Machine Translated by Google

ยูดีซี 550-837.3

Kovalev N.I., Ph.D., รองศาสตราจารย์
ปุคลี วี.เอ. วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
Soldatova S.V. นักวิจัย
มหาวิทยาลัยพลังงานนิวเคลียร์และอุตสาหกรรม
แห่งชาติเซวาสโทพอล, เซวาสโทพอล, ยูเครน

เกี่ยวกับกลไกการก่อตัวของการระเบิดเชิงปริมาตรและการระเบิดของก๊าซไฮโดรคาร์บอนในเหมืองถ่านหิน

ปัญหาการจุดระเบิดในตัวเอง การระเบิดตามปริมาตร และ
การระเบิดของส่วนผสมก๊าซไฮโดรคาร์บอนในเหมืองถ่านหิน กำหนดออกมา
วิธีการตรวจจับพื้นที่สะสมก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีค่าสูง
ความดัน (>100 กก./ซม.) ^{2}) ตะเข็บถ่านหินที่อยู่ด้านล่าง ทำให้คุณ-
น้ำเกี่ยวกับสาเหตุของการระเบิดตามปริมาตร มีการเสนอมาตรการป้องกันสำหรับ
ป้องกันการระเบิดตามปริมาตรในเหมืองถ่านหิน

คำสำคัญ: ตะเข็บถ่านหิน กระบวนการจุดไฟได้เองของส่วนผสมก๊าซไฮโดรคาร์บอน-ไฮโดรเจน การระเบิดตามปริมาตร การ
ระเบิด

การแนะนำ. ปัญหาด้านความปลอดภัยในเหมืองอันตรายมีเทนคือ
เกี่ยวข้องมาก ทุกปีที่สถานประกอบการถ่านหินจากการระเบิดของก๊าซ
คนงานเหมืองเสียชีวิต การทำเหมืองถ่านหินหยุดทำงานเป็นเวลานาน และก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการขุดถ่านหินให้ความร้อนที่ระดับความลึกมาก กรณีของการระเบิดของก๊าซเชิงปริมาตร
เกิดขึ้นบ่อยขึ้น ส่งผลให้คนงานเหมืองจำนวนมากเสียชีวิตและ
การทำลายอุปกรณ์การทำเหมือง (ยูเครน รัสเซีย) แม้ว่าองค์กรต่างๆ จะใช้มาตรการจริงจังในการกำจัดก๊าซจากเหมืองอย่าง
ครอบคลุม แต่ก็มีระบบการป้องกันขั้นสูงกว่า

การระเบิด การระเบิดตามปริมาตรไม่หยุด การวิเคราะห์อุบัติเหตุในเหมืองถ่านหิน
การทำเหมืองแร่ของประเทศยูเครน ดำเนินการภายใต้การแนะนำของสมาชิกที่เกี่ยวข้องของ AGN
ยูเครน ปริญญาเอก สาขาธรณีวิทยา E. Rudneva [1] เปิดเผยว่า สาเหตุหลักมาจาก (จากการวิเคราะห์อุบัติเหตุ 46 ครั้ง)
1. เหตุระเบิดเสียชีวิตจากการเข้าไปในงานกะทันหัน

มีเทนและไฮโดรคาร์บอนหนักปริมาณมาก (อุบัติเหตุ 40 ครั้ง) หรือเสียชีวิต
ผู้ได้รับบาดเจ็บและขาดอากาศหายใจ (อุบัติเหตุ 6 ครั้ง) สิ่งนี้
สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเปิดพื้นที่ทันทีด้วย
แรงดันก๊าซสูงภายใต้ตะเข็บถ่านหินในระหว่างการพัฒนาตะเข็บ (ตะเข็บถ่านหินถูกเจาะก่อนการพัฒนามีปริมาณก๊าซอยู่ใน
นั้นด้วย
ไม่สามารถอยู่ภายใต้ความกดดันสูงได้) ยิ่งไปกว่านั้น การระเบิดเหล่านี้ไม่ได้เป็นเช่นนั้น
เกิดจากประกายไฟ และส่วนผสมของก๊าซก็ติดไฟได้เอง และ
จากนั้นจึงเกิดการระเบิดและการระเบิดตามปริมาตร
2. การมีอยู่ของเปลือกโลกที่ซับซ้อนและหลากหลาย - ปฐมภูมิ
(คลาสสิก) และรอง (แรงโน้มถ่วง) ทั่วทั้งพื้นที่ของเหมือง

Machine Translated by Google

เส้นที่ก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิสูงสามารถไหลผ่านจากระดับความลึกมาก (>1.5÷3.0 กม.) 3. เมื่อก๊าซไฮโดรคาร์บอน
เข้าสู่ส่วนผสมจากระดับความลึกมาก

ซึ่งมีก๊าซมีเทนและไฮโดรคาร์บอนที่หนักกว่าซึ่งอาจนำไปสู่การลุกติดไฟและการระเบิดของส่วนผสมได้เองหากเข้าไปในทันที

เขตการผลิตอากาศ (ที่ความเข้มข้นของมีเทนต่ำกว่า 5%) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์
วัตถุประสงค์หลักของการศึกษา
เป็น:

- การตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ธรณีฟิสิกส์ระยะไกล
  ซับซ้อนสำหรับการตรวจจับการสะสมก๊าซที่อยู่ด้านล่าง
  ตะเข็บถ่านหินและความผิดปกติทางธรณีวิทยาโดยมีลักษณะเฉพาะ
  ค่าแรงดันสูง (> 10 KGs/cm2) และอยู่ที่ระดับความลึกสูงสุด 3000 ม.

- การกำหนดเส้นทางการอพยพของก๊าซจากระดับความลึกมากหรือจากแหล่งที่อยู่นอกขอบเขตของทุ่งเหมือง (เหมือง

  ตั้งชื่อตาม A.F. Zasyadko - ยูเครน, 2551; เหมือง Erunakovskaya – VIII, – JSC
  OUK "Yuzhkuzbasugol", (2009); เหมือง – Zarechnaya, Oktyabrskaya,
  Sibirskaya, Polysaevskaya (2011, รัสเซีย)
- ค้นหาและวิเคราะห์แหล่งก๊าซที่มีค่าความดันและอุณหภูมิสูงซึ่งอยู่ใต้ตะเข็บถ่านหินและอื่น ๆ

  ชายแดนของทุ่งเหมือง การวัดค่าความ
ดันและอุณหภูมิของก๊าซในความผิดปกติทางธรณีวิทยาและในบริเวณที่มีการสะสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนตลอดจนความ
  หนาของขอบเขตก๊าซที่อยู่ใต้ตะเข็บถ่านหินโดยใช้อุปกรณ์ภาคสนามระยะไกล "ค้นหา"

- การกำหนดสาเหตุของการระเบิดของก๊าซเชิงปริมาตรและข้อเสนอในการป้องกันการระเบิดเหล่านี้ในเหมืองที่ผลิต
  พลังงาน
  ถ่านหินอันมีค่าที่ระดับความลึกมาก

วิธีการวิจัย. ใช้วิธีการวิจัยต่อไปนี้ในการทำงาน 1. เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จอย่างรวดเร็ว จึงใช้วิธีการสำรวจ
จักรวาลวิทยาระยะ

ไกลและอุปกรณ์ทดสอบการสั่นพ้องภาคสนามของคอมเพล็กซ์การตรวจจับดินใต้ผิวดินธรณีฟิสิกส์ระยะไกล “Poisk”
(พัฒนาโดย SNUYAEiP) อุปกรณ์นี้ช่วยให้คุณตรวจจับแหล่งที่มาของการสะสมก๊าซจากระยะไกลที่ระดับความลึกสูงสุด 5
กิโลเมตร วิเคราะห์แหล่งที่มาและกำหนดทิศทางการอพยพของก๊าซ จำนวนขอบเขตก๊าซ ความดันก๊าซในแต่ละขอบเขต และ
ยังระบุประเภทของหินของก๊าซ - อ่างเก็บน้ำที่ซึมผ่านได้

พื้นฐานสำหรับการใช้อุปกรณ์ Poisk เพื่อจุดประสงค์เหล่านี้คืองานที่ประสบความสำเร็จในการตรวจจับความผิด
ปกติของก๊าซที่มีแรงดันก๊าซสูงซึ่งอยู่ใต้แร่ของเหมืองยูเรเนียม

(เหมือง Novokonstantinovskaya ประเทศยูเครน) ศึกษาลักษณะการเกิดขึ้น
ความผิดปกติของก๊าซในชั้นหิน (เท็กซัส สหรัฐอเมริกา) และระยะไกล

Machine Translated by Google

การค้นพบแหล่งน้ำมันและก๊าซอุตสาหกรรม (ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย สหรัฐอเมริกา รัสเซีย ยูเครน มองโกเลีย) งานนี้ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญจาก SNUYAEiP พร้อมด้วยโครงสร้างเชิง

พาณิชย์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดหางานตลอดจน

หัวหน้าสถาบันของกระทรวงเชื้อเพลิงและพลังงานของประเทศยูเครน (UkrNIPIpromtekhnologii และ
ศูนย์วิจัย IGN ของ National Academy of Sciences ofยูเครน (NASU) ความสำเร็จของงาน

เหล่านี้เห็นได้จากบทสรุปของสถาบันวิศวกรรมโยธาของ National Academy of Sciences ของประเทศยูเครน ความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อนระยะไกล
“การค้นหา” เพื่อปฏิบัติงานสำรวจแร่และธรณีวิทยา[9] 2. การใช้การเจาะสำรวจหลุมเพื่อระบุ

การสะสมของก๊าซ กำหนดความลึกของขอบเขตก๊าซ ความดัน และอุณหภูมิของก๊าซในนั้นอย่างแม่นยำ งานเหล่านี้ได้ดำเนินการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเหมืองแร่และโครงสร้างทางธรณีวิทยาของเหมืองหรือบริษัทเฉพาะทางที่เกี่ยวข้องกับลูกค้าในการดำเนินการสำรวจแร่
การขุดเจาะ

3. การสำรวจแร่ไฟฟ้าและวิธีการธรณีฟิสิกส์แบบดั้งเดิมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความผิดปกติของก๊าซหรือการวิเคราะห์วัสดุทางธรณีวิทยาที่มีอยู่
ทุ่นระเบิด (ดำเนินการโดย SRC IGN NASU, เคียฟ) เพื่อยืนยัน (หรือ
การเปรียบเทียบ) ผลการตรวจจับความผิดปกติของก๊าซจากระยะไกลถึง
การเริ่มต้นการขุดเจาะสำรวจ 4. การสร้าง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการจุดระเบิดได้เอง การระเบิดตามปริมาตร และการระเบิดของส่วนผสมของก๊าซ และการคำนวณเพื่อสร้างเงื่อนไขขอบเขตสำหรับการจุดระเบิดได้เองของสารผสมเหล่านี้ด้วยก๊าซไฮโดรคาร์บอนต่างๆ ภายใต้สภาวะที่ใกล้เคียงกับสภาวะของก๊าซจริง

สภาพในเหมืองถ่านหิน ดำเนินการภายใต้การแนะนำของ Doctor of Technical Sciences ศาสตราจารย์ SNUYAEiP V.A. Pukhliy [2-7]

ในระหว่างการทำงานนี้ ได้มีการตรวจสอบพื้นที่เหมืองของเหมืองถ่านหินแห่งหนึ่ง
ตั้งชื่อตาม Zasyadko (ยูเครน) พร้อมอุปกรณ์ทดสอบเรโซแนนซ์ภาคสนามของคอมเพล็กซ์
“ค้นหา” โดยผู้เชี่ยวชาญจาก SNUYAEiP (เซวาสโทพอล) ร่วมกับองค์กรการค้า MGSP (โดเนตสค์) และศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ IGN NASU และยังดำเนินการวิจัยที่เหมืองถ่านหิน 5 แห่งของ OJSC OCC “Yuzhkuz-bassugol” (ภูมิภาค Kemerovo ประเทศรัสเซีย) – โดยผู้เชี่ยวชาญ SNUYAEiP เท่านั้น

[10].

การระบุระยะไกล (การรับรู้) ความผิดปกติของก๊าซใน
ในบาดาลของโลก (สูงสุดความลึก 5 กม.) โดยใช้อุปกรณ์ของคอมเพล็กซ์ "Poisk" ดำเนินการโดยใช้ปรากฏการณ์การสั่นพ้องของสารภายใต้อิทธิพลของการแผ่รังสีความถี่วิทยุบนอะตอมขององค์ประกอบ (NMR spectroscopy) ที่รวมอยู่ใน สารไฮโดรคาร์บอนชนิดเฉพาะ (น้ำมัน ก๊าซ) และหินน้ำมันและก๊าซ สารสะสมจมูก [8] ในการส่งรังสีเรโซแนนซ์ความถี่วิทยุไปยังระดับความลึกมาก มีการใช้เครื่องกำเนิดรังสีไมโครเวฟที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหมุนได้ สเปกตรัมเรโซแนนซ์ความถี่ของอะตอมขององค์ประกอบทางเคมี

อ้างอิงของหินกักเก็บ (Ni, V, C, P, Si, S ฯลฯ) และสเปกตรัมข้อมูล-พลังงานถูกมอดูเลตตามความถี่การทำงานของเครื่องกำเนิดไมโครเวฟ

Machine Translated by Google

ตัวอย่างน้ำมัน มีเทน และก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่สูงกว่าสามตัวอย่าง (อีเทน โพรเพน บิวเทน)

สเปกตรัมเรโซแนนซ์ (NMR spectra) ของอะตอมโลหะที่รวมอยู่ในองค์ประกอบของสารที่ระบุและเลือกเป็นองค์ประกอบอ้างอิงถูกบันทึกไว้ในการติดตั้ง NMR ด้วยความถี่ 60 MHz และ 250 MHz [11, 13] และสเปกตรัมพลังงานข้อมูลของสารเหล่านั้น บันทึกเมื่อ

เครื่องวัดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์การดูดกลืนแสงแบบอะตอม (การทำให้เป็นอะตอมของสารในหัวเผาแก๊ส) พร้อมอุปกรณ์แนบความถี่กว้างที่ละเอียดอ่อน ข้อมูลและสเปกตรัมพลังงานในการระบุก๊าซและ

หิน [14] ถูกถ่ายโอนไปยังพาหะแม่เหล็กที่ "ทำงาน" ("เมทริกซ์ที่ทำงาน") และสเปกตรัมอะตอมของโลหะเพื่อ "ทดสอบเมทริกซ์" และถูกใช้เพื่อกระตุ้นด้วยคลื่นสะท้อนของสารเหล่านี้ในบาดาลของโลก (จนถึงระดับลึก)

3 กม.) การกระตุ้นด้วยคลื่นพ้องของสารดำเนินการโดยการสัมผัส
สัญญาณของเครื่องกำเนิดไมโครเวฟถูกมอดูเลตด้วยความถี่ของการสั่นพ้อง
(อะตอม) สเปกตรัม NMR หรือตามความถี่ของข้อมูล-พลังงาน
สเปกตรัมของสารที่ต้องการ

เพื่อศึกษาองค์ประกอบองค์ประกอบของหินในอ่างเก็บน้ำเราใช้
วิธีการกระตุ้นนิวตรอนเพื่อกำหนดความเข้มข้นของโลหะและอโลหะในนั้น องค์ประกอบเบื้องต้นของตัวอย่างตัวอย่างและแอมพลิจูดของคุณลักษณะสเปกตรัมรวม (การวัดข้อมูล

spectra) ถูกป้อนเข้าไปในคลังข้อมูลของ Poisk stationary complex และถูกใช้เป็นสัญญาณการรับรู้ของไฮโดรคาร์บอนและหินกักเก็บ (อยู่ที่ระดับความลึกสูงสุด 5,000 เมตร) เมื่อประมวลผลผลลัพธ์ของงานภาคสนาม [15] เพื่อตั้งค่าอุปกรณ์และยืนยันการตรวจจับระยะไกล (การระบุ) ประเภทของไฮโดรคาร์บอนก่อนเริ่มงานภาคสนาม การทดสอบได้ดำเนินการในสภาพห้องปฏิบัติการของอุปกรณ์เครื่องเขียนและ

แบบพกพาของคอมเพล็กซ์ Poisk สำหรับการลงทะเบียนตัวอย่าง (ตัวอย่าง) ของ ก๊าซและตัวอย่างหินอ่างเก็บน้ำประเภทต่างๆ จากระยะต่างๆ (25 ม. และ 50 ม.)

ในสภาพสนาม สัญญาณมอดูเลตจะถูกส่งจากหน่วยความถี่สูงของเครื่องกำเนิดไมโครเวฟโดยใช้เสาอากาศที่มีทิศทางแคบ
ที่มุมหนึ่งลึกลงไปในพื้นโลกเพื่อให้เกิดเสียงสะท้อนระยะไกล
การรบกวนอะตอมของธาตุอ้างอิงหรือสารที่ระบุตัวได้ทั้งหมด ในกรณีนี้ เหนือพื้นที่สนามไฮโดรคาร์บอน ก

ลักษณะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงประเภทใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะ
ไฮโดรคาร์บอนและหิน สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้ถูกบันทึกโดยอุปกรณ์รับสัญญาณที่มีความละเอียดอ่อนซึ่งปรับตามความถี่เรโซแนนซ์
อะตอมจำเพาะขององค์ประกอบอ้างอิงหรือสเปกตรัมอินทิกรัลของสาร
(ชนิดของหิน ก๊าซไฮโดรคาร์บอน) สิ่งนี้ทำให้สามารถระบุสารเฉพาะเจาะจงจากระยะไกลโดยเลือกจากระดับความลึกต่างๆ จากผลการถอดรหัสภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้เทคโนโลยีเคมีรังสี [16] ขอบเขตของรูปทรงของพื้นที่ที่มีความผิดปกติของไฮโดรคาร์บอนถูกกำหนดไว้ในภาพถ่าย

นี้ ข้อมูล

Machine Translated by Google

ขอบเขตจะชัดเจนในพื้นที่โดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่และเครื่องรับ GPS จากนั้นจึงลงจุดบนแผนที่ของพื้นที่ค้นหา ที่

วิธีการแยกแยะนั้นคล้ายคลึงกับวิธีการสำรวจระยะไกลของการบินและอวกาศที่มีอยู่อย่างไรก็ตามความน่าจะเป็นของการระบุประเภทของไฮโดรคาร์บอน (ก๊าซไฮโดรคาร์บอน) ในทางปฏิบัติโดยใช้อุปกรณ์ของ Poisk complex เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (เชื่อถือได้มากขึ้น

95%)

อุปกรณ์สนามทดสอบเรโซแนนซ์ช่วยให้คุณสามารถคำนวณความลึกได้
การเกิดขึ้นของขอบเขตก๊าซ ความหนา และความดันของก๊าซในนั้น

ผลลัพธ์ของการทำงาน เมื่อตรวจสอบพื้นที่เหมืองของเหมืองถ่านหิน
ตั้งชื่อตาม Zasyadko (รูปที่ 1) พบว่ามีการข้ามจากตะวันตกไปตะวันออก
ข้อผิดพลาด "ช่อง" ทางธรณีวิทยา 3 รายการพร้อมแรงดันแก๊สเพิ่มขึ้นและ
หนึ่งจากเหนือจรดใต้ [17]

รูปที่ 1. รูปทรงของความผิดปกติทางธรณีวิทยาของ ATZ และขอบเขตของก๊าซที่ซึมเข้าไปได้
"ช่องทาง" บนแผนที่ภูมิประเทศของพื้นที่จัดสรรการขุดของเหมืองถ่านหิน
ตั้งชื่อตาม A.F. Zasyadko [17]

ส่วน (เสา) ที่สามารถซึมผ่านก๊าซในแนวตั้งได้ตั้งอยู่นอกเขตเหมือง (1-1.5 กม. ก่อนถึงชายแดน) และตั้งอยู่บนข้อบกพร่อง 3 จุด (“ช่อง”) การโยกย้ายเกิดขึ้นผ่าน “ช่องทาง” ทั้งหมด

ก๊าซจากตะวันตกไปตะวันออกซึ่งทำให้มั่นใจได้ถึงแรงดันก๊าซที่แน่นอนในแต่ละอัน
ช่องบ้าน.

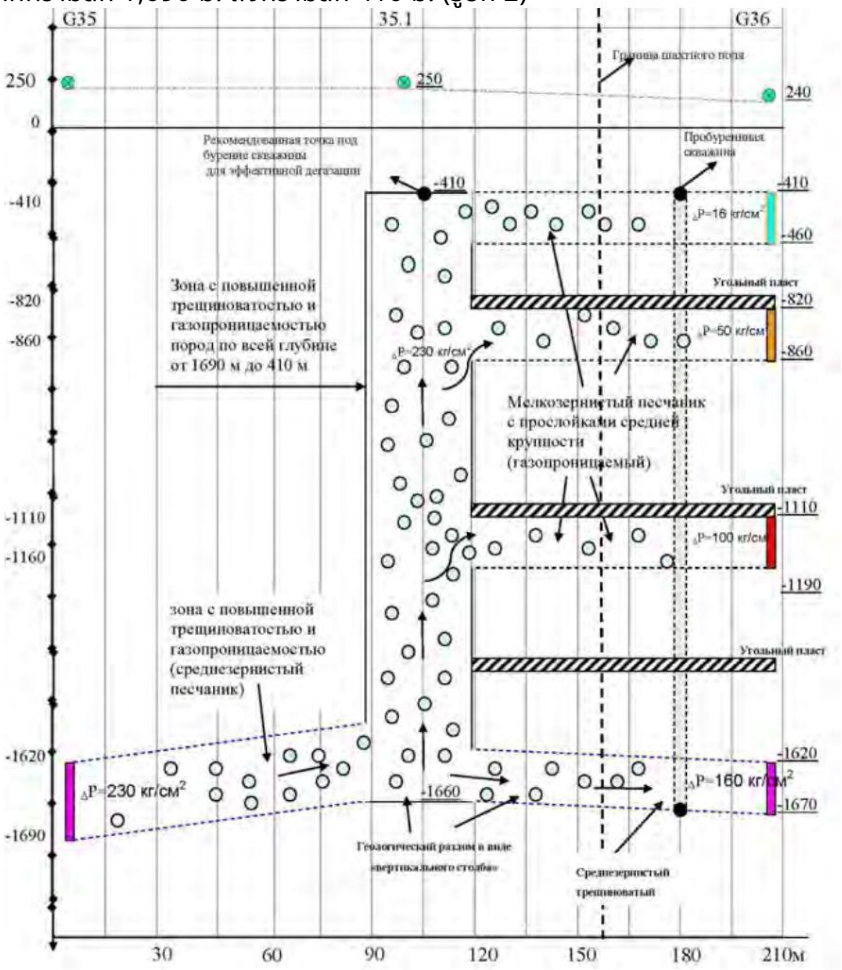
Machine Translated by Google

ความกว้างของ “ช่อง” อยู่ระหว่าง 40 ถึง 80 เมตร “ช่อง” แต่ละช่องมีขอบเขตก๊าซซึมผ่านได้ 4 ช่อง แสดงถึงการแตกหัก
หินทรายเม็ดกลางที่เกิดขึ้นในแต่ละช่องที่ระดับความลึกตั้งแต่ 410 ม. ถึง 1,690 ม. ความหนาของขอบฟ้าที่มีก๊าซอยู่ระหว่าง 20 ถึง 80 ม. แรงดันก๊าซส่วนเกินในขอบฟ้า (ขึ้นอยู่กับความลึก) คือ

ตั้งแต่ 16 kgf/cm2 (ขอบฟ้าด้านบน จาก 160 kgf/cm2 (ขอบฟ้าล่าง) ก๊าซ
ขอบฟ้าตั้งอยู่ใต้ตะเข็บถ่านหิน แหล่งก๊าซหลัก
โดยมีความกดอากาศสูงตั้งอยู่นอกทุ่งเหมือง (ห่างออกไป 5 กม
เขา). ก๊าซจากนั้นเข้าสู่ทุ่งเหมืองผ่านรอยเลื่อน 3 จุดข้ามทุ่งเหมือง นอกจากนี้การกระจายก๊าซใน “ช่อง” ใต้ตะเข็บถ่านหินเกิดขึ้นจากขอบฟ้าล่าง (1,690 ม.) ด้วยแรงดันก๊าซสูง

(230 kgf/cm2) ถึงขอบฟ้าด้านบน (16 kgf/cm2) ตามแนวก๊าซทั่วไปที่ซึมผ่านได้

“เสา” ส่วนแนวตั้งจากความลึก 1,690 ม. ถึงความลึก 410 ม. (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. ส่วนลึก 035-036 ของช่องรับก๊าซในเหมืองถ่านหิน ที่ระยะทาง 5 กม. ไปทางทิศตะวันตกของทุ่งเหมืองขนาดใหญ่

เงินฝากที่มีก๊าซ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 กม.) โดยมีความดันก๊าซอยู่ที่ 350 kgf/cm2 , จาก
ซึ่งเป็นที่มาของ "ช่องทาง" ของการไหลของก๊าซใต้ตะเข็บถ่านหิน ขณะที่เราเข้าใกล้พื้นที่เหมือง ความดันก๊าซในแหล่งกักเก็บก๊าซลดลง (ควบคุมไว้ที่ 230 กก./ซม.2) การวิเคราะห์สถานที่เกิดอุบัติเหตุกับระเบิดมีเทน (และการเสียชีวิต) พบว่ามีการระเบิดเกิดขึ้น

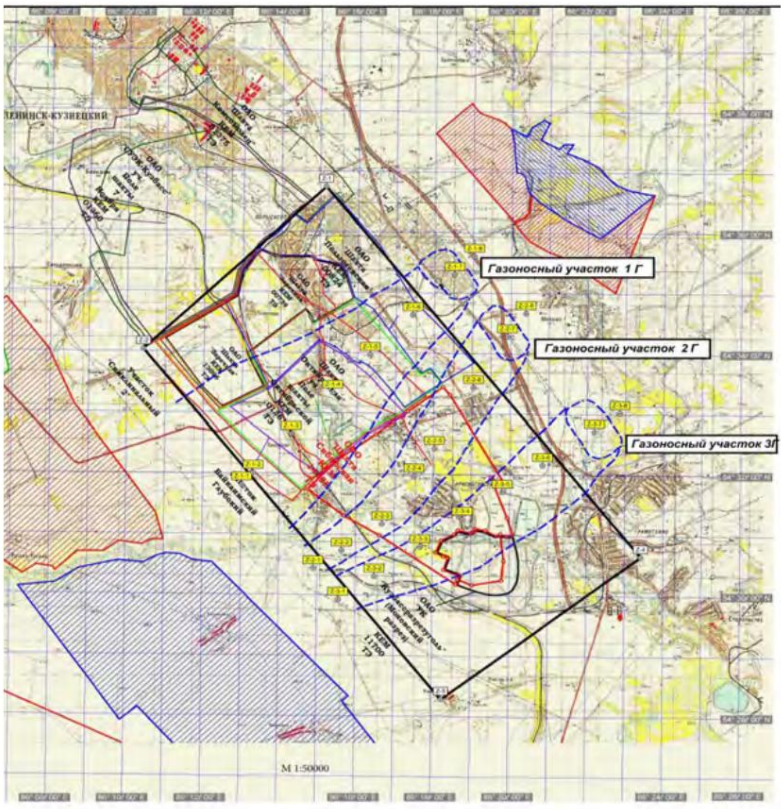
Machine Translated by Google

เมื่อพัฒนาตะเข็บถ่านหินเหนือ “ช่อง” ที่รองรับก๊าซ (ข้อบกพร่อง) โดยมีแรงดันก๊าซสูงอยู่ในนั้น (>50 kgf/cm2) การเจาะบ่อก๊าซทางเหนือ "ช่อง 1" ในทั้ง 4 ขอบเขตยืนยันว่ามีการไหลเข้าของ

ไฮโดรคาร์บอนตามธรรมชาติ (และไม่ใช่

“ถ่านหิน”) ก๊าซที่มีแรงดันก๊าซสอดคล้องกันสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (P4□160 kgf/cm2) ความดันก๊าซในตะเข็บถ่านหิน (ปกติ 5-10 kgf/cm2) ที่. ข้อมูลจากการกำหนดค่าระยะไกลของพารามิเตอร์ของ "ช่อง" ก๊าซ (ตัวสะสม) ความลึกและความดันก๊าซในนั้นได้รับการยืนยัน ดังนั้น หากคุณเจาะหลุมกำจัดแก๊สโดยตรงใน "เสา" หรือ "ช่อง" ที่สามารถซึมผ่านของก๊าซในแนวตั้งได้ สิ่งนี้จะเกิดขึ้น

จะลดแรงดันรวมของก๊าซที่เข้าใกล้ทุ่งเหมืองลงอย่างรวดเร็วซึ่งหมายถึง
สถานการณ์ใต้ตะเข็บถ่านหินทั่วทุ่งเหมืองจะดีขึ้น



รูปที่ 3 ขอบเขตของความผิดปกติของก๊าซที่ระบุในอาณาเขตของการจัดสรรการขุด
เหมืองถ่านหิน Polysaevskaya, Zarechnaya, Oktyabrskaya และ Sibirskaya
(ส=99กม 2).

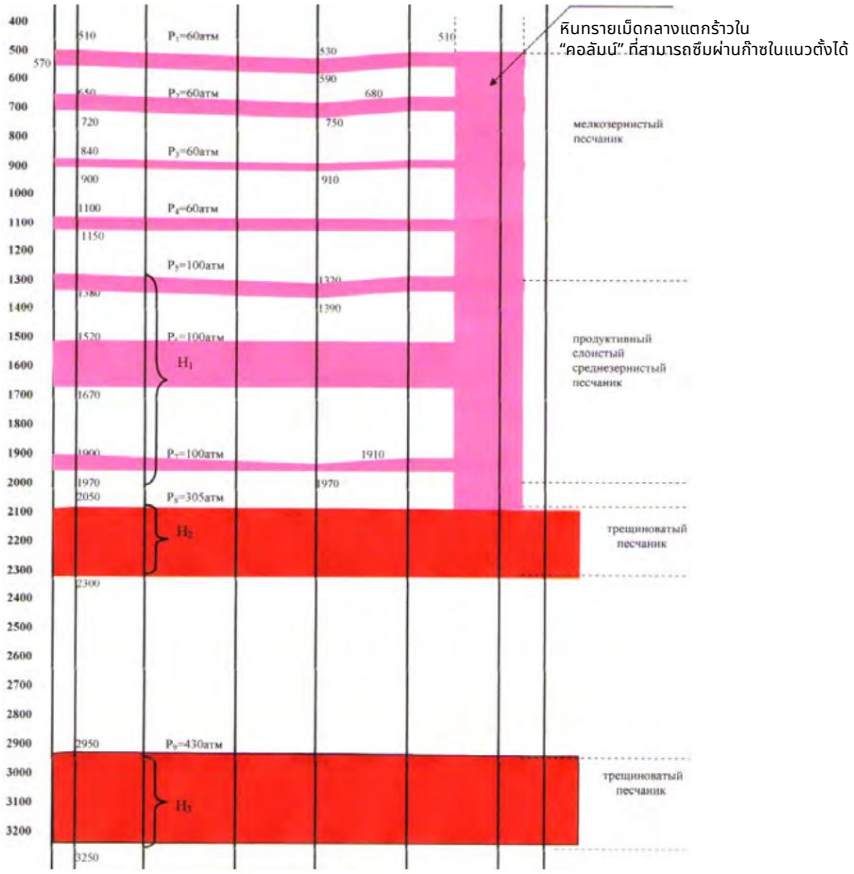
การใช้ ก๊าซจากบ่อดังกล่าวซึ่งมีการไหลเข้าทางอุตสาหกรรมและความดัน 160 กก./ซม.2 สำหรับความต้องการทางเทคนิคของเมืองมีข้อดีมากกว่าการขจัดก๊าซออก
มันอยู่ในระบบปฏิบัติการ มีการเปิดเผยภาพที่คล้ายกันในชาวรัสเซียหลายคน
เหมือง (รูปที่ 3, รูปที่ 4) มีข้อเสนอแนะสำหรับการขุดเจาะไล่แก๊ส
หลุมใน “ตัวสะสม” ที่ใช้ก๊าซซึ่งมีแรงดันแก๊สสูง ซึ่งสามารถลดอันตรายจากก๊าซทั่วทั้งแหล่งเหมืองได้อย่างมาก

งานที่คล้ายกันนี้ดำเนินการที่เหมืองถ่านหิน 5 แห่งในรัสเซีย
ยืนยันสถานการณ์ที่คล้ายกันโดยมี "ช่องทาง" ที่เข้ามาหลายช่อง

Machine Translated by Google

การฉีดแก๊สด้วยแรงดันแก๊สสูง > 350 กก./ซม.2 ใต้ตะเข็บถ่านหินจากแหล่งที่ลึกมากและอยู่เลยออกไป

ทุ่งของฉัน



รูปที่ 4. ความลึกของส่วนก๊าซหมายเลข 1G ในแหล่งเหมือง (เหมือง
ซาเรชนายา รัสเซีย) มีการบันทึกแรง
ดันแก๊สสูงใต้ตะเข็บถ่านหินที่
ที่ระดับความลึก 500 ม. การสะสมของก๊าซที่มีแรงดันสูง (>50 กก./ซม.2) ก่อให้เกิดอันตรายอย่างมากระหว่างการทำเหมือง เนื่องจาก
เมื่อตะเข็บถ่านหินถูกเปิดใกล้กับการสะสมดังกล่าว จะมีการปล่อยส่วนผสมของก๊าซปริมาณมากออกสู่สภาพแวดล้อมในอากาศและ
ออกซิเจนของถนนในทันทีซึ่งมีส่วนผสมของก๊าซมีเทนและก๊าซมีเทนที่มีความเข้มข้นของมีเทนตั้งอยู่ตลอดเวลา

ต่ำกว่าบรรทัดฐานที่อนุญาต (3÷4%) เนื่องจากก๊าซออกซิเดชันอย่างต่อเนื่อง
สารผสมที่มีความเข้มข้นของมีเทนในอากาศดริฟท์ส่วนผสมนี้
มีความพร้อมในระดับหนึ่งของ "การกระตุ้น" ที่จะจุดชนวน ใน
ทันทีที่ฉีดส่วนผสมก๊าซที่มีปริมาณมีเทนสูงในปริมาณมาก ก๊าซไฮโดรคาร์บอนจะลุกติดไฟได้เองในทันที และ

การระเบิดตามปริมาตรแม้ที่ความเข้มข้นของ CH4 ในการดริฟท์การทำงานจะน้อยกว่า

5%. ระบบเตือนอัตโนมัติไม่มีเวลาตอบสนองต่อความเข้มข้นของมีเทนที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสมด้วยซ้ำ ผลลัพธ์ของการสร้างแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์ของกระบวนการจุดระเบิดในตัวเองและการระเบิดยังยืนยันความเป็นไปได้
ของการระเบิดตามปริมาตรด้วย

การไหลเข้าของก๊าซอย่างฉับพลันในปริมาณมากเข้าสู่การดริฟท์การทำงาน ในกรณีนี้ คลื่นกระแทกด้านหน้าอาจก่อตัวเพิ่มเติมที่ความเร็ว

Machine Translated by Google

>1000 ม./วินาที ซึ่งเป็นปัจจัยเริ่มต้นเพิ่มเติมสำหรับการระเบิดตามปริมาตร

ระเบิด. ควรสังเกตว่าการแพร่กระจายของเปลวไฟและการเผาไหม้อย่างรวดเร็วของส่วนผสมไฮโดรคาร์บอนถูก กำหนดโดยปฏิกิริยาเคมีที่รักษาระดับความเข้มข้นตลอดจนกระบวนการขนส่งโมเลกุลที่ทำให้การไล่ระดับสีเหล่านี้เคลื่อนเข้าสู่

ช่องว่าง. ตรงกันข้าม

กับกระบวนการเหล่านี้ การแพร่กระจายของการระเบิดเกิดจากคลื่นความดันซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมีและการปล่อยความร้อนตามมา คุณสมบัติเฉพาะของการระเบิดคือ 1,000v m/s ความเร็วของการแพร่กระจายของคลื่นการระเบิดมีลำดับความสำคัญมากกว่าความเร็วของการแพร่กระจายของเปลวไฟเผาไหม้ของส่วนผสมไฮโดรคาร์บอน ความเร็วของการแพร่กระจายคลื่นระเบิด v (ปกติ 0.5 m/s)

ความหนาแน่น в และ

ความดัน p_3ของ ก๊าซที่ถูกเผาไหม้คำนวณตามทฤษฎีแชปแมน-จูเกต์ [4] พวกเขา ขึ้นอยู่กับความดัน pu และความหนาแน่นของก๊าซที่ไม่เผาไหม้กับความร้อนจำเพาะ ปฏิกิริยา q และค่าของ γ ซึ่งกำหนดโดยอัตราส่วนของความจุความร้อนที่ ปริมาตรและความดันคงที่ (CC).

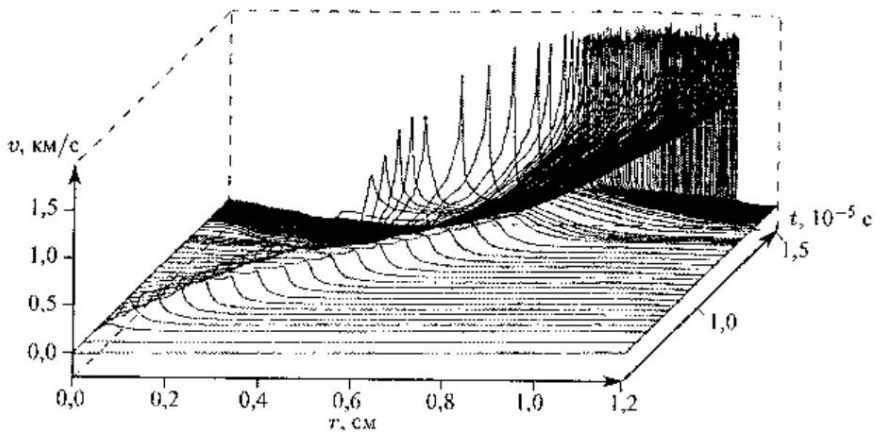
สมการการระเบิดของแชปแมน-จูเกต์พื้นฐาน:

)1(2 ; 1)1(2 .

ควรเน้นย้ำว่าปัญหาของการเปลี่ยนผ่านจากการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว (การลดธง) ไปสู่การระเบิดมีความสำคัญมากสำหรับการใช้งานในทางปฏิบัติหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีความสำคัญมากสำหรับเหมืองถ่านหิน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำให้สามารถวิเคราะห์กระบวนการดังกล่าวได้ รูปที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลง

ไปสู่การระเบิดในสภาพแวดล้อมไฮโดรเจน-ออกซิเจน การลุกลามจะเร่งความเร็วและกลายเป็นการระเบิด ควรสังเกตว่าตามกฎแล้วคลื่นการระเบิดไม่ใช่ระนาบ

โดยทดลองสังเกตการก่อตัวของโครงสร้างเซลล์ของหน้าการระเบิด



Machine Translated by Google

รูปที่ 5 โปรไฟล์ความเร็วระหว่างการก่อตัวของคลื่นระเบิด
ส่วนผสมไฮโดรเจน-ออกซิเจน H2-O2 ที่ความดันเริ่มต้น p = 2 kgf/cm2 [17]

โดยสรุป เราสังเกตว่าสำหรับคำอธิบายจลน์ของกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงธรรมดาเช่นไฮโดรเจน (ปฏิกิริยา
ทั้งหมด 2H2 + O2 □ 2H2O) จำเป็นต้องมีกลไกที่มีปฏิกิริยาพื้นฐานประมาณ 40 รายการ สำหรับคำอธิบายจลนศาสตร์
ของกระบวนการเผาไหม้ โดยเฉพาะกระบวนการ

การจุดติดไฟด้วยตนเองของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนที่ง่ายที่สุด - มีเทน (CH4) จำนวนปฏิกิริยาทั้งหมดโดยคำนึงถึง
ปฏิกิริยาพื้นผิวในสารเคมี
กลไกนี้ประกอบด้วยปฏิกิริยาพื้นฐานหลายพันปฏิกิริยา ปัญหาทั้งหมดเหล่านี้ ได้แก่ จลนพลศาสตร์เคมี กลไกปฏิกิริยา
การทำให้กลไกปฏิกิริยาง่ายขึ้น ฯลฯ ได้รับการพิจารณาก่อนหน้านี้ในผลงานของผู้เขียน [2-7]

ข้อสรุป 1. ใต้
ตะเข็บถ่านหินในบริเวณที่มีการแตกหักเพิ่มขึ้น มีพื้นที่สะสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนซึ่ง "ทันที

ถูกเปิด" ในขณะที่ถอดตะเข็บถ่านหินออกและมีการปล่อยก๊าซที่มีแรงดันและอุณหภูมิสูงออกมาทันที

การผลิตที่มีปริมาณออกซิเจนและผลิตภัณฑ์คงที่ในอากาศ
ออกซิเดชันของมีเธนแม้ว่าเนื้อหาจะต่ำกว่าค่าปกติที่อนุญาต (2-3%) ซึ่งเกิดการระเบิดตามปริมาตร 2. เนื่องจากการ
ไหลเข้าของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มีเศษส่วนหนักที่
ความดันและอุณหภูมิสูง จึงเกิดการดีดตัวของหินทันทีและส่วนผสมจะติดไฟได้เองตามธรรมชาติที่ความเข้มข้นของก๊าซ
ต่ำกว่ามาก

5% ตามด้วยการระเบิดและการระเบิดตามปริมาตร ถ้ามันเกิดขึ้น
จ่ายก๊าซในปริมาณน้อย (เนื่องจากแรงดันก๊าซเข้าลดลง
ขอบฟ้า) จากนั้นจะไม่เกิดการระเบิดตามปริมาตร แต่อาจเป็นพิษต่อคนงานเหมืองด้วยก๊าซได้ 3. การมีอยู่ของพื้นที่
สะสมของก๊าซไฮโดรคาร์บอนที่มี
ความดันและอุณหภูมิสูงภายใต้ตะเข็บถ่านหินทำให้เกิดเงื่อนไขสำหรับการเข้าสู่งานของก๊าซทันทีพร้อมกับการระเบิดตาม
ปริมาตรตามมา

ก๊าซและการระเบิด
4. การปล่อยก๊าซที่อันตรายที่สุด (ทันที) การระเบิดตามปริมาตรและการระเบิดสามารถเกิดขึ้นได้ในระหว่างการพัฒนา
ตะเข็บถ่านหินที่ระดับความลึกของถ่านหินความร้อน 500 ม. ขึ้นไป

ข้อเสนอ

1. ควรมีมาตรการเพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่า
ความปลอดภัยในการทำงานในเหมืองถ่านหินพลังความร้อนโดยเฉพาะ
เมื่อพัฒนาในระดับความลึกมาก (>500 ม.)
2. สามารถใช้อุปกรณ์ของ Poisk complex ได้สำเร็จ
การตรวจจับพื้นที่สะสมก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิสูงใต้ตะเข็บถ่านหินและความผิดปกติทางธรณีวิทยา เพื่อให้
มั่นใจได้

Machine Translated by Google

เพื่อเลือกจุดเจาะบ่อเพื่อกำจัดก๊าซอย่างมีประสิทธิภาพ

3. มาตรการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการป้องกันไม่ให้ก๊าซเข้ามาทันทีภายใต้แรงดันสูงคือการตรวจจับก๊าซในข้อ บกพร่องของทุ่งเหมืองอย่างทันท่วงทีและการไล่ก๊าซผ่านบ่อเจาะตลอดจนการตรวจจับก๊าซใกล้กับทุ่งเหมือง

เงินฝาก ใกล้กับทุ่งเหมืองที่มีถ่านหินให้ความร้อนมักมีแหล่งก๊าซอยู่เป็นจำนวนมาก

ความลึกที่เชื่อมต่อกันด้วยรอยเลื่อนกับแหล่งสะสมถ่านหิน จำเป็นต้องมีการพัฒนาตะเข็บถ่านหินที่ระดับความ ลึกประมาณ 500 ม
เปิดแหล่งสะสมก๊าซใกล้เหมืองถ่านหินเพื่อลด
กดดันพวกเขาและทำให้อันตรายจากก๊าซในเหมืองดีขึ้น

รายชื่อวรรณกรรมที่ใช้แล้ว

1. รุดเนฟ เอ.เอ็น. ,คุณหมอเกิล. วิทยาศาสตร์ (Academy of Mining Sciences ofยูเครน) ในประเด็นนี้ การต่อสู้กับมีเทนในเหมืองถ่านหินของยูเครน // ถ่านหินของยูเครน -2009. - ฉบับที่ 1.-น.40-46

2. ปุคลี วี.เอ. การเผาไหม้ของฝุ่นอินทรีย์ในถังกรองโดยคำนึงถึง การเปิดใช้งานเมมเบรนป้องกันการระเบิด – ฟิสิกส์เคมี, RAS, 1997, เล่มที่ 16, ฉบับที่ 11, หน้า 133-139

3. ปุคลี วี.เอ. การศึกษาไฟทุติยภูมิระหว่างการระเบิดของฝุ่นอินทรีย์ – ฟิสิกส์ของการเผาไหม้และการระเบิด RAS, 2000, เล่มที่ 36, ลำดับที่ 3, หน้า 60-64 4. ปุคลี วี.เอ. อุณหพลศาสตร์ บทเพิ่มเติม – เซวาสโทพอล:

สำนักพิมพ์ “สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคนิคกลาง Cherkasy”, 2552. – 523 หน้า
5. Pukhliy V.A., Kovalev N.I., Sofiysky I.Yu. เกี่ยวกับปัญหาจลนพลศาสตร์เคมีในทะเลดำ – ในคอลเลกชัน: ผล งานทางวิทยาศาสตร์
SNUYAEiP, ฉบับที่ 2(38), 2011, หน้า 137-144
6. Pukhliy V.A., Kovalev N.I., Sofiysky I.Yu. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการจุดระเบิดและ การเผาไหม้ได้เองของไฮโดรคาร์บอนใน
จลนพลศาสตร์เคมี – ใน: งานทางวิทยาศาสตร์ของ SNUYAEiP, ฉบับที่ 4(40), 2011, หน้า 153-162 7. ปุคห์ลี วี.เอ., โควาเลฟ เอ็น.ไอ.
กลไกและวิถีทางของกระบวนการเผาไหม้ของไฮโดรคาร์บอนในจลนศาสตร์เคมี – ใน: งานทางวิทยาศาสตร์ของ SNUYAEiP, ฉบับที่ 1(41), 2012, หน้า 144-153

8. โควาเลฟ เอ็น.ไอ., ปุคห์ลี วี.เอ. และอื่นๆ การเรโซแนนซ์แม่เหล็กนิวเคลียร์ ทฤษฎีและ การใช้งาน เซวาสโทพอล, 2010. ช. ทรงเครื่อง-ส. 610. 9. บทสรุปเกี่ยวกับ
วิธีการสำรวจแร่และการสำรวจแร่ธาตุโดยใช้ฮาร์ดแวร์คอมเพล็กซ์ Poisk NMR นาซู 2009. 10. Kovalev N.I., Filippov E.M., Soldatova S.V. “การทดลองและระเบียบวิธี

จัดให้มีวิธีการระยะไกลในการระบุข้อบกพร่องของถ่านหิน
การก่อตัวในทุ่งเหมืองที่เหมืองของ OJSC OUK "Yuzhkuzbassugol"", รายงาน
วิจัย, SNUYaEiP.-Novokuznetsk, 2009, 60 หน้า
11. Belyavsky G.A., Kovalev N.I., Lavrentieva O.N. เทคโนโลยีการประยุกต์ใช้งาน
อุปกรณ์ NMR สำหรับการตรวจจับวัตถุใต้ดินและระยะไกลจากระยะไกล

Machine Translated by Google

ใต้น้ำ. – รายงานการประชุมกู้ภัยนานาชาติครั้งที่ 4 เอ็นทีเอสบี
กระทรวงสถานการณ์ฉุกเฉินของประเทศยูเครน -
Kyiv, 2003, หน้า 32-35 12. Kovalev N.I., Gokh V.A., Soldatova S.V. และอื่น ๆ การใช้คอมเพล็กซ์ทางภูมิศาสตร์
โฮโลกราฟิกระยะไกล "Poisk" ในการตรวจจับและวิเคราะห์การสะสมของไฮโดรคาร์บอน // ธรณีสารสนเทศ - 2552.
- ฉบับที่ 3. - หน้า 83-87.

13. Bakai Z.A., Ivashchenko P.N., Kovalev N.I. วิธีค้นหาเงินฝากที่มีประโยชน์
ฟอสซิล // แพท. 35122 ยูเครน ตั้งแต่วันที่ 26/08/2551 14. แพท. RF เลขที่
227-2305 ลงวันที่ 20 มีนาคม 2549 Ki. Gokh V.A., Akimov A.M., Kova-lev N.I. ผู้สมัครและผู้ถือสิทธิบัตร "วิธี
การสำรวจทรัพยากรแร่" คำขอหมายเลข 2004 132 154 ลงวันที่ 05.11.2004 จดทะเบียน B

ทะเบียนสิ่งประดิษฐ์ของสหพันธรัฐรัสเซีย 20/04/2549 ใช้ได้จนถึง 11/05/2567 15. Kovalev N.I.,
Belyavsky G.A., Filippov E.M., Soldatova S.V. และอื่น ๆ การพิจารณาความผิดปกติของก๊าซธรรมชาติในแหล่ง
เหมืองของเหมือง Erunakovskaya-8: รายงานการวิจัย SNUYAEiP - โนโวคุซเนตสค์ 2553 - 36 น.

16. เทคโนโลยีเคมีรังสีใน 1-25.M, 2522-2532 17. Kovalev N.I., Gokh V.A., Kotelyanets
I.I. เป็นต้น การเลือกจุดเจาะ
บ่อน้ำก๊าซที่มีก๊าซโดยใช้อุปกรณ์ระยะไกลของคอมเพล็กซ์ Poisk บนทุ่งเหมืองของเหมืองถ่านหิน Zasyadko:
รายงานการวิจัย, sh. ซาสยาดโก / SNUYAEiP., GGN. - โดเนตสค์ 2552 - 48 น.

18. Goyal G., Warnatz J., Maas U. การศึกษาเชิงตัวเลขของการจุดระเบิดด้วยความร้อนใน H2-O2
และ CH4 – ส่วนผสมของอากาศ – มหกรรม ครั้งที่ 23 หวี-พิตต์สเบิร์ก, 1990, หน้า 1767-1776.

ตีพิมพ์: รวบรวมบทความของการประชุมทางวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติระหว่างประเทศ “การพัฒนานวัตกรรมของ
วิทยาศาสตร์สมัยใหม่”, Ufa, 2014, หน้า 153-162