

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ гірничий УНІВЕРСИТЕТ»

ПАЩЕНКО Павло Сергійович

УДК [553.94:622.411.332](043.3)

Геологічні чинники формування зон скупчення метану у вуглепородному масиві

Спеціальність 04.00.16 – «Геологія твердих горючих копалин»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата геологічних наук

Дніпропетровськ – 2011

Дисертація є рукописом

Робота виконана в лабораторії дослідження структурних змін гірських порід відділу вугільних родовищ великих глибин Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (м. Дніпропетровськ)

Науковий керівник - доктор геологічних наук, завідувач лабораторії дослідження структурних змін гірських порід Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова (м. Дніпропетровськ) **Баранов Володимир Андрійович.**

Офіційні опоненти:

доктор геологічних наук, професор, професор кафедри геології Державного вищого навчального закладу «Донецький Національний технічний університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Донецьк) **Привалов Віталій Олександрович**

кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент, завідувач кафедри мінералогії та петрографії Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (м. Дніпропетровськ) **Ішков Валерій Валерійович**

Захист відбудеться «22» грудня 2011 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.05 при Державному ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державного ВНЗ «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України за адресою: 49027, м. Дніпропетровськ, пр. К. Маркса, 19

Автореферат розісланий «18» листопада 2011 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої

ради Д 08.080.05, к. г.-м. н., доцент А.Л. Лозовий

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Донецький вугільний басейн є основною енергетичною базою України. Більшість вугільних пластів басейну – газonosні, причому із зростанням глибини робіт вміст метану у виробках збільшується, що прямо або побічно впливає на ритмічну безаварійну роботу шахти в умовах інтенсивного газовиділення, внаслідок дії гірничих робіт на вугільний пласт і масив гірських порід. Підвищення навантаження на очисний забій веде до збільшення метановиділення в гірничі виробки, а це, у свою чергу, вимагає інтенсифікації заходів дегазації шляхом буріння свердловин дегазації, як з гірничих виробок, так і з поверхні. На даний час роботи з дегазації масиву гірських порід на шахтах Донбасу проводяться без урахування геологічних чинників, визначення яких необхідне для виділення ділянок шахтного поля, перспективних на скупчення вуглеводнів в масиві гірських порід. Урахування геологічних чинників дозволить оптимізувати процес дегазації, понизити собівартість цих заходів і вести видобуток метану в промислових масштабах. Це стримується недостатністю науково-обґрунтованих методів прогнозу геологічних чинників, що впливають на формування зон скупчення метану в масиві гірських порід.

У зв'язку з цим, обґрунтування основних геологічних чинників, що впливають на формування зон скупчення метану у вугленосних відкладах, є актуальним науково-практичним завданням для вугледобувної галузі.

Зв'язок з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційна робота виконувалася в ІГТМ НАН України у відділі геології вугільних родовищ великих глибин і лабораторії дослідження структурних змін гірських порід відповідно до координаційного плану з фундаментального напрямку «Фізико-технічні і геологічні основи технологій видобутку шахтного метану». Вона пов'язана з планами найважливіших держбюджетних тем: «Наукові основи гірничо-геологічного прогнозу зон скупчення метану у вуглепородному масиві» (номер держреєстрації 0103U001636) згідно постанови Бюро Відділення механіки НАН України (протокол № 5, § 3, п.1, від 27.11.2002 р.), «Наукові основи прогнозу порушених зон у вугіллі і породах на основі вивчення структурно-мінералогічних перетворень» (номер держреєстрації 0107U001272) згідно постанови Бюро Відділення механіки НАН України (протокол № 4, від 06.07.2006 р.). Крім того, в роботі були використані матеріали, отримані при виконанні НДР: «Розробка і реалізація комплексу сучасних методів і технологій дегазації гірничого масиву на шахті ім. О.Ф. Засядька» (г/т 410), гранту Президента України для обдарованої молоді на 2007 р.: «Розробка методики прогнозування метановості гірничих виробок по геолого-геомеханічних критеріях для підвищення безпеки проведення гірничих робіт» (Свідоцтво №42).

Мета роботи: встановлення літолого-фаціальних та структурних чинників формування зон скупчення метану у вугленосних відкладах.

Ідея роботи полягає у визначенні літолого-фаціальних та структурних особливостей вугленосних відкладів з метою прогнозу зон скупчення метану.

Для реалізації поставленої ідеї вирішувалися наступні **задачі**:

- встановити основні геологічні (літолого-фаціальні та структурні) чинники формування зон скупчення метану;
- розробити методичні основи прогнозування зон скупчення метану в інтервалі гірських порід на основі урахування літолого-фаціальних та структурних чинників у вугленосних відкладах.

Об'єкт дослідження – зони скупчення метану у вугленосних відкладах.

Предмет дослідження – літолого-фаціальні і структурні чинники формування зон скупчення метану у масиві гірських порід.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у дисертації задач були застосовані традиційні методи вивчення наявної геологічної інформації, та нові, розроблені за участю автора такі методи: виділення стрижневих ділянок палеопотоків пісковиків; визначення зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі на шахтах та ділянках розвідки; визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві, комплекс методів математичної статистики.

Наукові положення, що виносяться на захист:

- зонами скупчення метану є усереднені локальні структури, що визначені як комплекс позитивних локальних структур в інтервалі впливу гірничих виробок;
- додатковим фактором скупчення метану є наявність підвищеної природної тріщинуватості в зоні впливу гірничої виробки.

Наукова новизна отриманих результатів:

- виявлено, що усереднені позитивні локальні структури є потенційною зоною скупчення метану у вугленосних відкладах;
- встановлено характер зв'язку та виконано кількісну оцінку між інтенсивністю тріщинуватості та метановістю вугленосних відкладів;
- вперше встановлено та кількісно оцінено вплив літолого-фаціальних та структурних чинників на формування зон скупчення метану;
- на основі дисперсійного аналізу встановлена ступінь впливу окремих геологічних факторів на формування зон скупчення метану.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблено методичні основи виділення зон скупчення вільного метану в стратиграфічному інтервалі на шахтах і ділянках розвідки (отримано патент України № 41696);

- розроблено методичні основи виділення зон тріщинуватості у вугленосних відкладах (отриманий патент України № 34472).

Рекомендації і акти передачі матеріалів науково-дослідної роботи гірничовидобувним підприємствам наведені в додатках у дисертаційній роботі.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених в дисертації, підтверджується необхідним і достатнім обсягом результатів досліджень і фактичних даних, науковим обґрунтуванням методичного підходу до аналізу отриманих результатів, застосуванням статистичних методів при зіставленні параметрів, збігом прогнозних результатів по пробурених свердловинах і за даними гірничих виробок.

Реалізація результатів роботи в промисловості. Практичні результати частини роботи передані у виробничі організації:

1. Акт передачі матеріалів науково-дослідної роботи по г/т 410 «Розробка, і реалізація комплексу сучасних методів і технологій дегазації гірничого масиву на шахті ім. О.Ф. Засядька» частина 3 «Виділити зони скупчення техногенного метану на шахті ім. О.Ф. Засядька і підрахувати ресурси метану в цих зонах». Додаток А.

2. Акт передачі результатів дослідження тріщинуватості інтервалу $h_{10} - K_1$, прогнозування викидів вугілля і скупчень техногенного газу для вуглепородного масиву $h_{11} - I_1$ на шахті ім. М.І. Калініна. Додаток Б.

3. Рекомендації з вдосконалення технології «Газовий горизонт». Газозбірні свердловини на східному і західному корінному штреку горизонту 1235 м на шахті ім. О.Ф.Засядька. Додаток В.

Особистий внесок здобувача. Автором дисертації обґрунтована ідея роботи, сформульована мета і задачі досліджень, наукові положення, що представляються до захисту, висновки і рекомендації; розроблений спосіб визначення зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі порід; розроблений спосіб виділення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві; встановлений якісний зв'язок між метановістю гірничих виробок і структурними чинниками; розроблені методичні основи виділення основних геологічних чинників формування зон скупчення метану, комплексне урахування яких дозволить оптимізувати дегазацію гірничих виробок.

Апробація результатів дослідження.

Результати досліджень обговорювалися на Форумі Гірників 2005 р. в м. Дніпропетровську; 16-ій міжнародній науковій школі ім. академіка С.А. Христіановича «Деформація і руйнування матеріалів з дефектами і динамічні явища в гірських породах і виробках» 2006 р. в м. Алушта; четвертій міжнародній науково-практичній конференції «Метан вугільних родовищ України» 2006 р. в м. Дніпропетровську; четвертій конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» 2006 р. в м. Дніпропетровську; п'ятій конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» 2007 р. в м. Дніпропетровську; п'ятій міжнародній науково-практичній конференції «Метан вугільних родовищ України» 2008 р. в м. Дніпропетровську; сьомій конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» 2009 р. в м. Дніпропетровську, на наукових семінарах відділу геології вугільних родовищ великих глибин в ІГТМ НАН України.

Основні результати проведених досліджень опубліковані в 14 наукових роботах, 5 - без співавторів. Статей в спеціалізованих виданнях – 7, тез доповідей наукових конференцій – 5, патентів України - 2.

Дисертаційна робота викладена на 145 сторінках тексту, складається з вступу, шести розділів та висновку, списку використаних джерел зі 115 найменувань, 29 малюнків, 19 таблиць, 3 додатків.

Автор висловлює глибоку подяку науковому керівнику роботи, доктору геологічних наук В.А. Баранову, вдячний кандидатові геолого-мінералогічних наук К.А. Безручку, вдячний кандидатові геолого-мінералогічних наук Л.Л. Шкуро, а також співробітникам відділу і лабораторії, за консультації і поради при виконанні даної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1. Стан питання

Основою проведених досліджень впливу літолого-фаціальних та структурних чинників на формування зон скупчень метану у вугленосних відкладах, для подальшої їх дегазації, послужили роботи, присвячені викидонебезпечності порід і вугілля, газоносності вугільних пластів і гірських порід, порушеності, авторами яких являються: Г.Д. Лідін, В.В. Лукінов, О.І. Кравцов, В.Ю. Забігайло, В.А. Баранов, В.І. Ніколін, Л.І. Пімоненко, В.М. Нагорний, Ю.М. Нагорний, В.Ф. Приходченко, О.З. Широков, О.О. Куш, В.О. Привалов, В.В. Ходот, В.В. Ішков та інші.

Аналіз розглянутих робіт показав, що на газоносність масиву гірських порід впливає низка геологічних чинників, таких як: ступінь катагенетичних

перетворень, генетичний тип породи, літологічні і тектонічні умови формування ділянки або шахтного поля. Утворення зон скупчень вільного газу часто генетично пов'язане з газовою пасткою. Формування самостійних типів пасток у вугленосних відкладах Донецького басейну спостерігається рідко, частіше зустрічаються комбіновані пастки, утворення яких обумовлене дією різних геологічних чинників при домінуванні окремих з них: структурно-тектонічних, літолого-стратиграфічних, літолого-тектонічних, літолого-гідродинамічних, літолого-структурно-тектонічних та інших. Газова пастка, зазвичай, утворюється в породах - колекторах. В умовах Донбасу найбільш сприятливими колекторами є пісковики. Значна кількість робіт з вивчення пористості, проникності, прогнозу викиднебезпечності і порушеності вугілля і порід, послужили основою для дослідження і розробки методичних основ і способів прогнозування зон скупчення метану. Дослідники наголошують - тріщинуватість вугленосних відкладів, сприяє акумулюванню метану в певних інтервалах, а також фіксують збільшення її з глибиною, але даний вид колектора залишається недостатньо вивченим. Комплексне вивчення впливу літолого-фаціальних та структурних чинників на формування зон скупчення метану у вугленосних відкладах для подальшої їх дегазації раніше для шахт виконувалось не достатньо.

На підставі проведеного аналізу літературних джерел сформульовані ідея, мета роботи, а також задачі для її вирішення.

Розділ 2. Методи і об'єми дослідження

Основу методики досліджень складає аналіз і узагальнення результатів гірничо-геологічних даних на площі Донецько-Макіївського геолого-промислового району.

Об'єктом вивчення є процес формування зон скупчення метану під дією літолого-фаціальних та структурних чинників у вугленосних відкладах Донбасу. Для виконання поставлених задач були розроблені методичні основи прогнозування зон скупчення метану в інтервалі гірських порід на основі урахування усереднених локальних структур та тріщинуватості масиву гірських порід.

Для вирішення сформульованого завдання з виділення структурних чинників застосовувався математичний метод обробки інформації - тренд-аналіз, за допомогою якого були побудовані карти усереднених локальних структур. Основою для побудови служить гіпсометрична карта чи план гірничих робіт. На обрану основу наноситься умовна координатна сітка, з координатами X та Y. Вісь X повинна співпадати з лінією загального простягання пласта або бути максимально наближеною до неї. Осі X і Y оцифровуються довільно. По кожній

свердловині в таблицю заносяться значення координат X_i , Y_i і фактичної, абсолютної глибини залягання підосви маркуючого горизонту $Z_{i\phi}$. За апроксимуючу поверхню приймається площина найбільшого наближення до маркуючого горизонту. По кожній свердловині розраховується значення абсолютної позначки залягання підосви маркуючого горизонту Z_{yri} за формулою:

$$Z_{yri} = Y_i \cdot \operatorname{tg} \alpha + Z_0, \text{ м (1)}$$

де Y_i - координати i - ї свердловини по осі Y (відповідно до масштабу), м;

$\operatorname{tg} \alpha$ - тангенс кута нахилу апроксимуючої поверхні;

Z_0 - абсолютна відмітка залягання апроксимуючої поверхні по осі X , м.

Тангенс кута нахилу апроксимуючої поверхні розраховується за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = (Z_{\max} - Z_0) / Y_{\max} \text{ (2)}$$

де Z_{\max} - абсолютна відмітка залягання пласта в максимально віддаленій по осі Y свердловини, м;

Y_{\max} - координата максимально віддаленій по осі Y свердловини, м.

Значення $Z_{i\phi}$, Z_{yri} заносяться в таблицю. Для кожної апроксимуючої поверхні використовується розрахунковий $\operatorname{tg} \alpha$. Для кожної свердловини розраховується значення відхилення реальної поверхні підосви маркуючого горизонту (ΔZ), в метрах, від апроксимуючої поверхні, за формулою:

$$\Delta Z = Z_{i\phi} - Z_{yri}, \text{ м (3)}$$

Такі розрахунки проводяться для всіх обраних в інтервалі маркуючих горизонтів, дані заносяться в таблицю. Для кожної свердловини розраховується середня складова локальної структури для інтервалу за формулою:

$$\Delta Z_{\text{ісрел}} = (\Delta Z_{i1} + \Delta Z_{i2} + \Delta Z_{i3} + \dots + \Delta Z_{in}) / n, \text{ м (4)}$$

де ΔZ_{in} - локальна складова структури обраного маркуючого горизонту, м;

n - кількість вибраних маркуючих горизонтів.

За значеннями $\Delta Z_{\text{ісрел}}$, методом інтерполяції, будується карта усереднених локальних структур. Перетин ізоліній усереднених локальних структур вибирається довільно, до досягнення наочності (звичайно 5, 10 або 20 м). На дану розробку отримано патент України № 41696 від 10.06.2009 бюл. № 11 «Спосіб визначення зон скупчення метану у стратиграфічному інтервалі на шахтах та ділянках розвідки».

Методичні основи визначення тріщинуватості дозволяють виділити тріщинуваті зони над вугільним пластом, який відпрацьовується, у вибраному інтервалі. Для вибору зазначеного інтервалу рекомендується відстань у межах 300 м в покрівлі робочого пласта, між вибраними маркуваними горизонтами. По каротажних діаграмах або з геологічних розрізів свердловин визначають ділянки тріщинуватих порід (h_i). До геологічних показників належить:

- 1) Знижений вихід керну (вказує на слабку щільність гірських порід), що спостерігається в тріщинуватих зонах.
- 2) Сліди тектонічної активності в керні (борозни, штрихи, дзеркала ковзання, «шрами», перем'ятість і тріщинуватість, різка зміна кутів падіння).
- 3) Кускуватість порід, котра пов'язана з тріщинуватістю.

До геофізичних показників відносяться:

- 1) На кривих ГГК дефекти щільності, які чітко фіксуються у вигляді позитивних аномалій.
- 2) На кривих кавернометрії (КМ) порушені зони (дефекти щільності) відбиваються у вигляді позитивних аномалій у зв'язку зі збільшенням діаметра свердловин.
- 3) На кривих уявного опору (КСГЗ, КСПЗ) дефекти щільності виділяються як негативні аномалії.
- 4). На кривих акустичного каротажу (АК) в зонах дефектів щільності виділяються позитивні аномалії.

Далі проводиться розрахунок значення коефіцієнту тріщинуватості ($K_{\text{тріщ}}$) по кожній свердловині на досліджуваній площі, за формулою:

де Σh_i - сумарний тріщинуватий інтервал, м;

H_i - обраний інтервал між маркуючими горизонтами, м.

За значеннями $K_{\text{тріщ}}$ методом інтерполяції будується карта зон тріщинуватості на досліджуваній ділянці. Виділення зон тріщинуватості проводиться за аналогією з методикою визначення стрижневих ділянок палеопотоків, яка викладена в «Посібнику щодо використання методу локального прогнозу викиднебезпечності гірничих порід за геолого-геофізичними даними» (1990 р. Дніпропетровськ-Макіївка-Донецьк). Виділення зон тріщинуватості визначається наступним чином. Для шахтного поля чи досліджуваної площі, розраховується середньоарифметичне значення показника $K_{\text{тріщ}}$. Ділянки, обмежені ізолініями вище $K_{\text{тріщ.ср.}}$ характеризують стан зон підвищеної тріщинуватості, а значення менше середнього, характеризують ділянки пониженої тріщинуватості, на якісному рівні.

На дану розробку отримано патент України № 34472 від 11.08.2008. Бюл. № 15 «Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві».

Розроблені методичні основи таких чинників, як усереднені локальні структури і тріщинуватість, в поєднанні з методом виділення палеопотоків стрижневих ділянок пісковиків (І.М. Подрезенко, 1987), дозволяє деталізувати об'єкт дослідження, охарактеризувати літолого-фаціальні та структурні чинники вугленосного масиву, що в комплексі дозволяє визначати найбільш сприятливі зони скупчення метану.

Дослідження проводилися для стратиграфічного інтервалу величиною до 300 м над відпрацьованими пластами досліджуваних ділянок шахтних полів. Цей інтервал вибирався виходячи з того, що основна кількість метану при відпрацьованні вугільного пласта виділяється з покрівлі, а за результатами емпіричних досліджень геомеханіків (М.А. Іофіса, А.І. Шмельова і ін. 1985 р.) процеси розущільнення порід після підробки сягають 200 – 300 м, залежно від літологічного складу порід. Крім того, на передових шахтах Донбасу застосовується обладнання, що дозволяє бурити свердловини з гірничих виробок до 300 м. З указаних причин, для повного аналізу впливу геологічних чинників на виділення метану в гірничі виробки і, виходячи з аналізу геомеханічних умов вугленосних відкладів, був обраний інтервал до 300 м.

Для обробки і систематизації отриманих результатів, встановлення зв'язку між геологічними чинниками застосовувалися загальноживані методи математичної статистики і обробки результатів дослідження на ПК з

використанням програмного забезпечення Excel, Surfer, STATISTICA 6.0. Були проаналізовані дані понад 500 свердловин, побудовано більше 30 карт, геологічних розрізів, схем і інших допоміжних матеріалів, що в сукупності допомогло отримати представлені тут результати.

Розділ 3. Гірничо-геологічна характеристика шахтних полів

Дослідження проводилися на двох шахтах розташованих в Донецько-Макіївському геолого-промисловому районі Донбасу.

Шахта ім. О.Ф. Засядька. Шахта відноситься до надкатегорійної з газу, небезпечна з пилу і раптових викидів вугілля і порід. Розробляються пласти k_8 , l_1 , l_4 , m_3 , світи C_2^5 , C_2^6 , C_2^7 . Глибина розробки пластів складає в даний час 650 – 1400 м. Пласт m_3 , що розробляється, залягає під кутом 7 – 15°, потужність пласта 1,4 – 2,2 м, вугілля марки К. Вміст золи у вугіллі в середньому 4,8 %, сірки – 2,3 %. Пласт l_4 , що розробляється, залягає під кутом 9 - 13°, потужність пласта 0,8 – 1,2 м, вугілля марки Ж.

Вміст супутніх порід у вищезалягаючих відкладах у відсотковому відношенні складає: пісковиків – 24 %, аргілітів і алевролітів 73 %, вапняків – 2 %. Кількість вищезалягаючих вугільних пластів і прошарків складає 25, при загальній потужності 14,6 м. Основні порушення на полі шахти – Григор'ївський насув (амплітуда 7 – 73 м), Ветківські насиви №1 і №2 з амплітудою 20 - 55 м, Софіївський насув (амплітуда 13 – 14 м).

Газоносність вугільних пластів знаходиться в межах від 19 до 23 м³/т. Тиск газу у вміщуючих породах 4 – 10 МПа. Пористість пісковиків, в середньому, складає 5 – 11 %, а проникність 0,02 – 0,03 мД. Середні ресурси метану у вугільних пластах 3,9 млрд. м³, в пластах – супутниках 0,8 млрд. м³, в пісковиках – 12,9 млрд. м³.

На шахті застосовується система розробки - довгі стовпи по простяганню. Управління покрівлею – повне обвалення.

Шахта ім. М.І. Калініна. Шахта відноситься до надкатегорійної з газу, небезпечна з пилу і раптових викидів вугілля. Розробляється пласт h_{10} , світи C_2^3 . Глибина розробки даного пласта складає в цей час 1250 – 1300 м. Пласт h_{10} залягає під кутом 20°, потужність пласта 1,3 м, вугілля - марки К, ПС, П. В середньому, для шахтного поля, вихід летких речовин у вугіллі складає 18 – 26 %. Покрівля пласта представлена аргілітами, підошва – алевролітами. Основні порушення на полі шахти: Калінінський насув (амплітуда 250 – 270 м), Французький насув (500 – 580 м), Центральний і «Д» насиви (5 – 15 м), Мушкетівський насув (150 м). На шахті застосовується суцільна система

розробки. Управління покрівлею – повне обвалення. Газоносність вугільного пласта змінюється від 14 до 27 м³/т. Вміст супутніх порід у вищезалягаючих відкладах: пісковиків – 20 %, аргілітів і алевролітів – 77 %, вапняків – 0,5 %. Вище вугільного пласта h₁₀ знаходяться 10-ть вугільних пластів і прошарків, загальна потужність яких складає 6,5 м. Тиск газу у вміщуючих породах 3 – 10 МПа. Пористість пісковиків, в середньому, складає 3 – 5 %, а проникність 0,01 – 0,02 мД. Середні ресурси метану у вугільних пластах 0,7 млрд. м³, в пластах – супутниках 1,1 млрд. м³, в пісковиках – 1,8 млрд. м³.

Вказані шахти було обрано за принципом зіставлення, оскільки вони знаходяться в одному Донецько-Макіївському геолого-промисловому районі, але в різних геологічних умовах. Вміщуючи породи шахти ім. О.Ф.Засядка знаходяться на стадії середнього катагенезу. На цій шахті пісковики викидодобезпечні, газоносні і відрізняються від пісковиків шахти ім. М.І. Калініна, де пісковики пізньої стадії катагенезу – викидодобезпечні, з низькими значеннями газоносності, пористості. Вугілля на шахтах теж відрізняється ступенем вуглефікації, хоч кути падіння та газоносність їх приблизно схожі.

Розділ 4. Аналіз усереднених локальних структур

На підставі аналізу літератури і проведених досліджень був розроблений спосіб виділення зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі. Використовуючи даний метод, можна в плані простежити зміну вторинної складчастості, що дозволяє виділити позитивні усереднені локальні структури в досліджуваному стратиграфічному інтервалі, як найбільш сприятливі зони скупчення метану, за інших рівних умов.

В процесі досліджень встановлений зв'язок позитивних усереднених локальних структур з газопроявами із розвідувальних свердловин, на якісному рівні (рис. 1). Були виконані зіставлення зміни значень усереднених локальних структур з метановістю гірничих виробок. Розрахунки коефіцієнту кореляції між вищезгаданими параметрами в досліджуваних лавах для поля шахти ім. О.Ф. Засядка склали від 0,60 до 0,95, при надійності коефіцієнтів кореляції (μ) від 2,67 до 27,5; значення коефіцієнту кореляції для поля шахти ім. М.І. Калініна склали від 0,78 до 0,79, при надійності коефіцієнтів кореляції (μ) від 7,18 до 7,50. Слід зазначити, що при $\mu \geq 2,60$ згідно теореми Ляпунова зв'язок між ознаками вважається надійним.

Рис. 1. Карта позитивної локальної структури і газопроявів із свердловин в східній частині шахти ім. О.Ф. Засядька пласта m_3 : 1 – ізогіпси підповерхні вугільного пласта; 2 – ізолінії різниці відхилення реальної поверхні підповерхні маркуючого горизонту від апроксимуючої поверхні; 3 – свердловина; 4 – свердловина з газовиділенням.

На підставі виконаних розрахунків, побудові усереднених локальних структур і приведеного вище аналізу, був зроблений висновок, що антиклінальні підняття щодо апроксимуючої площини маркуючого горизонту, є одними з найбільш суттєвих умов формування скупчень метану і подальшого його прогнозування для умов Донбасу. Отже, будь-яке підняття щодо середніх значень глибини, може бути потенційно газоносним в осадочній товщі взагалі і в пісковиках Донбасу, зокрема.

Розділ 5. Результати дослідження тріщинуватості у вугленосних відкладах

Тріщинуватість є одним з головних колекторських параметрів, тому її прояви вивчалися на декількох шахтах. На підставі проведених досліджень розроблений спосіб прогнозу зон тріщинуватості порід у вугленосних відкладах. Розроблений метод дозволяє виділити і простежити зміну цих зон в плані по ступеню зміни тріщинуватих порід, для подальшого виділення в досліджуваному стратиграфічному інтервалі найбільш сприятливих зон скупчення метану.

Використання даного методу дозволило виділити зони тріщинуватості на двох об'єктах дослідження (шахти ім. О.Ф. Засядька та ім. М.І. Калініна). Виконаний аналіз і зіставлення даних дозволили встановити на якісному рівні збільшення кількості газопроявів із розвідувальних свердловин (рис. 2) і збільшення кількості викидів вугілля на досліджуваних площах при підвищенні безрозмірного коефіцієнту тріщинуватості.

Рис. 2. Карта зон тріщинуватості та газовиділення із свердловин в східній частині шахти ім. О.Ф. Засядька пласта m_3 : 1 – ізогіпси підповерхні вугільного пласта; 2 – ізолінії коефіцієнта тріщинуватості; 3 – свердловина; 4 – свердловина з газовиділенням; 5 – зони підвищеної природної тріщинуватості.

Виділені зони тріщинуватості в західній частині шахти ім. О.Ф. Засядька, підтверджуються експериментальними даними акустичного сигналу шахтного поля, значення якого при відпрацюванні вугільного пласта вниз по падінню збільшувалися. За літературними даними відомо, що збільшення акустичного сигналу свідчить про наявність більш тріщинуватих порід. Даний факт підтверджений проведеними дослідженнями. Крім цього, були виконані зіставлення зміни середньої метановості гірничих виробок і середнього значення коефіцієнту тріщинуватості у досліджуваних лавах на прикладі шахти ім. О.Ф. Засядька. Значення коефіцієнту кореляції між даними показниками склало $r=0,73$, при надійності коефіцієнта кореляції $\mu = 5,10$.

Таким чином, виділена тріщинувата зона в стратиграфічному інтервалі гірських порід, є одним з основних видів колектора, за наявності в ній газу, і впливає на метановість гірничих виробок при відпрацюванні вугільного пласта.

Розділ 6. Методичні основи виділення геологічних чинників, що впливають на формування зон скупчення метану

На підставі проведених досліджень і аналізу літератури виділені основні геологічні чинники, які найповніше відображають умови скупчення метану у вугленосних відкладах. Методичні основи виділення найбільш інформативних геологічних чинників полягають в наступному.

1. Об'єкти дослідження вибрані в різних гірничо-геологічних умовах, розташовані в зонах поширення відкладів середньої і пізньої стадій катагенезу.
2. Для обраних об'єктів дослідження були побудовані карти, які відображають основні геологічні чинники для прогнозування зон скупчення метану: усереднені локальні структури, палеопотоки, тріщинуватість (рис. 3), а також вони були співставлені та проаналізовані з картами: газоекрануючих інтервалів, ізопахіт, вугленосності.
3. На підставі аналізу побудованих карт і аналізу геологічної інформації об'єктів дослідження, були виділені найбільш ефективні геологічні чинники, що впливають на скупчення газу метану в умовах середнього і пізнього катагенезу на відпрацьованих і невідпрацьованих ділянках.

Для прогнозу зон скупчення метану які знаходяться у відкладах середнього катагенезу на невідпрацьованих ділянках шахтних полів найбільш інформативними є наступні геологічні чинники відображені у картах: палеопотоків, усереднених локальних структур, ізопахіт, зон тріщинуватості.

Для відпрацьованих частин шахтного поля важливі наступні геологічні чинники відображені у картах: палеопотоків, усереднених локальних структур, ізопахіт, газоекранах, зон тріщинуватості.

Для прогнозу зон скупчення метану, які знаходяться у відкладах пізнього катагенезу на невідпрацьованих ділянках шахтних полів найбільш інформативними є геологічні чинники, що полягають в побудові карт усереднених локальних структур, вугленосності, зон тріщинуватості.

Для відпрацьованих частин шахтного поля важливі такі геологічні чинники відображені у вигляді карт: усереднених локальних структур, газоекранів, вугленосності і карти тріщинуватості, якщо вона присутня в досліджуваному інтервалі.

Ступінь ефективності використання виділених основних геологічних чинників для визначення зон скупчення метану на полі шахти ім. О.Ф. Засядька визначається наступними емпіричними результатами:

- на основі виконаного дисперсійного багатофакторного аналізу визначений ступінь впливу кожного чинника, відповідно: усереднені локальні структури - 35 %, палеопотоки – 39 %, тріщинуватість - 26 %;
- 14-ма поверхневими дегазаційними свердловинами (згідно з даними шахти) вилучено близько 21 млн. м³ метану, на прогнозованих площах;

Рис.3 Прогнозна карта зон скупчення метану західної частини шахтного поля шахти ім. О.Ф. Засядька в покрівлі пласта m₃: 1 – ізогіпси підосви вугільного пласта; 2 – ізолінії коефіцієнта тріщинуватості; 3 – ізолінії різниці відхилення реальної поверхні підосви маркуючого горизонту від апроксимуючої поверхні; 4 – ізолінії відносної потужності пісковиків; 5 – свердловина; 6 – прогнозні зони скупчення метану; 7 – розривні порушення.

- підземними дегазаційними свердловинами, закладеними в прогнозних зонах, з періоду 15.01.2004 по 01.09.2004, при проведенні виробки «газового горизонту» вилучено до 6 млн. м³ метану, що, у свою чергу, дозволило понизити метановість 16-ої західної лави пласта m₃ на 58,9 %.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішено актуальне науково-прикладне завдання виділення основних геологічних чинників, що впливають на формування зон скупчення метану у вуглепородному масиві, як на відпрацьованих, так і невідпрацьованих ділянках шахтних полів, що має важливе значення в гірничій галузі при плануванні робіт з дегазації і можливого видобутку метану.

Проведені дослідження при виконанні даної роботи дозволили отримати наступні наукові і практичні результати:

1. Аналіз стану проблеми прогнозу зон скупчення метану у вугленосних відкладах свідчить про те, що в теорії і практиці не повністю розкриті особливості виділення цих зон в стратиграфічному інтервалі порід, урахування яких дозволить ефективніше виконувати заходи дегазації.
2. Представлений в роботі механізм прогнозування зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі гірських порід дозволяє оцінити параметри зони, як за площею, так і в розрізі.

Розроблені методичні основи побудови карт усереднених локальних структур.

Встановлено, що усереднені локальні структури є структурним типом пасток, і можуть використовуватися для прогнозу зон скупчення метану у вугленосних відкладах в умовах Донбасу (на пологому заляганні), за інших рівних умов.

Визначений емпіричний зв'язок газопроявів з поверхневих свердловин з виділеними позитивними усередненими локальними структурами.

Встановлений тісний кореляційний зв'язок між значеннями перевищення усереднених локальних структур і метановістю гірничих виробок для шахти ім. О.Ф. Засядька, яке змінюється в межах від 0,60 до 0,95, в досліджуваних лавах, при надійності коефіцієнту кореляції відповідно від 2,67 до 27,65; для шахти ім. М.І. Калініна змінюється в межах від 0,78 до 0,79, в досліджуваних лавах, при надійності коефіцієнту кореляції відповідно від 7,18 до 7,50.

3. Розроблений «Спосіб визначення зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі на шахтах та ділянках розвідки», на який отриманий патент України № 41696 від 10.06.2009 бюл. №11.

4. На основі проведених досліджень встановлені закономірності тріщинуватості порід в стратиграфічному інтервалі. Розроблений коефіцієнт тріщинуватості ($K_{трищ}$) для досліджуваного інтервалу гірських порід, який дорівнює відношенню сумарного значення тріщинуватих порід (Σh_i) до досліджуваного стратиграфічного інтервалу (H_i) між маркуючими горизонтами.

Встановлено прямий кореляційний зв'язок між метановістю гірничих виробок і значенням коефіцієнту тріщинуватості (коефіцієнт кореляції для умов поля шахти ім. О.Ф. Засядька склав 0,73).

Визначений зв'язок, на якісному рівні, між проявами викидів вугілля і зміною коефіцієнту тріщинуватості для поля шахти ім. М.І. Калініна.

Емпіричним шляхом встановлено, що виділені зони підвищеної тріщинуватості стратиграфічного інтервалу, за інших рівних умов виступають колекторами вільного газу і повинні враховуватися для прогнозу зон скупчення метану і подальшої дегазації.

5. Розроблений «Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві», на який отриманий патент України № 34472 від 11.08.2008.

6. На базі теоретичних досліджень і зіставлень з фактичними даними встановлені основні геологічні чинники, що впливають на формування зон скупчення метану на відпрацьованих і невідпрацьованих ділянках шахтного поля, комплексне урахування яких дозволить оптимізувати дегазацію гірничих виробок.

7. На основі виконаного дисперсійного багатофакторного аналізу визначений ступінь впливу літолого-фаціальних та структурних чинників на формування зон скупчення метану: усереднені локальні структури – 35 %, палеопотоки – 39 %, тріщинуватість – 26 %.

8. Ступінь ефективності використання виділених основних геологічних чинників для визначення зон скупчення метану на полі шахти ім. О.Ф. Засядька визначається наступними емпіричним результатами:

- з 14-и поверхневих дегазаційних свердловин (згідно з даними шахти) вилучено близько 21 млн. м³ метану, на прогнозованих площах;

- підземними дегазаційними свердловинами, закладеними в прогнозних зонах, з періоду 15.01.2004 по 01.09.2004, при проведенні виробки «газового горизонту» вилучено більше 6 млн. м³ метану, що у свою чергу дозволило понизити метановість 16-ої західної лави пласта m³ на 58,9 %.

9. Результати проведених досліджень у вигляді карт, схем, розрізів і «Рекомендацій...» передані фахівцям гірничовидобувних підприємств, що відображено в Додатках А, Б, В дисертаційної роботи.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Пашенко П.С. Геологическое время, как естественный катализатор катагенетического преобразования угольного вещества / В.В. Лукинов, Д.А. Суворов, П.С. Пашенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. - № 55. – С. 16 – 29.
2. Пашенко П.С. Выделение нарушенности подработанного горного массива по величине акустического сигнала. / В.А. Баранов, П.С. Пашенко, Б.В. Бокий [и др.]. // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. - № 56. – С. 16 – 22.
3. Пашенко П.С. Влияние геологических факторов на газообильность горных выработок. / В.В. Лукинов, В.А. Баранов, П.С. Пашенко [и др.]. // Науковий вісник. НГУ, - Дніпропетровськ, 2005. - №6, С. 76 - 79.
4. Пашенко П.С. Анализ возможности прогнозной оценки газообильности выработок с учетом геологических данных / П.С. Пашенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. - № 67. – С. 251-260.
5. Пашенко П.С. Геологические факторы образования зон скопления метана на примере шахт Донецко-Макеевского района / П.С. Пашенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. - № 80. – С. 345 - 350.
6. Пашенко П.С. Методика прогнозирования газообильности горных выработок по геолого-геомеханическим критериям / П.С. Пашенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2009. - № 82. – С. 36 - 45.
- 7 Пашенко П.С. Методика выделения зон скопления метана в стратиграфическом интервале горных пород / П.С. Пашенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. - № 85. – С. 168 – 175.
8. Патент України № 34472 E21F 7/00. Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві / В.А. Баранов, П.С. Пашенко (Україна). От 11.08.2008. Бюл. № 15.
9. Патент України № 41696 E21F 7/00 G01V 9/00. Спосіб визначення зон скупчення метану у стратиграфічному інтервалі на шахтах та ділянках розвідки. / А.Ф. Булат, В.В. Лукинов, П.С. Пашенко [та інші]. (Україна) От 10.06.2009. Бюл. № 11.
10. Изучение процессов восстановления дисперсных оксидов металлов шахтным газом / А.Т. Колодяжный, Л.А. Фролова, П.С. Пашенко [и др.]. // Матер. 1-той Межд. науч.-техн. конференции студентов и аспирантов. –

Днепропетровск: Украинский государственный химико-технологический университет, 2003. - С. 39 – 40.

11. Прогнозирование нарушенности подработанного массива и зон скопления метана акустическим методом / В.А. Баранов, П.С. Пащенко, Б.В. Бокий [и др.]. // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2005». – Д.: Національний гірничий університет, 2005. - Т1. – С. 62 – 65.

12. Взаимосвязь деформаций и каталитических свойств горных пород в процессе образования метана / П.С. Пащенко, Д.А. Суворов, О.А. Жорушкина [и др.]. // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: матер. 16-той Межд. науч. школы им. академика С.А. Христиановича. - Алушта, 2006. - С. 218 – 222.

13. Пащенко П.С. Анализ геологических и геомеханических факторов, влияющих на газообильность горных выработок / П.С. Пащенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. - № 65. – С. 142-148.

14. Пащенко П.С. Влияние геологических и геомеханических факторов на развитие деформаций в углепородном массиве / П.С. Пащенко, А.А. Тихонов, О.А. Жорушкина // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2007. - № 72. – С. 89-95.

Особистий внесок здобувача в роботах 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14 - здобувачем виконані розрахунки, побудови графіків, визначені основні параметри досліджуваних чинників.

Анотація

Пащенко П.С. Геологічні чинники формування зон скупчення метану у вуглепородному масиві. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.16 – «Геологія твердих горючих копалин». Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, 2011.

Дисертація присвячена питанням формування і визначення потенційних зон скупчення метану у вугленосних відкладах на основі встановлених літолого-

фаціальних та структурних чинників. На підставі аналізу проведених досліджень розроблений комплекс застосування геологічних чинників для прогнозування зон скупчення метану в породах середнього і пізнього катагенезу на відпрацьованих і не відпрацьованих ділянках.

Визначений вплив основних геологічних чинників (усереднених локальних структур, палеопотоків, тріщинуватості вугленосного масиву) на формування зон скупчення метану для їх подальшої дегазації як підземними, так і поверхневими свердловинами. Доведено, що із збільшенням показників геологічних чинників збільшується і метановість гірничих виробок.

Обґрунтований і розроблений комплексний підхід до виділення потенційних зон скупчення метану в стратиграфічному інтервалі гірських порід, який показав високий збіг розрахункових і фактичних даних. На основі отриманих наукових результатів запропонований комплексний підхід до прогнозування зон скупчення метану з урахуванням геологічних чинників для попередньої і подальшої дегазації, для підвищення безпеки робіт гірників.

Ключові слова: Донбас, локальні структури, тріщинуватість, зони, палеопотоки, метан, прогноз.

Аннотація

Пащенко П.С. Геологические факторы формирования зон скопления метана в угленосном массиве. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.16 – «Геология твердых горючих ископаемых». Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, 2011.

Диссертация посвящена вопросам формирования потенциальных зон скопления метана и определения их в угленосных отложениях Донбасса на примере шахт Донецко-Макеевского геолого-промышленного района. На основании комплекса методов исследований решена актуальная научно-практическая задача: обоснование основных геологических факторов, комплексный учет которых позволит прогнозировать зоны скопления метана для последующей дегазации и промышленного использования метана.

В качестве исследовательских полигонов выбраны шахты им. А.Ф. Засядько и им. М.И. Калинина, расположенные в одном районе, но добывающие угли на разных стратиграфических уровнях. На шахте им. А.Ф. Засядько добывают угли в отложениях среднего катагенеза, с существенной газоносностью пород, их выбросоопасностью, а на шахте им. М.И. Калинина – в отложениях позднего катагенеза, с низкими коллекторскими свойствами песчаников и отсутствием их выбросоопасности.

В результате исследований выделено три основных геологических фактора (усредненные локальные структуры, палеопотоки, трещиноватость углепородного массива) и определено их влияния на формирование зон скопления свободного метана для их последующей дегазации как подземными так и поверхностными скважинами. Доказано, что с увеличением значений указанных геологических факторов возрастает и газообильность горных выработок.

Разработанные методические основы таких факторов, как усредненные локальные структуры и трещиноватость, в сочетании с разработанным ранее в ИГТМ НАН Украины методом выделения палеопотоков стрессовых участков песчаников, позволяют детализировать объект исследования, охарактеризовать литолого-фациальные и структурные факторы углепородного массива и, в комплексе, определять наиболее благоприятные зоны скопления метана.

Разработанный и обоснованный комплексный подход к выделению потенциальных зон скопления метана в стратиграфическом интервале горных пород, показал высокую сходимость расчетных и фактических данных. Установлено влияние выделенных основных геологических факторов на формирование зон скопления метана в угленосных отложениях, соответственно: усредненные локальные структуры – 35 %, палеопотоки – 39 %, трещиноватость – 26 %. На основании полученных результатов предложен комплексный подход к прогнозной оценке зон скопления метана для предварительной и последующей дегазации, и повышения безопасности работ горняков.

Ключевые слова: Донбасс, локальные структуры, трещиноватость, зоны, палеопотоки, метан, прогноз.

SUMMARY

Paschenko P.S. The geological factors of forming of zone of accumulation of methane in a coal-bearing array. - Manuscript.

Dissertation on the competition of a scientific degree of candidate of geological sciences on speciality 04.00.16 - «The geology of solid fuels». State Higher Education Institution «National Mining University», Dnepropetrovsk, 2011.

The dissertation is devoted the questions of forming and determination of potential zone of accumulation of methane in a coal-bearing array on the basis of the set geological factors. On the basis of analysis of the conducted researches the chart of application of complex of geological factors is developed for prognostication of zone of accumulation of methane in the rock of middle and late katagenesis on exhaust and not exhaust areas.

Influence of basic geological factors (local structures, paleostream, jointing of coal-bearing array) is certain on forming of zone of accumulation of methane for their to the subsequent degassing as, by underground so superficial mining holes. It is well-proven that with the increase of indexes of geological factors underground gasafications of the mining making is increased.

Grounded and developed complex going near a selection potentially of areas of accumulation of methane in the stratum interval of mining rock, which rotined high congeniality of calculation and actual information. On the basis of the received scientific results the complex going is offered near the prognosis estimation of zone of accumulation of methane taking into account geological factors for preliminary both subsequent degassing and increase of safety of works of miners.

Keywords: Donbass, local structures, jointing, areas, paleostream, methane, prognosis.