

Ә ОЖ 550-837.3

Ковалев Н.И., м.ғ.к., доцент

Пухлий В.А., техника ғылымдарының докторы, профессор

Солдатова С.В., ғылыми қызметкер

Севастополь ұлттық ядролық

энергетика және өнеркәсіп

университеті, Севастополь, Украина

## КӨМІР ШАХТАЛАРЫНДАҒЫ КӨМІР-КӨМІРТЕК ГАЗДАРЫНЫҢ КӨЛЕМДІК ЖАРЫЛУЛАРЫНЫҢ ТҮЗУ МЕХАНИЗМІ ТУРАЛЫ

Өздігінен тұтану, көлемдік жарылыс және көмір шахталарында көмірсутек газ қоспаларының детонациясы. Жолға шығады жоғары көмірсутек газының жинақталған аймақтарын анықтау әдісі қысым ( $>100 \text{ кг/см}^2$ ), көмір қабаттарының астындағы сен жасады - көлемдік жарылыстардың себептері туралы су. үшін алдын алу шаралары ұсынылады көмір шахталарында көлемдік жарылыстың алдын алу.

Негізгі сөздер: көмір қабаттары, көмірсутек-сутек газ қоспаларының өздігінен тұтану процестері, көлемдік жарылыстар, детонация

Көрсетіледі. Метан қауіпті шахталардағы қауіпсіздік мәселесіне өзінше. Жыл сайын көмір кәсіпорындарында газ жарылысынан кеншілер өледі, көмір өндіру жұмыстары ұзақ уақытқа тоқтатылады, айтарлықтай материалдық шығын келтіріледі.

Термиялық көмірдің үлкен тереңдікте өндіруге байланысты көлемдік газ жарылыстары жиілеп кетті, нәтижесінде көптеген кеншілер мен шахтерлер қаза тапты. тау-кен жабдықтарын жою (Украина, Ресей). Кәсіпорындар шахталарды кешенді газсыздандыру бойынша күрделі шараларды қабылдап жатқанына қарамастан, олардың алдын алудың жетілдірілген жүйелері жарылыстар, көлемдік жарылыстар тоқтамайды. Көмір шахталарындағы апаттарды талдау АГН мүше-корреспондентінің басшылығымен жүзеге асырылатын Украинаның шахталары Украина, геология ғылымдарының докторы Е.Руднева [1] негізгі себептері (46 жазатайым оқиғаны талдаудан) көрсетеді: 1.

Өндіріс орындарына кенеттен ену салдарынан адам шығыны бар жарылыстар. метанның және ауыр көмірсутектердің үлкен көлемі (40 апат), немесе өлім жарақаттан және газ тұншығуынан адамдар (6

ЖКО). Бұл аймақтардың бірден ашылуына байланысты ғана болуы мүмкін қабаттарды игеру кезінде көмір қабаттарының астындағы газдың жоғары қысымы (көмір қабаттары игеруге дейін бұрғыланады, оларда газдың көлемі бар жоғары қысымда болуы мүмкін емес). Оның үстіне бұл жарылыстар болған жоқ ұшқыннан басталып, газ қоспасы өздігінен тұтанып, және содан кейін көлемдік жарылыстар мен детонациялар.

2. Өте күрделі және әртүрлі тектониканың болуы – біріншілік (классикалық) және қайталама (гравитация) шахтаның бүкіл аумағында

үлкен тереңдіктен (>1,5÷ 3,0 км) қысымы мен температурасы жоғары газ ағып өтетін желі. 3. Көмбесу тек газдары қоспаға үлкен

тереңдіктен түскенде

құрамында метан және ауыр көмбесу тектер бар, бұл қоспаның өндірісінен тұтануына және бірден еніп кетуіне әкелуі мүмкін.

ауа өндіру аймағы (метан концентрациясы 5%-дан әлдеқайда төмен). Ғылыми зерттеудің мақсаты мен міндеттері. Зерттеудің негізгі мақсаттары мыналар:

Қашықтықтағы геофизикалық аппаратураның тиімділігін тексеру астында орналасқан газ жинақтарын анықтауға арналған кешен көмбесу қабаттарында және геологиялық бұзылыстарда сипатталады жоғары қысым мәндері (> 10 кгс/см<sup>2</sup>) және 3000 м-ге дейінгі тереңдікте орналасқан.

Үлкен тереңдіктерден немесе кен орындарының (шахта) шекарасынан тыс орналасқан көздерден газдың өту жолдарын анықтау

А.Ф.Засядько атындағы – Украина, 2008 ж.; Ерунаковская кеніші – VIII, – АҚ ОУК «Южжубасуголь», (2009); шахталары – Заречная, Октябрьская, Сибирская, Полысаевская (2011 ж., Ресей).

Көмбесу қабаттарының астында және одан тыс жерлерде жоғары қысым мен температура мәндері бар газ көздерін іздеу және шекарасын анықтау кен орындарының шекарасы;

«Іздеу» қашықтықтағы кәсіпшілік жабдығын пайдалана отырып, геологиялық бұзылыстарда және көмбесу тек газы жинақталған жерлерде газ қысымы мен температура мәндерін, сондай-ақ көмбесу қабаттарының астында орналасқан газ горизонттарының қалыңдығын өлшеу.

Көлемді газ жарылыстарының себептерін анықтау және энергия өндіретін шахталарда осы жарылыстардың алдын алу бойынша ұсыныстар үлкен тереңдіктегі бағалы көмбесулер.

Зерттеу әдістері. Жұмыста келесі зерттеу әдістері қолданылды. 1. Қойылған міндеттерді

жылдам орындау үшін «Поиск» жер қойнауын қашықтан геофизикалық зондау кешенінің (SNUYAEIP әзірлеген) қашықтан космогеологиялық барлау әдістері мен далалық резонанстық сынақ жабдығы пайдаланылды. Жабдық 5 километрге дейінгі тереңдікте газ жинақтау көздерін қашықтан анықтауға, олардың шекарасын анықтауға және газдың миграциясының бағытын, газ горизонттарының санын, әрбір горизонттағы газ қысымын анықтауға, сондай-ақ газ жыныстарының түрлерін анықтауға мүмкіндік береді. -өткізгіш резервуарлар.

Осы мақсаттарда Poisk жабдығын пайдаланудың негізгі уран кенішінің рудалық денелерінің астында орналасқан олардағы жоғары газ қысымы бар газ аномалияларын анықтау бойынша табысты жұмыс болды.

(Новоконстантиновская кеніші, Украина), пайдалану ерекшеліктерін зерттеу тақтас жыныстарындағы газ аномалиялары (Техас, АҚШ) және алыс

өнеркәсіптік мұнай және газ кен орындарын ашу (Австралия, Индонезия, АҚШ, Ресей, Украина, Моңғолия). Жұмысты SNUYAEiP

мамандары жұмысты қамтамасыз етуге тартылған коммерциялық құрылымдармен бірге жүргізді, сонымен қатар

Украинаның Отын және энергетика министрлігінің бас институты (UkrNIPromtehnologii және Украина Ұлттық ғылым академиясының IGN ғылыми-зерттеу орталығы (НАСУ). Бұл

жұмыстардың табыстылығын Украина Ұлттық ғылым академиясының Құрылыс институтының қорытындысы дәлелдейді. Қашықтағы күрделі жабдықты пайдаланудың орындылығы

Іздеу және геологиялық жұмыстарды орындау үшін «Іздеу» [9]. 2.

Газ жинақтауларын анықтау, газ горизонттарының тереңдігін, олардағы қысымды және газ температурасын дәл анықтау үшін ұңғымаларды барлау бұрғылауын қолдану. Бұл жұмыстар жүргізілді кеніштердің тау-кен-геологиялық құрылымдарының немесе іздеу жұмыстарын жүргізуге Тапсырыс берушілер тартатын мамандандырылған компаниялардың мамандары бұрғылау

3. Газ аномалияларын іздеудің немесе бар геологиялық материалдарды талдаудың электр барлау және басқа да дәстүрлі геофизикалық әдістер растау үшін шахталар (SRC IGN NASU, Киев орындаған) (немесе газ аномалияларын қашықтықтан анықтау нәтижелерін салыстыру). барлау бұрғылау жұмыстарының

басталуы. 4. Газ қоспаларының өлшемінен тұтану, көлемдік жарылыс және детонация процестерін математикалық модельдеу және нақты газ жағдайларына жақын жағдайларда осы қоспалардың әртүрлі көрсутек газдармен өлшемінен тұтануының шекаралық шарттарын белгілеу үшін есептеулер. көмр шахталарындағы жағдайлар. Техника ғылымдарының докторы, СНУЯЭиП профессоры В.А.Пухлийдің жетекшілігімен жүзеге асырылады [2-7].

Осы жұмыс барысында көмр кенішінің кен орны зерттелді Засядько атындағы (Украина) кешеннің далалық резонанстық сынақ жабдығымен SNUYAEiP (Севастополь) мамандары MGSP коммерциялық кәсіпорнымен (Донецк) және IGN NASU ғылыми-зерттеу орталығымен бірлесіп «Іздеу» жүргізді, сонымен қатар «Южкуз-бассуголь» ААҚ (Кемерово облысы, Ресей) 5 көмр кенішінде ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізді.) – тек SNUYAEiP мамандары [10].

газ аномалияларын қашықтан анықтау (тану). жер қойнауында (5 км тереңдікке дейін) «Поиск» кешенінің жабдығын пайдалана отырып, элементтердің атомдарына радиожилік сәулелену әсерінен заттардың резонанстық құбылыстарын (ЯМР спектроскопиясы) пайдалана отырып жүзеге асырылды. көмрсутектердің ерекше түрі (мұнай, газ) және мұнай-газ жыныстары. назальды коллекторлар [8].

Радиожилік резонанстық сәулеленуді үлкен тереңдікке жіберу үшін айналмалы электромагниттік көрсеткіш бар микротолқынды сәулелену генераторлары пайдаланылды. Қабат жыныстарының эталондық химиялық элементтерін атомдарының (Ni, V, C, P, Si, S және т.б.) жилік резонанстық спектрлер және ақпараттық-энергетикалық спектрлер микротолқынды генератордың жұмыс жиілігіне модуль

мұнай, метан және жоғары көмірсутек газдардың үш үлгісі (этан, пропан, бутан).

Анықталған заттардың құрамына кәріс және эталондық элементтер ретінде таңдалған металл атомдарының резонанстық спектрлері (ЯМР спектрлері) 60 МГц және 250 МГц жиіліктегі ЯМР қондырғыларында жазылды [11, 13] және олардың заттардың ақпараттық энергетикалық спектрлері бойынша жазылған сезімтал кең жиіліктерді рәсімдеу бар атомдық абсорбциялық спектрофотометр (газ оттығындағы заттарды атомизациялау). Газдарды анықтаудың

ақпараттық және энергетикалық спектрлері және тау жыныстары [14] «жұмыс» магниттік тасымалдаушыларға («жұмысшы матрицаларға»), ал металдардың атомдық спектрлері «сынау матрицаларына» ауыстырылды және бұл заттардың жер қойнауында (тереңдікке) резонанстық қозуы үшін пайдаланылды. 3 км). Заттардың резонанстық қозуы әсер ету арқылы жүзеге асырылды оларда резонанс жиіліктерімен модуляцияланған микротолқынды генераторлардың сигналдары (атомдық) ЯМР спектрлері немесе ақпарат-энергия жиіліктері бойынша қажетті заттың спектрлері.

Қабат жыныстарының элементтік құрамын зерттеу үшін бұл пайдаландық олардағы металдар мен бейметалдардың концентрациясын анықтауға арналған нейтронды белсендіру әдісі. Үлгі үлгілердің элементарлық құрамы және олардың интегралды спектрлік сипаттамаларының амплитудалары (ақпараттық өлшеу спектрлері) Пойск стационарлық кешенінің деректер банкіне енгізілді және дала жұмыстарының нәтижелерін өңдеу кезінде көмірсутектер мен қабат жыныстарын (5000 м-ге дейінгі тереңдікте орналасқан) тану белгілері ретінде пайдаланылды [15]. Жабдықты орнату және көмірсутектердің

түрлерін нақтылықтан анықтауды (идентификациялауды) растау үшін далалық жұмыстар басталғанға дейін «Пойск» кешенінің стационарлық және тасымалданатын жабдықтарына зертханалық жағдайларда сынамаларды (үлгілерді) рәсімдеу үшін сынақтар жүргізілді. Газ және әртүрлі қашықтықтан (25 м және 50 м) коллекторлық жыныстардың үлгілері.

Өрнек жағдайында модуляцияланған сигнал тарбағытталған антеннаның көмегімен микротолқынды генератордың жоғары жиілік блогынан жіберіледі. Қашықтағы резонанс үшін жердің тереңінде белгілі бір бұрышта референттік элемент атомдарының немесе барлық анықталатын заттың бұзылуы. Бұл жағдайда көмірсутек кен орнының аумағында, а белгілі бір түрдегі және жоғары жиілік электромагниттік көрсеткіш көмірсутектер мен тау жыныстары. Бұл электромагниттік көрсеткіш резонанстық жиілікке бапталған сезімтал қабылдағыш құрылғы арқылы жазылады сәлтеме элементінің нақты атомы немесе заттың интегралдық спектрі (тау жыныстарының түрі, көмірсутек газы). Бұл әртүрлі тереңдікте орналасқан белгілі бір заттың қашықтан селективті анықтауды қамтамасыз етті. Радиациялық-химиялық

технологияларды қолдана отырып, спутниктік фотосуреттерді декодтау нәтижелері бойынша [16] осы фотосуретте көмірсутек аномалиялары бар аймақтардың контурларының шекаралары анықталған. Деректер

шекаралар далада ұялы жабдық ты жә не GPS қабылдағыштарды пайдалана отырып нақтыланады, содан кейін нәздеу аймағының картасына түсіріледі. The сызу әдіс қолданыстағы аэроғарыштық қашықтықтан зондау әдістеріне сәйкесінде ұқсас, алайда, Poisk кешенінің жабдығын пайдалана отырып, көмрсутектердің (көмрсутек газдар) түрлі практикалық сәйкестендіру ықтималдығы күрт артады (сенімділік 95%).

Резонанстық сынақ далалық жабдық тереңдікті есептеуге мүмкіндік береді газ горизонттарының пайда болуы, олардың қалыңдығы жә не ондағы газ қысымы.

Жұмыстың нәтижелері. Көмр шахтасының кен орнын тексеру кезінде Засядько атындағы (1-сурет) батыстан шығысқа қарай қиылысатыны анықталды 3 геологиялық «арналық» ақаулар, олардағы газ қысымының жоғарылауы жә не солтүстіктен оңтүстікке қарай берілген [17].



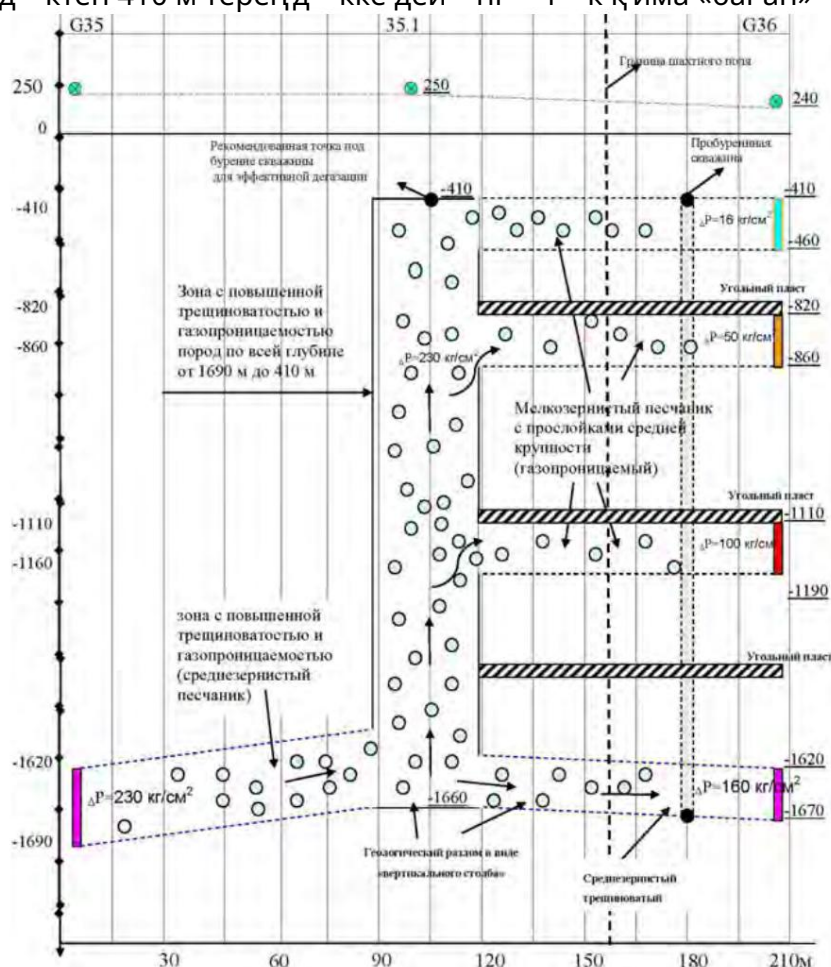
1-сурет. АТЖ геоэлектрлік аномалияларының контурлары жә не газ өткізгіштік шекаралары. Көмр кенінің тау-кен учаскесінің топографиялық картасындағы «арналар».

А.Ф.Засядько атындағы [17].

Тік газөткізгіш учаскелер (бағаналар) кен орнының сыртында (оның шекарасынан  $1 \div 1,5$  км бұрын) орналасқан жә не 3 жарылыстың («арналар») әрқайсысында орналасқан. Көшірме барлық «арналар» арқылы жүзеге асты.

батыстан шығысқа қарай газ, бұл әрқайсысында белгілі бір газ қысымын қамтамасыз етуді арнасы.

«Арналардың» ең 40-тан 80 м-ге дейін ауытқиды. Әрбір «арнада» 4 газөткізгіш горизонт болды, олар жарылған жерлердің біріншісі. 410 м-ден 1690 м-ге дейінгі тереңдікте әрбір арнада кездесетін орташа түйіршікті құймасы. Газдық горизонттардың қалыңдығы 20-дан 80 м-ге дейін ауытқиды, горизонттардағы артық газ қысымы (тереңдікке байланысты) болды. 16 кгс/см<sup>2</sup> (жоғарғы горизонт 160 кгс/см<sup>2</sup> (төменгі горизонт)) газ горизонттары көмір қабатының астында орналасты. Газдың негізгі көзі жоғары қысыммен кен орнының сыртында орналасқан (5 км ол). Одан газ шахтаға кеніштің көптеген 3 ақау арқылы түсті. Сонымен қатар, көмір қабатының астындағы «каналдағы» газдың таралуы газ қысымы жоғары төменгі горизонттан (1690 м) орын алды. (230 кгс/см<sup>2</sup>) жоғарғы горизонтқа (16 кгс/см<sup>2</sup>) жалпы газ өткізгіштік бойымен 1690 м тереңдіктен 410 м тереңдікке дейінгі тереңдік «баған» (2-сурет).



2-сурет. Көмір руднигінің шахталық алаңындағы газдың арналарының тереңдігі 035-036

учаскесі. Кеніштен батысқа қарай 5 км қашықтықта үлкен газы бар кен орны (диаметрі 4 км), ондағы газ қысымы 350 кгс/см<sup>2</sup>, бастап олардан көмір қабатының астындағы газ ағынының «арналары» пайда болды. Кен орнына жақындаған сайын газы бар қабатындағы газ қысымы төмендеді (230 кг/см<sup>2</sup> дейін дроссель). Метан жарылыстарымен (және қазатпақандармен) шахталық апаттар болған жерлерді талдау жарылыстардың орын алғанын көрсетті.



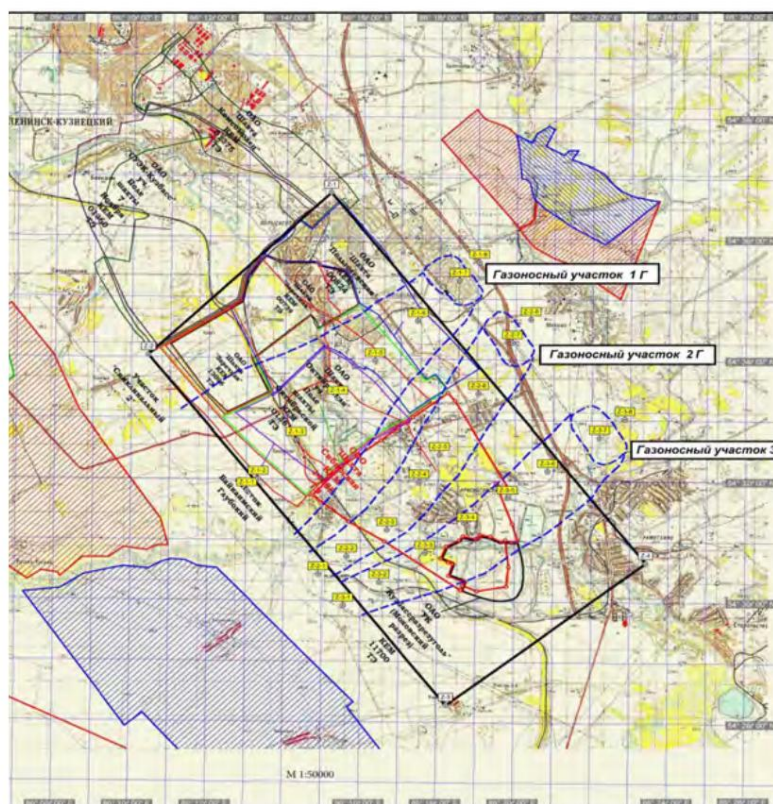
олардағы газ қысымы жоғары ( $>50$  кгс/см<sup>2</sup>) газды «арналар» (ақаулар) үстіндегі көмр қабаттарын өңдеу кезінде. Солтүстік газдың «1-

каналында» бұрғыланған ұңғыма барлық 4 горизонтта көмрсутектердің табиғи ағынының болуын растады (жақсы емес).

«көмр») сәйкес газ қысымы айтарлықтай жоғары ( $P_4 = 160$  кгс/см<sup>2</sup>) көмр қабаттарындағы газ қысымы бар газ (әдетте 5-10 кгс/см<sup>2</sup>). Бұл газ «каналдарының» (коллекторлардың) параметрлерін, олардың тереңдігін және ондағы газ қысымын қашықтықтан анықтау деректерін расталды. Демек, егер сәз газсыздандыру ұңғымаларын тәкелей тәк

газ өткізетін «бағандарда» немесе «каналдарда» бұрғылайтын болсаңыз, онда бұл

кен орнына жақындаған газдың жалпы қысымын күрт төмендетеді, яғни бұл кен орнындағы көмр қабаттары астындағы жағдай жақсарды.

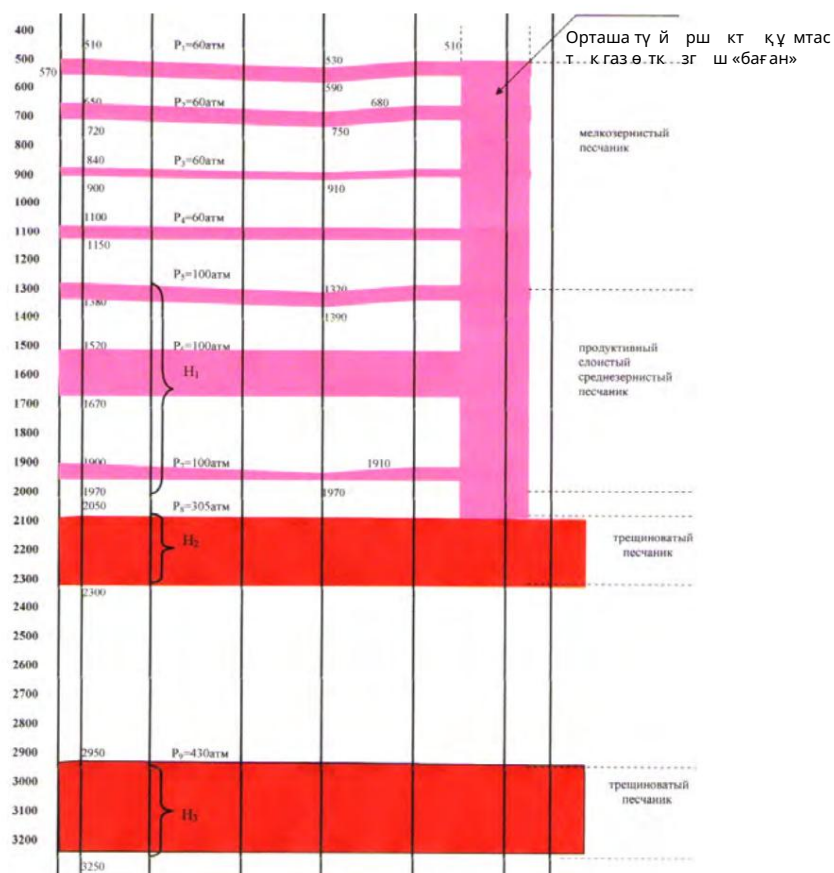


3-сурет. Тау-кен учаскелерінің аумағында анықталған газ ауытқуларының шекаралары Полысаевская, Заречная, Октябрьская және Сибирская көмр шахталары ( $S=99$  км<sup>2</sup>).

Өнеркәсіптік ағынды және қысымы 160 кг/см<sup>2</sup> болатын мұндай ұңғыдан газды газсыздандыру емес, қаланың техникалық қажеттіліктер үшін пайдалану тиімді. Ол операциялық жүйеде. Осыған ұқсас сурет бірнеше ресейлік сайтта жарияланды шахталар (3-сурет, 4-сурет). Бұрғылауды газсыздандыру бойынша ұсыныстар берілді бұл кен орнында газ қауіпін айтарлықтай төмендететін жоғары газ қысымы бар газды «коллекторлардағы» ұңғымалар.

Осыған ұқсас жұмыстар Ресейдегі 5 көмр шахтасында жүргізілді ұқсас жағдайды кәсіпкерлердің бірнеше «арналарының» болуымен растады

үлкен тереңдікте орналасқан және одан тыс орналасқан көздерден көмір қабатының астына газ қысымы  $> 350 \text{ кг/см}^2$  газды айдау кен орындары.



4-сурет. Кен орнындағы №1Г газ учаскесінің тереңдік профилі (шахта «Заречная», Ресей).

Көмір қабатының астында жоғары газ қысымы тереңдігі 500 м Жоғары қысымды газдың жиналуы ( $> 50 \text{ кг/см}^2$ ) тау-кен жұмыстары кезінде үлкен қауіп төндіреді, өйткені мұндай жинақталулардың жанында көмір қабатын ашқанда, метан концентрациясы бар метан-газ қоспасы үнем орналасқан жолдың ауа-оттегі ортасына газ қоспасының үлкен көлемінен бөлінуі орын алады. рұқсат етілген нормадан төмен ( $3 \div 4\%$ ). Газдың тұрақты тотығуына байланысты дрейфтің ауадағы метанның осындай концентрациясы бар қоспалар, бұл қоспа тұтануға «қозудың» белгілері дайындығы бар. IN Құрамында метаны жоғары газ қоспасының үлкен көлемін айдау сәтінде көмірсутек газдарының лезде өзгерістен тұтануы және олардың көлемдік жарылысы тәжірибелі дрейфінде  $\text{CH}_4$  концентрациясында да аз 5%. Автоматтандырылған ескерту жүйесі қоспадағы метан концентрациясының жоғарылауына жауап беруге де үлгермейді.

Өзгерістен тұтану және жарылыс процестерін математикалық модельдеу нәтижелерінде көлемдік жарылыстардың мүлкіндігін растайды. жұмыс дрейфінде үлкен көлемде газдың кенеттен тұтануы. Бұл жағдайда соққы толқыны фронты қосымша жылдамдықпен пайда болуы мүлкін.





5-сурет. Жылдамдық профильдер детонациялық толқынның қалыптасуы кезінде сутегі-оттегі қоспасы  $H_2-O_2$  бастапқы қысымда  $p = 2$  кгс/см<sup>2</sup> [17].

Қорытындылай келе, сутегі сияқты қарапайым отынның жану процестерінің кинетикалық сипаттауы үшін (жалпы реакция  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ) шамамен 40 элементар реакцияны қамтитын механизм қажет екенін ескереміз. Жану процестерінің, әсіресе процестердің кинетикалық сипаттамасы үшін ең қарапайым көмрсутек отынның өндігінен тұтануы – метан ( $CH_4$ ), химиялық заттардағы беттік реакцияларды ескере отырып, реакциялардың жалпы саны Механизмге бірнеше мың элементар реакциялар кіреді. Осы мәселелердің барлығы, атап айтқанда, химиялық кинетика, реакция механизмдері, реакция механизмдерінің жеңілдету және т.б., бұрын авторлардың еңбектерінде қарастырылған болатын [2-7].

Қорытындылар 1. Көмір қабаттарының астында жарылуы күшейген аймақтарда көмірсутек газдардың жиналу аймақтары бар, олар «бірден ашылады» көмір қабаттарын жою сәтінде және жоғары қысыммен және температурада газдың лезде бөлінуі байқалады. Ауадағы оттегі және тұрақты өнімдер бар өндіріс метанның тотығуы, оның мөлшер рұқсат етілген нормадан төмен болса да ( $2 \div 3\%$ ), мұнда көмірдің жарылысы болады. 2. Ауыр фракциялары бар көмірсутек газдардың жоғары қысымда және температурада тұтануына тау жыныстарының лезде лақтырылуы орын алады және қоспа газ концентрациясынан әлдеқайда төмен болғанда өндігінен тұтанады. 5% кейін көмірдің жарылысы және детонация. Егер бұл орын алса аз көмірде газ беру (газ қысымының төмендеуіне байланысты). көмжіек), онда көмірдің жарылысы болмайды, бірақ кеншілердің газбен улануы мүмкін. 3. Көмір қабаттарының астында жоғары қысымды және температурасы бар көмірсутек газдардың жинақталу аймақтарының болуы кейіннен көмірдің жарылыстармен қазбаларға газдың лезде тұтануына жағдай жасайды. газ және детонация. 4. 500 м және одан да көп термиялық көмір тереңдіктерінде көмір қабаттарын игеру кезінде аса қауіпті (лезде) газ шығарындылары, көмірдің жарылыстар және детонациялар болуы мүмкін.

Ұсыныстар

1. қамтамасыз ету үшін қосымша шаралар қабылдау қажет жылу көмір шахталарында жұмысқа ұсынылған, әсіресе оларды үлкен тереңдікте (>500 м) игеру кезінде.
2. Пойск кешенінің жабдықтарын сәтті пайдалануға болады көмір қабаттарының астындағы және геологиялық бұзылыстардағы қысымы мен температурасы жоғары газдың жиналу учаскелерін анықтау,

газды тиімді газсыздандыру үшін ұңғымаларды бұрғылау пункттерін таңдау артында.

3. Газдың жоғары қысымда лезде түсуін болдырмаудың ең тиімді шаралары шахталық кен орындарының ақауларындағы газды уақтылы анықтау және бұрғыланған ұңғымалар арқылы оларды газсыздандыру, сондай-ақ кен орындарының маңында газды анықтау болуы мүмкін. депозиттер. Термиялық көмір бар кен орындарының жанында әрқашан үлкен жерлерде орналасқан газ кен орындары бар көмір шөгінділер мен жарықтармен байланысты тереңдіктер. 500 м-ге жақын тереңдікте көмір қабаттарын игеру алдында қажет азайту үшін көмір шахталарының жанында газ кен орындарын ашу олардағы қысым және осылайша шахталардағы газ қаупін арттырады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Руднев Е.Н., геология ғылымдарының докторы. Ғылымдар (Украина Тау-кен ғылымдары академиясы) Мәселесі бойынша Украинаның көмір шахталарындағы метанмен күрес // Украина көмірі. -2009. - No 1.-40-46 б.
2. Пухлий В.А. Органикалық шаңның барабанды сүзгіде жануын ескере отырып жарылысқа төзімді мембрананы белсендіру. – Химиялық физика, PFA, 1997, 16 том, No11, 133-139 б.
3. Пухлий В.А. Органикалық шаңның жарылуы кезіндегі қайталама өрттерді зерттеу. – Жану және жарылыс физикасы, PFA, 2000, 36 том, No3, 60-64 б. 4. Пухлий В.А. Термодинамика. Қысқаша тараулар. – Севастополь: Баспа үйі «Черкасский ООО ғылыми-техникалық институты», 2009. – 523 б.
5. Пухлий В.А., Ковалев Н.И., Софийский И.Ю. Қара теңіздегі химиялық кинетиканың кейбір мәселелері туралы. – Жинақта: Ғылыми еңбектер SNUYAEiP, 2(38) шығарылым, 2011 ж., 137-144 б.
6. Пухлий В.А., Ковалев Н.И., Софийский И.Ю. Көмірсутектердің тұтану және өздігінен тұтану процестерін математикалық модельдеу химиялық кинетика. – В: SNUYAEiP ғылыми еңбектері, 4(40) шығарылым, 2011, 153-162 б.
7. Пухлий В.А., Ковалев Н.И. Химиялық кинетикадағы көмірсутектердің жану процестерінің механизмдері мен жолдары. – В: SNUYAEiP ғылыми еңбектері, 1(41) шығарылым, 2012, 144-153 б.
8. Ковалев Н.И., Пухлий В.А. және т.б. Ядролық магниттік резонанс. Теория және қолданбалар. Севастополь, 2010. Ч. IX.-С. 610. 9. Пойск ЯМР аппараттық кешенін пайдалана отырып, пайдалы қазбаларды барлау және барлау әдістемесі туралы қорытынды. NASU 2009 ж. 10. Ковалев Н.И., Филиппов Е.М., Солдатова С.В. «Эксперименттік әдістемелік көмір ақауларын анықтаудың қашықтағы әдісін қамтамасыз ету «Южкузбассуголь» ОУК ААҚ кеніштеріндегі кен орнындағы түзіліс», туралы есеп Зерттеу, СНУЭИП.-Новокузнецк, 2009, 60 б.
11. Белявский Г.А., Ковалев Н.И., Лаврентьева О.Н. Қолдану технологиясы Жер астындағы объекттердің қашықтықтан анықтауға арналған ЯМР жабдығы және

- су астында. – 4-ші халық аралық құтқару конференциясындағы баяндама. NTSB Украинаның Төтенше жағдайлар министрлігі. -Киев, 2003, 32-35 б. 12. Ковалев Н.И., Гох В.А., Солдатова С.В. және т.б. «Поиск» шалғай геолографиялық кешеннің көрсеткіш кен орындарын анықтау және шекарасын анықтау үшін пайдалану // Геоинформатика. - 2009. - № 3. - 83-87 б.
13. Бақай З.А., Иващенко П.Н., Ковалев Н.И. Пайдалы кен орындарын зерттеу әдістері қазбалар // Пат. 35122 Украина. 26.08.2008 ж. 14. Пат. РФ, 2006 жылғы 20 наурыздағы № 227-2305, Қ Гох В.А., Акимов А.М., Ковалев Н.И., өткізілім берушілер мен патент иелері «Пайдалы қазбаларды барлау әдістері», өткізілім № 2004 132 154 05.11.2004 ж., тіркелген Б. Ресей Федерациясының өнертабыстардың мемлекеттік тізілімі 20.04.2006 Қолданылу мерзімі 11.05.2024 ж. дейін 15. Ковалев Н.И., Белявский Г.А., Филиппов Е.М., Солдатова С.В. және т.б. Ерунаковская-8 шахтасының кен орнындағы табиғи газ аномалияларын анықтау: Зерттеу туралы есеп, СМУАЕІР. - Новокузнецк, 2010. - 36 б.
16. Радиациялық-химиялық технология 1-25.М, 1979-1989 17. Ковалев Н.И., Гох В.А., Котелянец И.И. т.б. бұрғылау үшін нүктелерді таңдау Засядько көмір кенінің кен орнындағы Пойск кешенінің қашықтағы жабдығын пайдаланатын газды газ ұңғымалары: Зерттеу есебі, ш. Засядько / СМУАЕІП., Г.Г.Н. - Донецк, 2009. - 48 б.
18. Гойал Г., Варнатц Дж., Маас У. Н<sub>2</sub>-О<sub>2</sub>-дегі ыстық нүктенің тұтануының сандық зерттеулері және СН<sub>4</sub> – ауа қоспалары. – 23-ші симп. Комб.-Питтсбург, 1990, б.1767-1776.

Жарияланды: «Заманауи ғылымның инновациялық дамуы» Халық аралық ғылыми-практикалық конференциясының мақалалар жинағы, Уфа, 2014, 153-162 б.