С. 100-110.

98 Лидин Г.Д. Расчет параметров дегазации разрабатываемых угольных пластов скважинами / Лидин Г.Д., Сергеев И.В., Забурдяев В.С. // Безопасность труда в промышленности. – № 8. – 1971. – С. 33-36.

99 Дрижд Н.А. Состояние и перспективы добычи метана на полях ликвидированных угольных шахт Карагандинского бассейна: монография / Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Ахматнуров Д.Р., Шмидт-Федотова И.М., Мусин Р.А. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2017. – 274 с.

100 Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа. – М.: Госгортехиздат, 1961. – 363 с.

101 Деглин Б.М. Контроль состояния массива при бурении опережающих скважин / Деглин Б.М., Бокий Б.В., Ставицкий П.Г. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – №4. – С. 142-146.

102 Коваленко Ю.Ф. Элементарный акт явления внезапного выброса. Выброс в скважину. – М.: Институт проблем механики АН СССР, 1980. – 44 с.

103 Баймухаметов С.К. Проблемы газоносности и выбросоопасности пласта Д₆ в Карагандинском угольном бассейне / Баймухаметов С.К., Тонких В.И., Полчин А.И., Грознов Н.Н. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2004. – №8. – С. 257-259.

104 Баймухаметов С.К. Проблемы безопасной добычи угля с пластов с высоким содержанием газа. – Караганда, 2006. – 205 с.

105 Демин В.Ф. Методический подход по оценке безопасности очистных работ на шахтах // Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Демина Т.В., Шонтаев А.Д. / Актуальные научные исследования в современном мире: сборник научных трудов XXXIII Международной научной конференции. – Переяслав-Хмельницкий, 2018. – Вып. 1(33), ч. 1. – С. 84-90.

106 Исабек Т.К. Механизм возникновения и протекания внезапного выброса угля и газа // Исабек Т.К., Шонтаев А.Д. / Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации: труды Международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения №10): в 7 ч. – Караганда, 2018. – Ч. 4. – С. 323-325.

107 Шонтаев А.Д. Природа внезапных выбросов угля и газа // Шонтаев А.Д., Исабек Т.К. / Global Science and Innovations 2019: Central Asia: сборник материалов 5-й Международной научно-практической конференции. – Астана, 2019. – Т. 8. – С. 271-274.

108 Демин В.Ф. Determination of the parameters of the method for preventing sudden outbursts of coal and gas by drilling degassing wells during mining and opening of coal seams // Демин В.Ф., Исабек Т.К., Шонтаев А.Д. / Инновации в области естественных наук как основа экспортоориентированной индустриализации Казахстана: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Алматы, 2019. – С. 31-35.

109 Демин В.Ф. Системный подход к обеспечению безопасности в промышленности // Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Демина Т.В., Шонтаев А.Д., Сайдалиев Е.Н., Унайбаев Б.Б. / Повышение качества образования, современные

инновации в науке и производстве: сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Екибастуз, 2019. – С. 17-22.

110 Шонтаев А.Д. К вопросу об эффективности бурения дегазационных скважин как способа предотвращения внезапного выброса угля и газа // Шонтаев А.Д., Исабек Т.К. / Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: материалы 14-й Международной научной школы молодых ученых и специалистов. – Москва: ИПКОН РАН, 2019. – С. 399-402.

111 Демин В.Ф. Напряженно-деформированное состояние пород вокруг выработок // Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Демина Т.В., Балгабеков Т.К., Унайбаев Б.Б., Шонтаев А.Д., Сайдалин Е.Н., Ким Е.Е. / Научный журнал Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова "Вестник ПГУ". Энергетическая серия. – Павлодар, 2019. – №4. – С. 139-146.

112 Исабек Т.К. Характерные признаки внезапного выброса угля и газа // Исабек Т.К., Малыбаев Н.С., Шонтаев А.Д., Ибилдаев Б.К., Шонтаев Д.С., Сайдалин Е.Н., Абилгазиев Д.К. / Актуальные научные исследования в современном мире: сборник научных трудов XXXVIII Международной научной конференции. – Переяслав, 2020. – Вып. 2(58), ч. 1. – С. 115-119.

113 Демин В.Ф. Напряженно-деформированное состояние приконтурного углепородного массива // Демин В.Ф., Шонтаев А.Д., Балгабеков Т.К., Шонтаев А.Д., Конкыбаева А.Н. / Уголь. – 2020. – №5. – С. 63-67.

114 Алиев С.Б. Оценка эффективности бурения опережающих скважин в области повышенных напряжений массива на газопроявление из угольного пласта // Алиев С.Б., Ходжаев Р.Р., Исабек Т.К., Демин В.Ф., Шонтаев А.Д. / Уголь. – 2020. – №11. – С. 10-12.

115 Исабек Т.К. Эффективная технология бурения опережающих дегазационных скважин на выбросоопасных угольных пластах // Исабек Т.К., Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Малыбаев С.К., Шонтаев А.Д., Александров А.Ю. / Уголь. – 2021. – №6. – С. 11-14.

116 Шонтаев Д.С. Экспериментальные исследования по параметрам буровзрывных работ / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д. // Научный потенциал мира: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Прага, 2007. – С.34-35.

117 Шонтаев Д.С. Анализ состояния деформированности горного массива / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д. // Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана: труды Международной научно-практической конференции. – Караганда, 2007. – С.232-235.

118 Шонтаев Д.С. Оценка устойчивости подземной полости / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д. // Научное пространство в Европе: материалы IV Международной научно-практической конференции. – София, 2008. – С.44-45.

119 Цай Б.Н. Анализ выбросов угля и газа, происшедших на шахтах Карагандинского бассейна / Цай Б.Н., Шонтаев А.Д. // Наука и образование – ведущий фактор стратегии "Казахстан-2030": труды Международной научной конференции. – Караганда, 2008. – С.87-89.

120 Цай Б.Н. Дегазационные скважины и гидроразрыв пласта как способы предотвращения внезапных выбросов угля и газа / Цай Б.Н., Бондаренко Т.Т., Шонтаев А.Д., Амурғалинов С.Т. // Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане: материалы II Международной научной конференции. – Алматы, 2008. – С.87-92.

121 Шонтаев А.Д. О механизме внезапных выбросов угля и газа / Шонтаев А.Д., Дудич О.Н. // Студент и научно-технический прогресс: тезисы Межвузовской студенческой научной конференции. – Караганда, 2009. – С.155-156.

122 Шонтаев А.Д. Эффективность противовыбросных мероприятий на шахтах Карагандинского бассейна / Шонтаев А.Д., Коваль В.С., Бирмагамбетова Д.К. // Студент и научно-технический прогресс: тезисы Межвузовской студенческой научной конференции. – Караганда, 2009. – С.157-158.

123 Шонтаев А.Д. Обоснование параметров противовыбросных мероприятий при проведении горных выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна: дисс. на соиск. степ. магистра наук по спец.: 6М070700 - "Горное дело" / КарГТУ. – Караганда, 2009. – 92 с.

124 Шонтаев Д.С. Исследование распределения напряженно-деформированного состояния в массиве горных пород / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д., Хамметова Ж.Н., Унайбаев Б.Б., Нургалиева М.С., Саканов К.Т. // Научный журнал Павлодарского государственного университета имени С.Торайгырова. Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2013. – № 2. – С. 282-289.

125 Шонтаев Д.С. Методика проведения исследований по определению геометрии зоны обрушения / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д., Унайбаев Б.Б., Нургалиева М.С. // Научный журнал Павлодарского государственного университета имени С.Торайгырова. Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2013. – № 2. – С. 290-294.

126 Шонтаев А.Д. Некоторые особенности в составлении рациональных технологических схем / Шонтаев А.Д., Хамметова Ж.Н., Нургалиева М.С., Курманғалиева К.Р. // Повышение качества образования и научных исследований: материалы Международной научно-практической конференции в рамках XIII Сатпаевских чтений. – Екибастуз, 2014 – С.131-133.

127 Шонтаев Д.С. Геологиядағы кешенді ғарыштық ақпараттың сараптамасы және өндеуі: учебное пособие для докторантов PhD специальности «Геология и разработка месторождений полезных ископаемых» / Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д., Мухажанова Ж.Т. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 128 с.

128 Малыбаев Н.С. Современные тенденции развития проходческой техники / Малыбаев Н.С., Абдугалиева Г.Б., Шонтаев А.Д. // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации: труды Международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 9). В 4-х частях. Часть 3. – Караганда, 2017. – С.108-110.

129 Демин В.Ф. Разработка интеллектуальных информационных систем горного производства: монография / Демин В.Ф., Исабек Т.К., Шонтаев А.Д. – Караганда: Изд-во КарТУ, 2020. – 117 с.

130 Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демищук Г.В., Исабек Т.К., Жумабеков М.Н., Шонтаев А.Д. Патент РК №34624 от 29.01.2021 года на изобретение "Комбинированный анкер".

ҚОСЫМША А

"АрселорМиттал Темиртау" АҚ ҚД және ҚарТУ қызметкерлерімен жүргізілген бірлескен зерттеулер туралы анықтама

СПРАВКА

об исследованиях, проведенных работниками НАО «КарТУ» и УСШМД УД АО «АрселорМиттал Темиртау» по мониторингу аэрогазовой обстановки при проведении подготовительных выработок на выбросоопасных пластах шахт Карагандинского бассейна (УД АО «АрселорМиттал Темиртау»)

В рамках проводимых исследований по диссертационной работе докторанта Шонтаева А.Д. на тему: «Совершенствование противовыбросных мероприятий при проведении горных выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна» по специальности 6D070700 – «Горное дело» представителями НАО «КарТУ» совместно с работниками УСШМД УД АО «АрселорМиттал Темиртау» произведен анализ физико-механических свойств углей с целью определения «критического» порога газоносности опасных зон газовой выделения при проведении подготовительных горных выработок по выбросоопасным пластам и забоям: шахты им. Ленина, конвейерный бремсберг 4.03д₆-1з; шахты им. Кузембаева, вентиляционный штрек 37к₁₀-в и др.

Проведены исследования газовых условий при противовыбросных мероприятиях, газонапряженного состояния приконтурного массива, газоносности угольных пластов с учетом деформированного состояния горного массива.

Произведено измерение природной газоносности угля с учетом влияния физико-механических свойств угля (влажности, зольности и выхода летучих) в условиях газоаналитической лаборатории (УСШМД УД АО «АрселорМиттал Темиртау») с отбором проб угля в подготовительных выработках: конвейерном бремсберге 4.03д₆-1з, вентиляционном бремсберге 4.04д₆-1з шахты им. Ленина; вентиляционном штраке 37к₁₀-в, парной вентиляционного штрака 37к₁₀-в шахты им. Кузембаева. По результатам исследований обоснована зависимость количества десорбированного метана от глубины шпура, уменьшение выбросов метана после дегазации угольных пластов. Установлен характер изменения газоносности пласта д₆ при удалении от боковой поверхности конвейерного штрака 334д₆-1-в шахты «Казахстанская» и вентиляционного бремсберга 4.04д₆-1-з шахты им. Ленина УД АО «АрселорМиттал Темиртау».

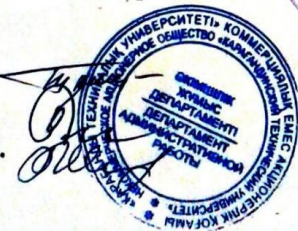
В проведении исследований приняли участие:

От УСШМД УД АО «АрселорМиттал Темиртау»:

начальник отдела КПДШ Стефлюк Ю.Ю.

От кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «КарТУ»:

профессор Исабек Т.К.
профессор Демин В.Ф.
докторант Шонтаев А.Д.



ҚОСЫМША Ә

Ғылыми зерттеулердің нәтижелерін өндірістік қызметіне енгізу актісі



геомарк

www.nicgeomark.kz

Товарищество с ограниченной ответственностью
«Научно-инженерный центр
«ГеоМарк»

(Аттестован МИИР РК № KZ79VEK00009883 от 26.12.2019 г. и № KZ17VEK00011096 от 02.12.2020 г.)

100012, Қарағанды қ., Терешкова к., 18-2
РНН 302000226390
БИН 020940004860
ИИК KZ246017191000001974
«Қазақстан Халық айнақ банкі» АҚ
SWIFT БИК HSBKKZKX
тел/факс +7 7212 564 079
+7 7212 564 564
E-mail: info@nicgeomark.kz

100012, г. Караганда, ул. Терешковой, 18-2
РНН 302000226390
БИН 020940004860
ИИК KZ246017191000001974
АО «Народный банк Казахстана»
SWIFT БИК HSBKKZKX
тел/факс +7 7212 564 079
+7 7212 564 564
E-mail: info@nicgeomark.kz

на № _____ от _____
от 01-11/50 от 15.02.2021г

Диссертационный совет
«Горное дело» по специальностям:
6D070700 «Горное дело»,
6D070600 «Геология и разведка
месторождений полезных ископаемых»
при НАО КарТУ

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Ходжаев Р.Р. – директор ТОО «НИЦ «ГеоМарк», д.т.н.;

Габайдуллин Р.И. – заместитель директора по науке ТОО «НИЦ «ГеоМарк», к.т.н.;

составили настоящий акт в том, что основные положения диссертационной работы Шонтаева А.Д. на тему «Совершенствование противовыбросных мероприятий при проведении горных выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна» докладывались и получили одобрение на заседании Научно-технического Совета ТОО «НИЦ «ГеоМарк». Результаты проведенных исследований можно охарактеризовать как научно обоснованные разработки, имеющие практическую ценность и рекомендуются к внедрению и использованию при проведении научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по разработке рекомендаций по борьбе с внезапными выбросами угля и газа при вскрытии угольных пластов на шахтах Карагандинского бассейна.

Настоящим актом подтверждаем положительные итоги внедрения научно-практических результатов диссертации, которые планируются к использованию в будущих проектах по предотвращению газодинамических явлений, реализуемых ТОО «НИЦ «ГеоМарк».

Данный акт внедрения не является основанием для предъявления каких-либо финансовых претензий, а также требований связанных с авторскими правами.

Директор, д.т.н.

Заместитель директора, к.т.н.



Р.Р. Ходжаев

Р.И. Габайдуллин



ISO 9001:2016

СИСТЕМА
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

ҚОСЫМША Б

Авторлық құқығымен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерге енгізу туралы куәлік

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

АВТОРЛЫҚ ҚҰҚЫҚПЕН ҚОРҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРГЕ ҚҰҚЫҚТАРДЫҢ
МЕМЛЕКЕТТІК ТІЗІЛІМГЕ МӘЛІМЕТТЕРДІ ЕНГІЗУ ТУРАЛЫ

КУӘЛІК
2021 жылғы «17» қараша № 21779

Автордың (лардың) жөні, аты, әкесінің аты (егер ол жеке басын куәландыратын құжатта көрсетілсе):
ШОНТАЕВ АСКАР ДЖАМАНБАЕВИЧ

Авторлық құқық объектісі: **ҒЫЛЫМИ ТУЫНДЫ**

Объектінің атауы: **Раздел диссертационной работы**

Объектіні жасаған күні: **15.11.2021**

Құжат түпнұсқалығын <http://www.kazpatent.kz/ru> сайтының
"Авторлық құқық" бөлімінде тексеруге болады. <https://copyright.kazpatent.kz>

Подлинность документа возможно проверить на сайте kazpatent.kz
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

ЭЦҚ қол қойылды

Куантыров Е.С.

ҚОСЫМША В

29.01.2021 жылғы "Біріктірілген анкер" атты өнертабысқа №34624 патент


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ПАТЕНТ
PATENT
№ 34624
ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION

 (21) 2019/0524.1
(22) 26.07.2019
(45) 29.01.2021

(54) Біріктірілген анкер
Комбинированный анкер
Combined anchor

(73) Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрілігінің «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны (KZ)
Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Карагандинский государственный технический университет» Министерства образования и науки Республики Казахстан (KZ)
«Karaganda State Technical University» Republican State Enterprise on the Right of Economic Management of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (KZ)

(72) Демин Владимир Федорович (KZ) Demin Vladimir Fedorovich (KZ)
Мусин Равиль Альтавович (KZ) Mussin Ravil Altavovich (KZ)
Демисчук Глеб Владимирович (KZ) Demishchuk Gleb Vladimirovich (KZ)
Исабек Туяк Копейұлы (KZ) Issabek Tuyak Kopeyuly (KZ)
Жумабеков Марат Ныгметжанович (KZ) Zhumabekov Marat Nygmetzhanovich (KZ)
Шонтаев Аскар Джаманбаевич (KZ) Shotayev Askar Jamanbayevich (KZ)



ЭЦК қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

«Ұлттық интеллектуалдық меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

Е. Қуаныров
Е. Қуаныров
Y. Kuanyrov

ҚОСЫМША Г

Ресей, Мәскеу қаласында ғылыми тағылымдамадан өткені туралы
сертификат



ҚОСЫМША Ғ

2019 жылғы 2 наурызда ҚР БҒМ "Ғылым қоры" АҚ және ҚР-дағы
Ұлыбритания Елшілігімен (British Council) қолданған Назарбаев
Университетінде FameLab (Ұлыбритания) ғылыми коммуникация саласындағы
халықаралық конкурсқа іріктеу өткен Astana Science Festival жұмысына
қатысқаны туралы диплом



ҚОСЫМША Д

2018 жылғы 19-22 маусым аралығында Астана қаласында өткен 25 мерей-
тойлық Дүниежүзілік Тау-кен Конгресіне қатысқаны туралы сертификат



25th World Mining Congress
ASTANA 2018 • KAZAKHSTAN

CERTIFICATE

confirming that

подтверждающий, что

Askar Shontayev

took part at

The 25th Anniversary
World Mining Congress
19 - 22 June 2018
Astana, Kazakhstan

принял(а) участие в работе

25-го Юбилейного
Всемирного Горного Конгресса
с 19 по 22 июня 2018 г.
Астана, Казахстан

Marek Ciał
Chairman of the International
Organising Committee of the
World Mining Congress

Марек Цала
Председатель Международного
Организационного Комитета
Всемирного Горного Конгресса

ORGANISER



Ministry for Investments and Development
of the Republic of Kazakhstan
Министерство по инвестициям и развитию
Республики Казахстан

CO-ORGANISER



OPERATOR



www.wmc2018.org

ҚОСЫМША Е

Сұйықтық және газ механикасы теориясы бойынша метанның ағуын зерттеу
динамикасына арналған бағдарлама мәтіні

```
% Программа расчета истечения метана через трещину-канал
% Максимальный массовый секундный расход метана через трещину
% вычисляется по формуле Л.Г. Лойцянского "Механика жидкости и газа"
% исходные данные
H=500;      % глубина залегания пласта, м
H_g=120;    % глубина газового выветривания, м
T_n=293;    % температура в выработке, град К
ro_0=0.717; % плотность метана в н.у. кг/м³
P_0=760;    % нормальное давление, мм.рт.ст.
k=1.32;     % показатель адиабаты для метана
eps1=36e-5; % абсолютная деформация ширина трещины, м
eps2=25e-5; %                      длина трещины, м
L=10;       % линейный размер массива, м
%=====
E=2.45e3;   % модуль упругости массива, МПа
tau=1.35;   % действующее касательное напряжение МПа
tau_dop=1.05; % предел прочности на сдвиг (в массиве) МПа
b_m=3.5e-10; % расстояние между молекулами в угле породе, м
niu=0.26;   % коэффициент Пуассона
K_str_osl=0.7; % коэффициент структурного ослабления

H_v=3.5;    % высота выработки, м
B_v=4;      % ширина выработки, м
%=====
==

dl1=eps1*L; % линейная деформация (ширина трещины)
dl2=eps2*L; % линейная деформация (длина трещины)
S=pi*(dl1/2)*(dl2/2); % площадь по эллипсу, м²
%S=(pi*dl1*dl1/4); % площадь трубки тока, м²
P_1=0.01*(H-H_g); % давление газа в пласте МПа
P_v=(760+500/12)*133; % атмосферное давление в шахте, Па
P_v=P_v*10^-6;
T_p=(20+1.7*5)+273; % температура пласта на глубине
ro_1=10*ro_0*(P_1/P_v)^(1/k); % плотность метана на глубине, н/м³
x1=2/(k+1);
x2=(k+1)/(2*(k-1));
M_max=x1^x2*sqrt(k*P_1*10^6*ro_1)*S; % макс секундный массовый
расход метана, н/с
M_1=M_max/7.17; % макс секундный объемный расход метана, м³/с
```

```

M_min=M_1*60;          % минутный расход по одной трещине, м³/мин

% расчет количества трещин в массиве
a1=tau*tau - tau_dop*tau_dop;
a2=200*(1+niu)*pi*tau*tau;
a3=b_m*b_m*E^4;
N_1m=10^-6*a1*a2/a3/10^(1/K_str_osl); % количество трещин на 1 метр
L=1/N_1m;              % расстояние между трещинами, м
N_H=round(H_v/L);      % кол-во трещин по высоте выработки
%N_B=B_v/L;
K_aktiv=0.8;           % количество активных трещин
M=M_min*N_H*K_aktiv;   % максим минутный расход по всем
трещинам,м³/мин

% расчет динамики истечения метана
x=25;                  % природная газоносность, м³/т
g_ug=1.4;              % объемный вес угля, т/м³
L_zab=10;              % расстояние вглубь массива от забоя,м
V=H_v*B_v*L_zab;      % объем массива угля, м³
M_ugl=V*g_ug;          % масса угля, т
Q_ch4=M_ugl*x;          % общее количество метана, м³
Q_sv=Q_ch4*0.1;        % свободный метан
%=====
Pg_1=P_1;
qg_1=M;
tau_n=0;
dtau=1;
i=0;
M_tau=0;
M_V_g=0;
V_g_1=Q_sv;
while P_1 > P_v
    tau=tau_n+dtau;
    V_g_2=V_g_1-qg_1*dtau;
    if V_g_2 > 0
        i=i+1;
        M_tau(i)=tau;
        M_V_g(i)=V_g_2;
        Pg_2=Pg_1*(V_g_2/V_g_1)^1.41;
        ro_2=(ro_1)*(Pg_2/Pg_1)^(1/k);
        M_n_max=x1^x2*sqrt(k*Pg_2*10^6*ro_2)*S;
        M_n=M_n_max/7.17;
        qg_1=M_n*60*N_H*K_aktiv;
        V_g_1=V_g_2;
        P_1=Pg_2;
    end
end

```

```
    r0_1=ro_2;  
    tau_n=tau;  
else  
    P_1=0;  
end;  
end;  
stop=0;
```

ҚОСЫМША Ж

Шағын тесік арқылы газдың шығу теориясы бойынша метан шығынын зерттеу
динамикасына арналған бағдарлама мәтіні

```
% другой расчет по теории истечения метана через малое отверстие
clear all;
k=1.32;
Mass_mol=2.66e-23; % масса молекулы метана, г
Kb=1.38*10^-23; % постоянная Больцмана, Дж/град. К
P1=0.1*(500-120)*760; % мм.рт.ст.
T_1=301; % температура в пласте, К
P_v=(760+500/12); % атмосферное давление в шахте, мм.рт.ст.
r=P_v/P1;
eps1=36e-5; % абсолютная деформация ширина трещины, м
eps2=25e-5; % длина трещины, м
L=10; % линейный размер массива, м
dl1=eps1*L; % линейная деформация (ширина трещины)
dl2=eps2*L;
S=pi*(dl1/2)*(dl2/2)*10^4; % площадь по эллипсу, см^2
x12=r^(1/k)*sqrt(2*k*Kb*T_1/(k-1)/Mass_mol);
x22=P1*S*sqrt(1-r^(k-1/k));
Q=x12*x22; % мм.рт.ст. * л/с
M_2_1=Q/(P1-P_v)/7.17; % м^3/с
M_min_2=M_2_1*60; % м^3/мин с одной трещ
K_aktiv=0.8; % количество активных трещин
N_H=31; % число трещин по высоте выработки
M_2_pol=M_min_2*N_H*K_aktiv; % максим минутный расход по всем
трещинам, м^3/мин
% расчет динамики истечения метана
x=25; % природная газоносность, м^3/т
g_ug=1.4; % объемный вес угля, т/м^3
H_v=3.5;
B_v=4;
L_zab=10; % расстояние вглубь выработки, м
V=H_v*B_v*L_zab; % объем массива угля, м^3
M_ugl=V*g_ug; % масса угля, т
Q_ch4=M_ugl*x; % общее количество метана, м^3
Q_sv=Q_ch4*0.1; % свободный метан
%=====
Pg_1=P1;
qg_1=M_2_pol;
tau_n=0;
dtau=1;
```

```

i=0;
M_tau=0;
M_V_g=0;
Q_nov=0;
V_g_1=Q_sv;
while Pg_1 > P_v
    tau=tau_n+dtau;
    V_g_2=V_g_1-qg_1*dtau;
    if V_g_2 > 0
        i=i+1;
        M_tau(i)=tau;
        M_V_g(i)=V_g_2;
        Pg_2=Pg_1*(V_g_2/V_g_1)^1.41;
        r=P_v/Pg_2;
        x12=r^(1/k)*sqrt(2*k*Kb*T_1/(k-1)/Mass_mol);
        x22=Pg_2*S*sqrt(1-r^(k-1/k));
        Q_nov=x12*x22;          % мм.рт.ст. * л/с
        M_2_2=Q_nov/(Pg_1-P_v)/7.17;    % м³/с
        M_min_2=M_2_2*60;    % м³/мин с одной трещ
        qg_nov=M_min_2*N_H*K_aktiv;
        qg_1=qg_nov;
        V_g_1=V_g_2;
        %Pg_1=Pg_2;
        tau_n=tau;
    else
        Pg_1=0;
    end;
end;
stop=0;

```