

UDC 550-837.3

Kovalev N.I., Ph.D., Profesor Madya
Pukhliy V.A., Doktor Ilmu Teknik, Profesor
Soldatova S.V., peneliti
Universitas Nasional Energi dan
Industri Nuklir Sevastopol,
Sevastopol, Ukraina

TENTANG MEKANISME TERBENTUKNYA LEDAKAN VOLUMETRI DAN DETONASI GAS HIDROKARBON DI TAMBANG BATUBARA

Masalah penyalaan sendiri, ledakan volumetrik dan peledakan campuran gas hidrokarbon di tambang batubara. Ditetapkan metode untuk mendeteksi daerah akumulasi gas hidrokarbon dengan tinggi tekanan ($>100\text{kg/cm}^2$), lapisan batubara yang mendasarinya. Membuatmuair tentang penyebab ledakan volumetrik. Tindakan pencegahan diusulkan untuk mencegah ledakan volumetrik di tambang batubara.

Kata kunci: lapisan batubara, proses penyalaan sendiri campuran gas hidrokarbon-hidrogen, ledakan volumetrik, detonasi

Perkenalan. Masalah keselamatan di tambang yang berbahaya bagi metana adalah sangat relevan. Setiap tahun di perusahaan batubara akibat ledakan gas penambang meninggal, operasi penambangan batu bara terhenti dalam waktu lama, dan menimbulkan kerusakan material yang signifikan.

Sehubungan dengan penambangan batubara termal pada kedalaman yang sangat dalam, kasus ledakan gas volumetrik menjadi lebih sering terjadi, yang mengakibatkan kematian sejumlah besar penambang dan penghancuran peralatan pertambangan (Ukraina, Rusia). Terlepas dari kenyataan bahwa perusahaan mengambil tindakan serius untuk degassing tambang secara menyeluruh, sistem pencegahannya lebih maju ledakan, ledakan volumetrik tidak berhenti. Analisis kecelakaan di tambang batubara tambang Ukraina, dilakukan di bawah bimbingan anggota AGN yang bersangkutan Ukraina, Doktor Ilmu Geologi E. Rudneva [1] menunjukkan bahwa penyebab utamanya adalah (dari analisis 46 kecelakaan):

1. Ledakan yang memakan korban jiwa karena masuk ke tempat kerja secara tiba-tiba metana dan hidrokarbon berat dalam jumlah besar (40 kecelakaan), atau kematian orang dari cedera dan mati lemas (6 kecelakaan).

Ini hanya dapat terjadi karena pembukaan area secara instan tekanan gas yang tinggi di bawah lapisan batubara selama pengembangan lapisan (lapisan batubara dibor sebelum pengembangan, terdapat volume gas di dalamnya dengan tidak bisa berada di bawah tekanan tinggi). Terlebih lagi, tidak ada ledakan seperti itu diprakarsai oleh percikan api, dan campuran gas menyala secara spontan, dan kemudian ledakan volumetrik dan detonasi.

2. Kehadiran tektonik yang sangat kompleks dan beragam – primer (klasik) dan sekunder (gravitasi) di seluruh area tambang

saluran yang melaluinya gas dengan tekanan dan suhu tinggi dapat mengalir dari kedalaman yang sangat dalam ($>1,5\pm 3,0$ km).

3. Ketika gas hidrokarbon masuk ke dalam campuran dari kedalaman yang sangat dalam yang mengandung metana dan hidrokarbon yang lebih berat, yang dapat menyebabkan penyalaan spontan dan ledakan campuran jika langsung masuk zona produksi udara (pada konsentrasi metana jauh lebih rendah dari 5%). **Maksud dan tujuan penelitian ilmiah.** Tujuan utama penelitian adalah:

- Memeriksa efektivitas peralatan geofisika jarak jauh kompleks untuk mendeteksi akumulasi gas yang terletak di bawah lapisan batubara dan patahan geologi, yang dicirikan oleh nilai tekanan tinggi (> 10 KGs/cm²) dan terletak pada kedalaman hingga 3000 m.
- Penentuan jalur migrasi gas dari kedalaman yang sangat dalam atau dari sumber yang terletak di luar batas ladang tambang (tambang dinamai A.F. Zasyadko - Ukraina, 2008; Tambang Ernakovskaya – VIII, – JSC OUK "Yuzhkuzbasugol", (2009); tambang – Zarechnaya, Oktyabrskaya, Sibirskaia, Polysaevskaya (2011, Rusia).
- Pencarian dan penggambaran sumber gas dengan nilai tekanan dan suhu tinggi yang terletak di bawah lapisan batubara dan sekitarnya batas ladang tambang; • Pengukuran nilai tekanan dan suhu gas pada sesar geologi dan di area akumulasi gas hidrokarbon, serta ketebalan cakrawala gas yang terletak di bawah lapisan batubara, menggunakan peralatan lapangan jarak jauh "Search".
- Penentuan penyebab ledakan gas volumetrik dan usulan pencegahan ledakan tersebut di tambang yang menghasilkan energi batubara berharga di kedalaman yang sangat dalam.

Metode penelitian. Metode penelitian berikut digunakan dalam pekerjaan ini. 1. Untuk

menyelesaikan tugas yang diberikan dengan cepat, metode eksplorasi kosmogeologi jarak jauh dan peralatan uji resonansi lapangan dari kompleks penginderaan bawah tanah geofisika jarak jauh "Poisk" (dikembangkan oleh SNUYAEiP) digunakan. Peralatan tersebut memungkinkan Anda mendeteksi sumber akumulasi gas dari jarak jauh di kedalaman hingga 5 kilometer, membedakannya dan menentukan arah migrasi gas, jumlah cakrawala gas, tekanan gas di setiap cakrawala, dan juga mengidentifikasi jenis batuan gas. -waduk permeabel.

Dasar penggunaan peralatan Poisk untuk tujuan ini adalah keberhasilan pekerjaan mendeteksi anomali gas dengan tekanan gas tinggi di dalamnya, yang terletak di bawah badan bijih tambang uranium.

(Tambang Novokonstantinovskaya, Ukraina), studi tentang ciri-ciri kejadian anomali gas di batuan serpih (Texas, USA) dan terpencil

penemuan ladang minyak dan gas industri (Australia, Indonesia, USA, Rusia, Ukraina, Mongolia). Pekerjaan tersebut dilakukan oleh

spesialis dari SNUYAEiP bersama dengan struktur komersial yang terlibat dalam penyediaan pekerjaan, serta kepala lembaga Kementerian Bahan Bakar dan Energi Ukraina (UkrNIPromtekhologii dan Pusat Penelitian IGN dari Akademi Ilmu Pengetahuan Nasional Ukraina (NASU). Keberhasilan

karya-karya ini dibuktikan dengan kesimpulan Institut Teknik Sipil dari Akademi Ilmu Pengetahuan Nasional Ukraina pada kelayakan penggunaan peralatan kompleks jarak jauh "Pencarian" untuk melakukan pekerjaan prospeksi dan geologi[9]. 2.

Penggunaan pengeboran sumur eksplorasi untuk mengidentifikasi akumulasi gas, menentukan secara akurat kedalaman cakrawala gas, tekanan dan suhu gas di dalamnya. Pekerjaan-pekerjaan ini telah dilakukan spesialis pertambangan dan struktur geologi pertambangan atau perusahaan khusus yang terlibat oleh Pelanggan dalam melakukan pencarian prospek

pengeboran 3. Prospek listrik dan metode geofisika tradisional lainnya untuk mencari anomali gas atau analisis material geologi yang tersedia ranjau (dilakukan oleh SRC IGN NASU, Kiev) untuk konfirmasi (atau perbandingan) hasil deteksi anomali gas jarak jauh dimulainya pengeboran

eksplorasi. 4. Pemodelan matematis dari proses penyalaan sendiri, ledakan volumetrik dan detonasi campuran gas serta perhitungan untuk menetapkan kondisi batas penyalaan sendiri campuran tersebut dengan berbagai gas hidrokarbon dalam kondisi yang mendekati kondisi gas nyata kondisi di tambang batubara. Dilakukan di bawah bimbingan Doktor Ilmu Teknik, Guru Besar SNUYAEiP V.A.Pukhliy [2-7].

Selama masa pekerjaan ini, bidang tambang dari tambang batu bara telah diperiksa dinamai Zasyadko (Ukraina) dengan peralatan uji resonansi lapangan kompleks tersebut "Pencarian" oleh spesialis dari SNUYAEiP (Sevastopol) bersama dengan perusahaan komersial MGSP (Donetsk) dan Pusat Penelitian Ilmiah IGN NASU, dan juga melakukan penelitian di 5 tambang batubara OJSC OCC "Yuzhkuz-bassugol" (wilayah Kemerovo, Rusia) – hanya oleh spesialis SNUYAEiP [10].

Identifikasi jarak jauh (pengenalan) anomali gas di di perut bumi (sampai kedalaman 5 km) dengan menggunakan peralatan kompleks "Poisk" dilakukan dengan menggunakan fenomena resonansi zat di bawah pengaruh radiasi frekuensi radio pada atom unsur (spektroskopi NMR) yang termasuk dalam a jenis hidrokarbon tertentu (minyak, gas) dan batuan minyak dan gas.pengumpul hidung [8]. Untuk mengirimkan radiasi

resonansi frekuensi radio ke kedalaman yang sangat dalam, digunakan generator radiasi gelombang mikro dengan medan elektromagnetik yang berputar. Spektrum resonansi frekuensi atom unsur kimia acuan batuan reservoir (Ni, V, C, P, Si, S, dll.) dan spektrum informasi-energi dimodulasi ke frekuensi operasi generator gelombang mikro.

tiga sampel minyak, metana dan gas hidrokarbon yang lebih tinggi (etana, propana, butana).

Spektrum resonansi (spektra NMR) atom logam yang termasuk dalam komposisi zat yang diidentifikasi dan dipilih sebagai unsur acuan dicatat pada instalasi NMR dengan frekuensi 60 MHz dan 250 MHz [11, 13], dan spektrum energi informasi zat tersebut adalah direkam pada spektrofotometer serapan atom (atomisasi zat dalam pembakar gas) dengan lampiran frekuensi lebar yang sensitif. Spektrum informasi dan energi untuk mengidentifikasi gas dan batuan [14] dipindahkan ke pembawa magnet yang "berfungsi" ("matriks kerja"), dan spektrum atom logam ke "matriks uji" dan digunakan untuk eksitasi resonansi zat-zat ini di perut bumi (hingga kedalaman 3 km). Eksitasi resonansi zat dilakukan melalui paparan pada mereka sinyal generator gelombang mikro dimodulasi oleh frekuensi resonansi Spektrum NMR (atom) atau berdasarkan frekuensi energi informasi spektrum zat yang diinginkan.

Untuk mempelajari komposisi unsur batuan reservoir, kami menggunakan metode aktivasi neutron untuk menentukan konsentrasi logam dan nonlogam di dalamnya. Komposisi dasar sampel sampel dan amplitudo karakteristik spektral integralnya (pengukuran informasi spectra) dimasukkan ke dalam bank data kompleks stasioner Poisk dan digunakan sebagai tanda pengenalan hidrokarbon dan batuan reservoir (terletak di kedalaman hingga 5000 m) saat memproses hasil kerja lapangan [15]. Untuk menyiapkan peralatan dan

mengkonfirmasi deteksi jarak jauh (identifikasi) jenis hidrokarbon, sebelum dimulainya pekerjaan lapangan, pengujian dilakukan di kondisi laboratorium peralatan stasioner dan portabel kompleks Poisk untuk registrasi selektif sampel (sampel) dari gas dan contoh jenis batuan reservoir dari jarak yang berbeda (25 m dan 50 m).

Dalam kondisi lapangan, sinyal termodulasi dikirim dari unit frekuensi tinggi generator gelombang mikro menggunakan antena berarah sempit pada sudut tertentu jauh ke dalam bumi untuk resonansi jarak jauh gangguan atom suatu unsur acuan atau seluruh zat yang dapat diidentifikasi. Dalam hal ini, pada luas lapangan hidrokarbon, a karakteristik medan elektromagnetik frekuensi tinggi dari jenis tertentu hidrokarbon dan batuan. Medan elektromagnetik ini direkam oleh perangkat penerima sensitif yang disetel ke frekuensi resonansi atom spesifik dari unsur referensi atau spektrum integral suatu zat (jenis batuan, gas hidrokarbon). Ini memberikan identifikasi selektif jarak jauh dari zat tertentu yang terletak di berbagai kedalaman. Berdasarkan hasil decoding foto satelit dengan

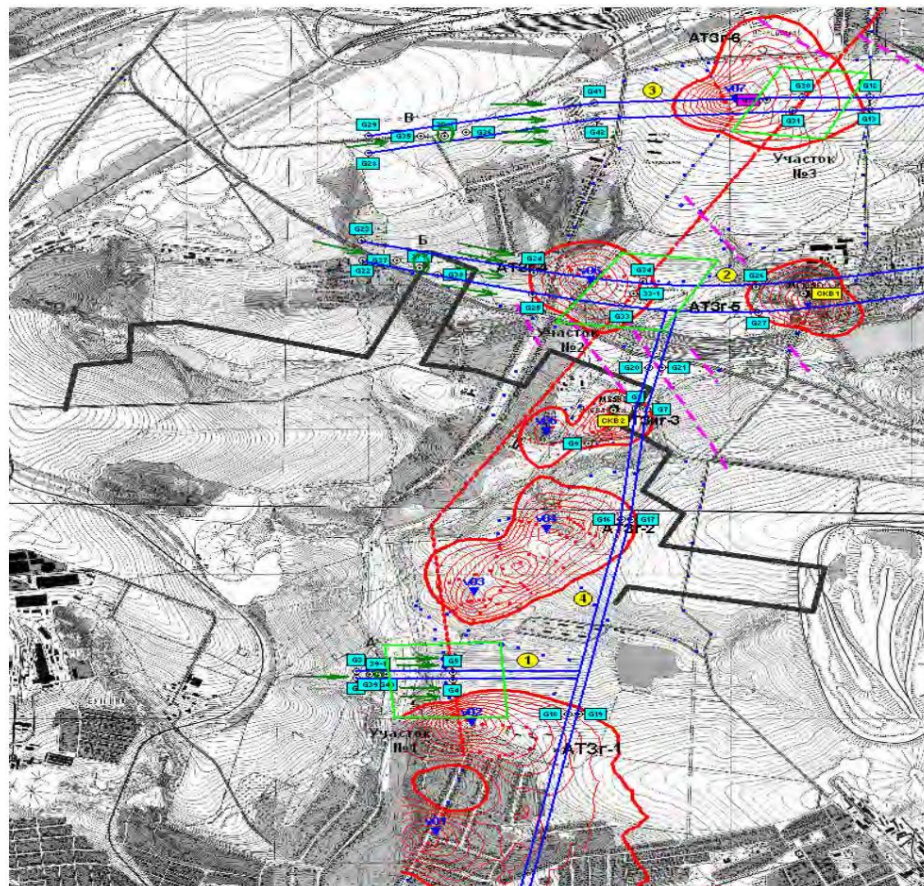
menggunakan teknologi radiasi-kimia [16], pada foto ini ditentukan batas kontur wilayah yang mengalami anomali hidrokarbon. Data

batas-batas diperjelas di lapangan dengan menggunakan peralatan bergerak dan penerima GPS, kemudian diplot pada peta wilayah pencarian. Itu metode penggambaran secara praktis mirip dengan metode penginderaan jauh dirantara yang ada, namun kemungkinan identifikasi praktis jenis hidrokarbon (gas hidrokarbon) menggunakan peralatan kompleks Poisk meningkat tajam (lebih andal

95%).

Peralatan lapangan uji resonansi memungkinkan Anda menghitung kedalaman terjadinya cakrawala gas, ketebalannya dan tekanan gas di dalamnya.

Hasil pekerjaan. Saat memeriksa ladang tambang tambang batu bara dinamai Zasyadko (Gbr. 1) ditemukan bersilangan dari barat ke timur 3 sesar “saluran” geologi dengan peningkatan tekanan gas di dalamnya dan satu dari utara ke selatan [17].

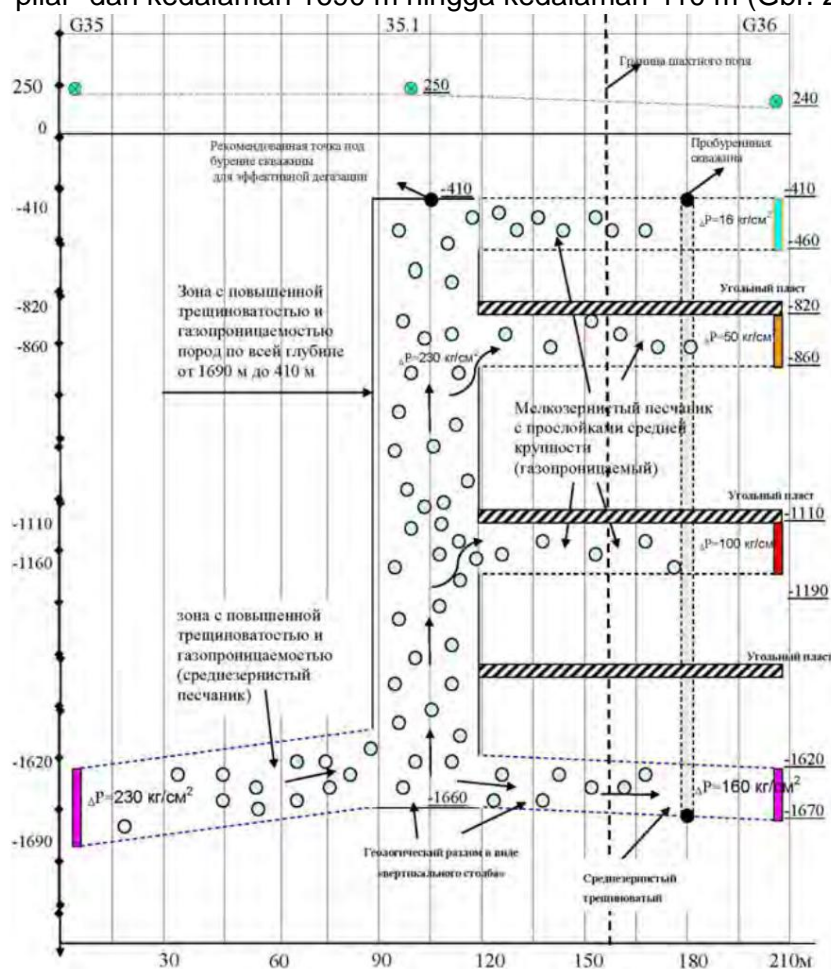


Gambar.1. Kontur anomali geolistrik ATZ dan batas permeabel gas “saluran” pada peta topografi wilayah peruntukan pertambangan tambang batubara dinamai A.F. Zasyadko [17].

Bagian (pilar) permeabel gas vertikal terletak di luar ladang tambang (1 1,5 km sebelum perbatasannya) dan terletak di masing-masing 3 sesar (“saluran”). Migrasi terjadi melalui semua “saluran”

gas dari barat ke timur, yang menjamin tekanan gas tertentu di masing-masingnya saluran rumah.

Lebar “saluran” berkisar antara 40 hingga 80 m, setiap “saluran” memiliki 4 cakrawala permeabel gas, mewakili retakan batupasir berbutir sedang yang terdapat di setiap saluran pada kedalaman 410 m hingga 1690 m. Ketebalan cakrawala yang mengandung gas berkisar antara 20 hingga 80 m, kelebihan tekanan gas di cakrawala (tergantung kedalaman) adalah dari 16 kgf/cm² (horizon atas dari 160 kgf/cm² (horizon bawah)). Gas cakrawala terletak di bawah lapisan batubara. Sumber utama gas dengan tekanan tinggi terletak di luar ladang tambang (5 km dari dia). Gas dari situ masuk ke ladang tambang melalui 3 sesar yang melintasi ladang tambang. Selain itu, sebaran gas pada “saluran” di bawah lapisan batubara terjadi dari horizon bawah (1690 m) dengan tekanan gas yang tinggi (230 kgf/cm²) ke cakrawala atas (16 kgf/cm²) sepanjang permeabel gas umum bagian vertikal “pilar” dari kedalaman 1690 m hingga kedalaman 410 m (Gbr. 2).



Gambar.2. Kedalaman bagian 035-036 saluran pembawa gas di bidang tambang tambang batubara.

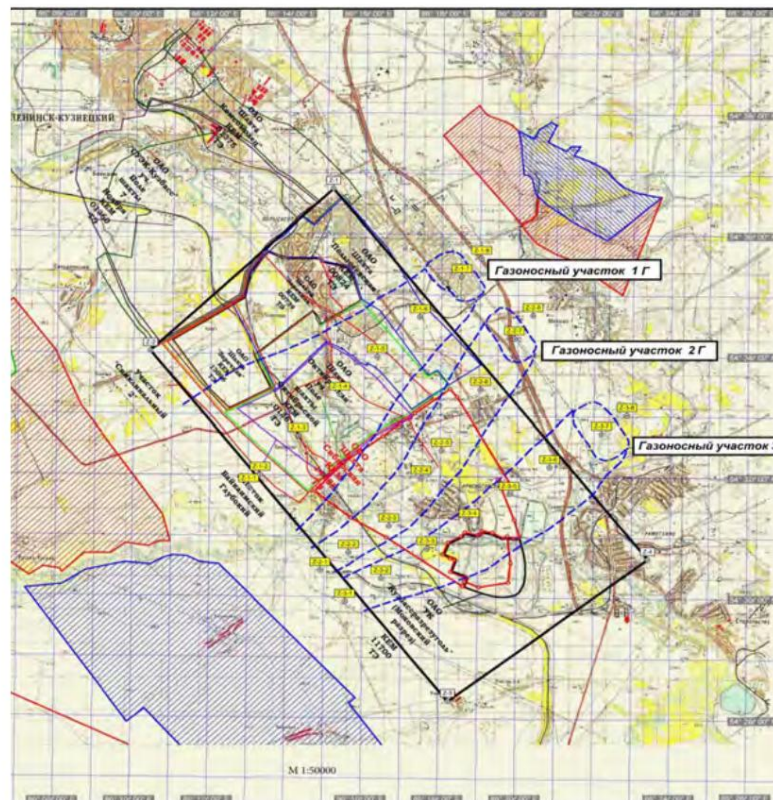
Pada jarak ≈ 5 km ke arah barat dari ladang tambang, terdapat sebuah ladang ranjau yang luas endapan yang mengandung gas (diameter ≈ 4 km) dengan tekanan gas di dalamnya 350 kgf/cm², dari mana “saluran” aliran gas di bawah lapisan batubara berasal. Saat kami mendekati ladang tambang, tekanan gas di reservoir yang mengandung gas menurun (dibatasi hingga 230 kg/cm²). Analisis terhadap lokasi kecelakaan tambang dengan ledakan metana (dan kematian) menunjukkan bahwa ledakan memang terjadi

ketika mengembangkan lapisan batubara di atas “saluran” (kesalahan) yang mengandung gas dengan tekanan gas tinggi di dalamnya ($>50 \text{ kgf/cm}^2$).

Sebuah sumur yang dibor di “saluran-1” gas utara di keempat cakrawala mengkonfirmasi adanya aliran masuk hidrokarbon alami (dan bukan gas “batubara”) dengan tekanan gas yang jauh lebih tinggi ($P_{4\ddot{y}}160 \text{ kgf/cm}^2$) tekanan gas di lapisan batubara (biasanya $5-10 \text{ kgf/cm}^2$). Itu. data dari penentuan jarak jauh parameter “saluran” gas (kolektor), kedalamannya dan tekanan gas di dalamnya telah dikonfirmasi. Akibatnya, jika Anda mengebor sumur degassing secara langsung di “pilar” atau “saluran” permeabel

gas vertikal, maka ini

akan secara tajam mengurangi tekanan total gas yang mendekati ladang tambang, yang artinya situasi di bawah lapisan batubara di seluruh ladang tambang akan membaik.

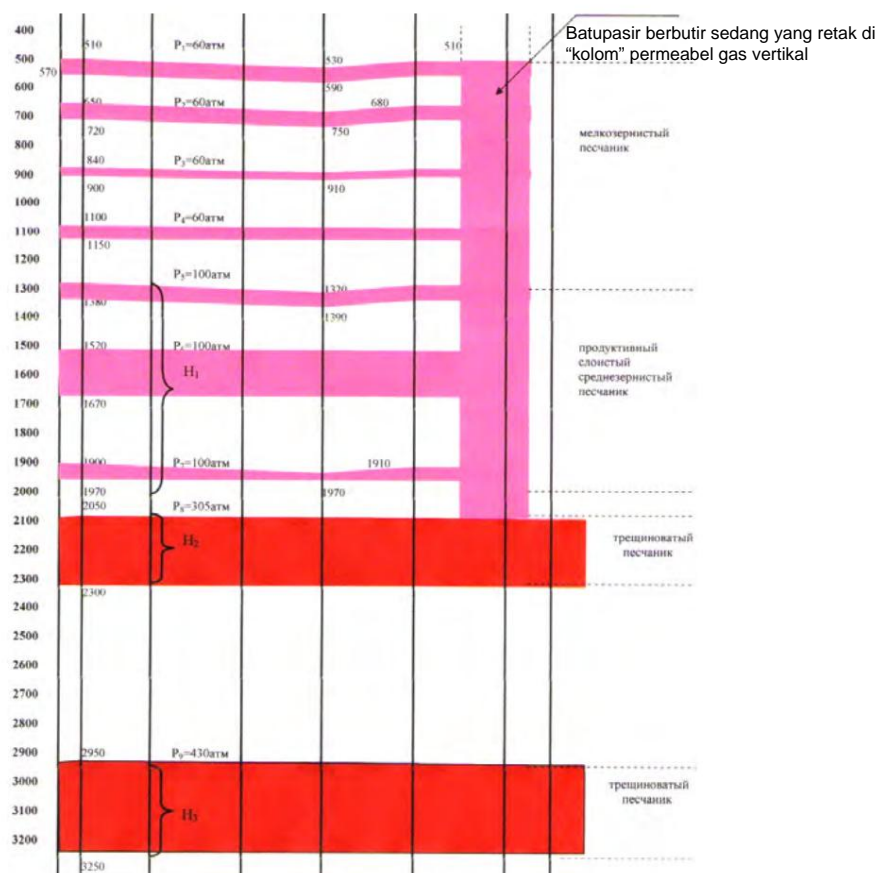


Gambar.3. Batas-batas anomali gas yang teridentifikasi pada wilayah peruntukan pertambangan tambang batubara Polysaevskaya, Zarechnaya, Oktyabrskaya dan Sibirskaya ($S=99 \text{ km}^2$).

Akan menguntungkan jika menggunakan gas dari sumur dengan aliran masuk industri dan tekanan 160 kg/cm^2 untuk kebutuhan teknis kota, daripada menghilangkan gasnya. itu di OS. Gambaran serupa terungkap di beberapa orang Rusia tambang (Gbr. 3, Gbr. 4). Rekomendasi diberikan untuk pengeboran degassing sumur di “pengumpul” yang mengandung gas dengan tekanan gas tinggi, yang secara signifikan dapat mengurangi bahaya gas di seluruh ladang tambang.

Pekerjaan serupa dilakukan di 5 tambang batu bara di Rusia mengkonfirmasi situasi serupa dengan hadirnya beberapa “saluran” masuk

injeksi gas dengan tekanan gas tinggi $> 350 \text{ kg/cm}^2$ di bawah lapisan batubara dari sumber yang terletak sangat dalam dan terletak di luarnya ladang tambang.



Gambar.4. Profil kedalaman bagian gas No. 1G di lapangan tambang (tambang "Zarechnaya", Rusia).

Tekanan gas yang tinggi di bawah lapisan batubara tercatat sebesar kedalaman $\approx 500 \text{ m}$. Akumulasi gas dengan tekanan tinggi ($> 50 \text{ kg/cm}^2$) menimbulkan bahaya besar selama operasi penambangan, karena Ketika lapisan batubara dibuka di dekat akumulasi tersebut, terjadi pelepasan campuran gas dalam jumlah besar secara instan ke lingkungan udara-oksigen di jalan raya, di mana campuran gas metana dengan konsentrasi metana terus-menerus berada.

di bawah norma yang diijinkan ($\approx 3 \pm 4\%$). Karena oksidasi gas yang konstan campuran dengan konsentrasi metana di udara yang melayang, campuran ini memiliki tingkat kesiapan "eksitasi" tertentu untuk menyala. DI DALAM pada saat sejumlah besar campuran gas dengan kandungan metana tinggi disuntikkan, terjadi penyalaan sendiri gas hidrokarbon secara instan dan ledakan volumetriknya bahkan pada konsentrasi CH_4 dalam penyimpangan kerja kurang dari 5%. Sistem peringatan otomatis bahkan tidak mempunyai waktu untuk merespon peningkatan konsentrasi metana dalam campuran. Hasil pemodelan

matematis dari proses self-ignition dan ledakan juga mengkonfirmasi kemungkinan terjadinya ledakan volumetrik dengan masuknya gas secara tiba-tiba dalam volume besar ke dalam aliran kerja. Dalam hal ini, gelombang kejut juga dapat terbentuk dengan cepat

>1000 m/detik, yang merupakan faktor pemicu tambahan ledakan volumetrik.

Ledakan. Perlu dicatat bahwa perambatan api dan pembakaran cepat campuran hidrokarbon ditentukan oleh reaksi kimia yang mempertahankan gradien konsentrasi, serta proses transpor molekuler yang menyebabkan gradien ini berpindah ke

ruang angkasa.

Berbeda dengan proses-proses ini, penyebaran ledakan disebabkan oleh gelombang tekanan, yang dipicu oleh reaksi kimia dan pelepasan panas yang menyertainya. Sifat karakteristik detonasi adalah $\dot{y} \approx 1000v$ m/s, kecepatan rambat gelombang detonasi besarnya lebih besar kecepatan rambat nyala api pembakaran campuran hidrokarbon (biasanya 0,5 daripada m/s). Kecepatan rambat gelombang detonasi v

kepadatan \dot{y} dan tekanan p gas yang terbakar dihitung menurut teori Chapman-Jouguet [4]. Mereka bergantung pada tekanan p_0 dan densitas gas yang tidak terbakar, pada kalor jenis reaksi q dan nilai \dot{y} , ditentukan oleh perbandingan kapasitas panas pada volume dan tekanan tetap ($\dot{y} = \frac{v}{v_0} \sqrt{\frac{q}{C_p}}$).

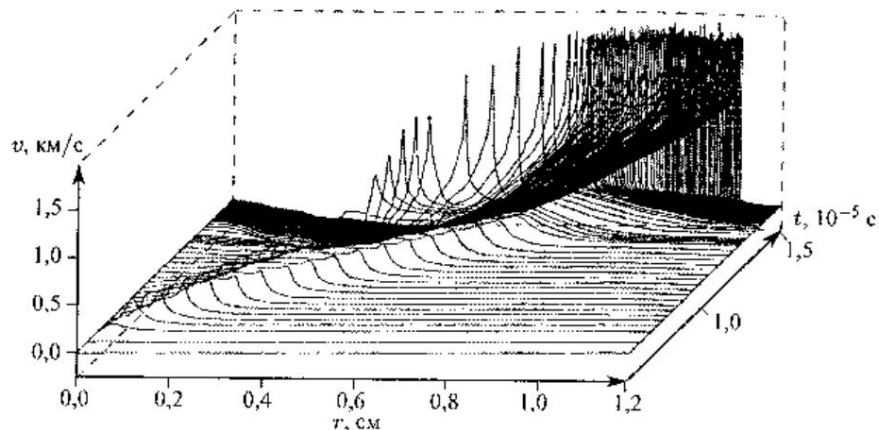
Persamaan dasar detonasi Chapman-Jouguet: $\dot{y} = \frac{v}{v_0} \sqrt{\frac{q}{C_p}}$

$$q = \frac{1}{2} (2v \dot{y}^2 + \frac{v}{\dot{y}} \dot{y}^2) = \frac{1}{2} \frac{v}{\dot{y}} (2\dot{y}^2 + \dot{y}^2) = \frac{3}{2} \frac{v}{\dot{y}} \dot{y}^2 = \frac{3}{2} \frac{v}{\dot{y}} \left(\frac{v}{v_0} \sqrt{\frac{q}{C_p}} \right)^2 = \frac{3}{2} \frac{v}{v_0} \frac{q}{C_p}$$

Perlu ditegaskan bahwa isu peralihan dari pembakaran cepat (de-flagras) ke detonasi sangat penting untuk banyak penerapan praktis, khususnya sangat penting untuk tambang batubara. Pemodelan matematika memungkinkan untuk menganalisis proses tersebut. Gambar 5 menunjukkan transisi

untuk meledak di lingkungan hidrogen-oksigen. Deflagrasi semakin cepat dan berubah menjadi ledakan. Perlu dicatat bahwa,

sebagai suatu peraturan, gelombang detonasi tidak berbentuk bidang, pembentukan struktur seluler bagian depan detonasi diamati secara eksperimental.



Gambar.5. Profil kecepatan selama pembentukan gelombang detonasi di campuran hidrogen-oksigen H₂-O₂ pada tekanan awal $p = 2 \text{ kgf/cm}^2$ [17].

Sebagai kesimpulan, kami mencatat bahwa untuk deskripsi kinetik proses pembakaran bahkan bahan bakar sederhana seperti hidrogen (reaksi total $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$), diperlukan mekanisme yang mencakup sekitar 40 reaksi dasar. Untuk gambaran kinetik proses pembakaran, khususnya proses penyalaan sendiri bahan bakar hidrokarbon paling sederhana - metana (CH₄), jumlah total reaksi dengan mempertimbangkan reaksi permukaan dalam bahan kimia Mekanismenya mencakup beberapa ribu reaksi dasar. Semua masalah ini, yaitu kinetika kimia, mekanisme reaksi, penyederhanaan mekanisme reaksi, dll., sebelumnya telah dibahas dalam karya penulis [2-7].

Kesimpulan 1. Di bawah lapisan batubara di zona rekahan yang meningkat terdapat area akumulasi gas hidrokarbon, yang "secara instan terbuka" pada saat lapisan batubara dihilangkan, dan terjadi pelepasan gas secara instan dengan tekanan dan suhu tinggi di produksi dengan kandungan oksigen dan produk konstan di udara oksidasi metana, meskipun kandungannya di bawah norma yang diizinkan (2-3%), dimana terjadi ledakan volumetrik. 2.

Akibat masuknya gas hidrokarbon dengan fraksi berat pada tekanan dan suhu tinggi, terjadi ejeksi batuan seketika dan campuran tersebut terbakar secara spontan pada konsentrasi gas yang jauh lebih rendah.

5% diikuti oleh ledakan volumetrik dan detonasi. Jika itu terjadi pasokan gas dalam volume kecil (karena tekanan gas yang lebih rendah di horizon), maka ledakan volumetrik tidak terjadi, tetapi keracunan gas mungkin terjadi pada penambang.

3. Kehadiran area akumulasi gas hidrokarbon dengan tekanan dan suhu tinggi di bawah lapisan batubara menciptakan kondisi untuk masuknya gas secara instan ke dalam tempat kerja dengan ledakan volumetrik berikutnya gas dan ledakan.

4. Emisi gas (seketika), ledakan volumetrik, dan detonasi yang paling berbahaya dapat terjadi selama pengembangan lapisan batubara pada kedalaman batubara termal 500 m atau lebih.

Penawaran

1. Tindakan tambahan harus diambil untuk memastikannya keselamatan kerja di tambang batubara termal, khususnya ketika mengembangkannya pada kedalaman yang sangat dalam (>500 m).
2. Peralatan kompleks Poisk dapat digunakan dengan sukses deteksi area akumulasi gas dengan tekanan dan suhu tinggi di bawah lapisan batubara dan patahan geologi, memastikan

untuk memilih titik pengeboran sumur untuk degassing gas yang efektif

di belakang

3. Langkah-langkah yang paling efektif untuk mencegah masuknya gas secara instan di bawah tekanan tinggi adalah dengan mendeteksi gas secara tepat waktu di sesar ladang tambang dan menghilangkan gasnya melalui sumur bor, serta mendeteksi gas di dekat ladang tambang.
deposito. Di dekat ladang tambang dengan batubara termal, selalu ada deposit gas yang terletak dalam jumlah besar kedalaman yang dihubungkan oleh patahan dengan endapan batubara. Sebelum mengembangkan lapisan batubara pada kedalaman mendekati 500 m, perlu dilakukan membuka deposit gas di dekat tambang batu bara untuk menguranginya tekanan di dalamnya dan dengan demikian meningkatkan bahaya gas di tambang.

Daftar literatur bekas

1. Rudnev E.N. , Doktor Geol. Sains (Akademi Ilmu Pertambangan Ukraina) Tentang masalah ini memerangi metana di tambang batu bara Ukraina // Batubara Ukraina. -2009. - No.1.-hal.40-46
2. Pukhliy V.A. Pembakaran debu organik dalam drum filter, dengan memperhatikan aktivasi membran tahan ledakan. – Fisika Kimia, RAS, 1997, volume 16, No.11, hlm.133-139.
3. Pukhliy V.A. Studi tentang kebakaran sekunder selama ledakan debu organik. – Fisika pembakaran dan ledakan, RAS, 2000, volume 36, No.3, hal.60-64. 4. Pukhliy V.A. Termodinamika. Bab tambahan. – Sevastopol:
Rumah penerbitan "Institut Ilmiah dan Teknis Pusat Cherkasy", 2009. – 523 hal.
5. Pukhliy V.A., Kovalev N.I., Sofiysky I.Yu. Tentang beberapa masalah kinetika kimia di Laut Hitam. – Dalam koleksi: Karya Ilmiah SNUYAEiP, edisi 2(38), 2011, hlm.137-144.
6. Pukhliy V.A., Kovalev N.I., Sofiysky I.Yu. Pemodelan matematis proses penyalaan dan penyalaan sendiri hidrokarbon di kinetika kimia. – Dalam: Karya Ilmiah SNUYAEiP, edisi 4(40), 2011, hlm.153-162. 7. Pukhliy V.A., Kovalev N.I. Mekanisme dan jalur proses pembakaran hidrokarbon secara kinetika kimia. – Dalam: Karya Ilmiah SNUYAEiP, edisi 1(41), 2012, hlm.144-153.
8. Kovalev N.I., Pukhliy V.A. dan lain-lain Resonansi magnetik nuklir. Teori dan aplikasi. Sevastopol, 2010. Bab. IX.-S. 610. 9. Kesimpulan metodologi pencarian dan eksplorasi mineral menggunakan kompleks perangkat keras Poisk NMR. NASU 2009. 10. Kovalev N.I., Filippov E.M., Soldatova S.V. "Eksperimental dan metodologis menyediakan metode jarak jauh untuk mengidentifikasi kesalahan batubara formasi di ladang ranjau di tambang OJSC OUK "Yuzhkuzbassugol"", Laporan Penelitian, SNUYAEiP.-Novokuznetsk, 2009, 60 hal.
11. Belyavsky G.A., Kovalev N.I., Lavrentieva O.N. Teknologi aplikasi Peralatan NMR untuk deteksi jarak jauh objek di bawah tanah dan

- di bawah air. – Laporan pada Konferensi Penyelamatan Internasional ke-4. NTSB
Kementerian Situasi Darurat Ukraina.-Kyiv,
2003, hlm.32-35. 12. Kovalev N.I., Gokh V.A., Soldatova S.V. dan lain-lain Penggunaan
kompleks geohografi jarak jauh "Poisk" untuk mendeteksi dan menggambarkan
endapan hidrokarbon // Geoinformatika. - 2009. - Nomor 3. - Hal.83-87.
13. Bakai Z.A., Ivashchenko P.N., Kovalev N.I. Metode mencari simpanan yang bermanfaat
fosil // Pat. 35122 Ukraina. Mulai 26/08/2008 14. Pat. RF, No.
227-2305 tanggal 20 Maret 2006, Ki. Gokh V.A., Akimov A.M., Kova-lev N.I., pemohon dan
pemegang paten, "Metode eksplorasi sumber daya mineral", permohonan No. 2004 132
154 tanggal 11-05-2004, terdaftar B
Daftar Negara Penemuan Federasi Rusia 20/04/2006 Validitas hingga 05/11/2024 15.
- Kovalev N.I., Belyavsky G.A., Filippov E.M., Soldatova S.V. dan lain-lain Penentuan anomali
gas alam di ladang tambang tambang Erunakovskaya-8: Laporan penelitian, SNUYAEiP.
- Novokuznetsk, 2010. - 36 hal.
16. Teknologi radiasi-kimia pada 1-25.M, 1979-1989 17. Kovalev N.I., Gokh
V.A., Kotelyanets I.I. dll. Pemilihan titik untuk pengeboran
sumur gas yang mengandung gas menggunakan peralatan jarak jauh dari kompleks
Poisk di ladang tambang tambang batubara Zasyadko: Laporan penelitian, sh. Zasyadko /
SNUYAEiP., GGN. - Donetsk, 2009. - 48 hal.
18. Goyal G., Warnatz J., Maas U. Studi numerik pengapian hot spot di H₂-O₂
dan CH₄ – campuran udara. – Gejala ke-23 . Sisir-Pittsburgh, 1990, hal.1767-1776.

Diterbitkan: Kumpulan artikel Konferensi Ilmiah dan Praktis Internasional "Perkembangan
Inovatif Ilmu Pengetahuan Modern", Ufa, 2014, hlm.153-162.