

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПО ВЫХОДУ КЕРНА В МАССИВЕ
ГОРНЫХ ПОРОД****¹Пащенко П.С.**¹*Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины***ВИДІЛЕННЯ ЗОН ТРІЩИНУВАТОСТІ ПО ВИХОДУ КЕРНА В МАСИВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД****¹Пащенко П.С.**¹*Институт геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України***IDENTIFICATION OF FRACTURE ZONES AT THE DRILL SAMPLE RECOVERY IN THE
ROCK MASS****¹Pashchenko P.S.**¹*Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of NAS of Ukraine*

Аннотация. Статья направлена на разработку нового метода выделения зон трещиноватостей в углепородном массиве. Главной задачей исследования является определение зон трещиноватости для исследуемого участка шахтного поля и дать их характеристику, поскольку нарушенность углепородного массива является одной из составляющих, которая приводит к выбросам угля, пород и газа, взрывам, самовозгоранию и др.

Метод основан на сборе и обработке информации по геологическим разрезам для исследуемого участка шахтного поля. Выделение зон трещиноватости производится по выходу керна. Для выбранного стратиграфического интервала производится расчет безразмерного коэффициента трещиноватости для каждой скважины, на основании которых методом интерполяции строится прогнозная карта трещиноватости исследуемого участка.

В статье предложен новый метод выделения зон трещиноватости в углепородном массиве, который сравнивался с ранее апробированным. Методика проработана на фактических данных шахты им. А.Ф. Засядько. Приведенные данные исследований показали высокую сходимость результатов, 70 % скважин с выделением метана при бурении попадают в выделенные трещиноватые зоны. Применение метода позволит оперативно и с определенной долей вероятности прогнозировать зоны трещиноватости в углепородном массиве при прочих равных условиях. Использование данного метода позволит прогнозировать зоны трещиноватости, которые могут быть связаны с выделением метана в горные выработки, самовозгоранием и рядом других явлений, что в свою очередь может негативно влиять на повышение газообильности горных выработок, проявления выбросов пород и угля при отработке угольного пласта. Таким образом, применение данной методики позволит повысить безопасность работ, а также более достоверно прогнозировать нарушенные зоны.

Ключевые слова: трещиноватость, скважина, горный массив, интервал, газовыделения.

Ведение. Наиболее сложными процессами и явлениями в угольной промышленности являются взрывы газа, выбросы угля, пород и газа, самовозгорание. Данные явления и процессы влекут за собой большой ущерб для угольной промышленности, который выражается не только в денежном эквиваленте, но и в безопасности горняков. Следует отметить, что с увеличением глубины разработки пластов угля, существующие методы требуют доработки или разработки новых, более эффективных методов, способов для прогнозирования выше перечисленных процессов и явлений, что позволит в свою очередь повысить уровень безопасности, а также производительность, что в итоге скажется на стоимости конечного продукта.

Нарушенность углепородного массива является одной из составляющих, которая приводит к выбросам угля, пород и газа, взрывам, самовозгоранию и др. [1]. Анализ литературных источников [2-6, 9] показал, что при рассмотрении образования нарушенности углей и пород в горном массиве авторами предлагаются различные теоретические и практические выводы об их формировании. Таким образом, многие исследователи приходят к одному выводу, что с увеличением глубины плотность нарушенности массива возрастает.

Рассматривая выбросы пород, исследователи относят их к определенным локальным зонам [7], характеризующимся следующими параметрами: повышенными напряжениями, повышенным содержанием газа в породах, физико-механическими свойствами пород. Логично предположить и повышенную трещиноватость этих зон, но подобные исследования проводились недостаточно.

Трещиноватость — это совокупность в горной породе трещин различного происхождения и разных размеров. Различают следующие типы трещин: тектонические, трещины отдельности, выветривания, отслаивания, напластования и смещения. Трещиноватость ухудшает процессы бурения, увеличивает поглощение промывочной жидкости, снижает процент выхода керна, уменьшает устойчивость пород в стенках скважины, увеличивает абразивность пород. Наиболее простой и удобный критерий оценки трещиноватости горных пород — выход керна. Однако, как показывает практика бурения, выход керна зависит от физического состояния породы (пористость, кавернозность, рассланцованность, выветрелость и т. п.) и от применяемой технологии бурения и буровых инструментов.

Вышесказанное послужило основой для разработки методики выделения трещиноватых зон по выходу керна.

Методы. Обобщая все эти данные предложено следующее решение. Были проанализированы геологические данные по шахтному полю А.Ф. Засядько. Исследовался интервал в кровле отрабатываемого угольного пласта, между маркирующими горизонтами $m_3 - m_7$.

По геологическим разрезам скважин фиксировались данные по геологическому разрезу и выходу керна. Далее рассчитывалось значение трещиноватости (безразмерный коэффициент) по выходу керна для каждой скважины на исследуемой площади, по формуле:

$$K_{\text{кern.трещ}} = \frac{\sum L_i - \sum l_i}{\sum L_i} \quad (1)$$

где $\sum L_i$ — суммарный трещиноватый интервал по геологическим данным, м; $\sum l_i$ — суммарный трещиноватый интервал по выходу керна, м.

По значениям $K_{\text{кern.трещ}}$ методом интерполяции строится карта зон трещиноватости исследуемого участка. Выделение зон трещиноватости производится по аналогии с методикой определения стрессовых участков

палеопотоков, изложенной в «Руководстве...» [8]. Следовательно, выделение зон трещиноватости производим следующим образом. Для шахтного поля или исследуемой площади, рассчитывается среднеарифметическое значение показателя $K_{\text{кern.трещ.}}$. Участки, ограниченные изолиниями выше $K_{\text{кern.трещ.сред}}$ характеризуют положение зон повышенной трещиноватости, а значения меньше среднего, характеризуют участки пониженной трещиноватости, на качественном уровне (рис. 1).

Результаты и обсуждение. Ранее были выполнены исследования и разработан способ «Определение зон трещиноватости в углепородном массиве» [10], который заключается в следующем. Выбирался стратиграфический интервал в кровле отрабатываемого пласта. Величина интервала между маркирующими горизонтами рекомендуется в пределах 300 м. По каротажным диаграммам или геологическим разрезам скважин определяют участки трещиноватых пород и рассчитывают значения коэффициента трещиноватости (безразмерная величина) по каждой скважине на исследуемой площади, по формуле:

$$K_{\text{трещ}} = \frac{\sum h_i}{H_i} \quad (2)$$

где $\sum h_i$ – суммарный трещиноватый интервал, м; H_i – выбранный стратиграфический интервал между маркирующими горизонтами, м.

Выделение зон трещиноватости по способу «Определение зон трещиноватости в углепородном массиве» производится по аналогии с способом выхода керна (рис.2). Недостатком данного способа является то, что не на всех геологических разрезах отмечается трещиноватость при бурении. Это связано с тем, с какой целью ведется бурение.

Таким образом, на поле шахты им. А.Ф. Засядько исследовался стратиграфический интервал ($m_3 - m_7$) на наличие трещиноватых пород в кровле угольного пласта m_3 . Для этого были рассчитаны коэффициент трещиноватости ($K_{\text{трещ}}$) и коэффициент трещиноватости по выходу керна ($K_{\text{кern.трещ.}}$), по которым были построены схемы, представленные соответственно на рисунке 1 и рисунке 2.

При анализе схемы (см. рис. 2) построенной по значениям $K_{\text{трещ}}$ была выделена аномальная зона трещиноватости. Данная зона прослеживается по всему шахтному полю с запада на восток, длиной 5800 м и шириной около 850 м. Максимальные значения зон трещиноватости в соответствии с выше отмеченными значениями колеблются в пределах 0,30 - 0,55, уменьшаясь на север и юг до 0,15 – 0,20. Далее на схему трещиноватости углепородного массива были вынесены места выделения метана из геологоразведочных скважин, зафиксированных при бурении скважин в исследуемом интервале. Как показывает анализ, 60 % скважин попадают в выделенную зону трещиноватости, при приближении к данной зоне с юга количество скважин с газовыделениями увеличивается.

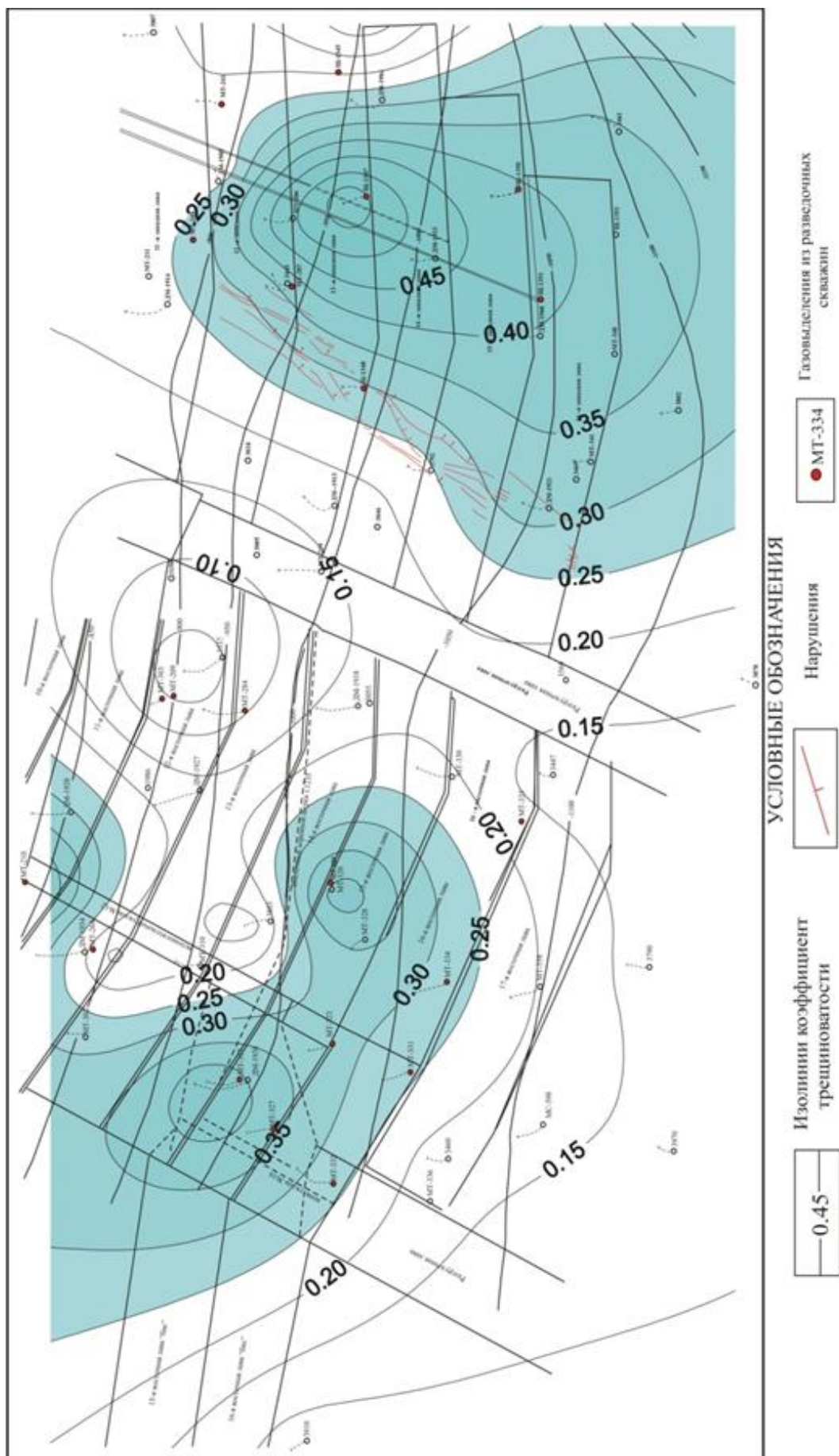


Рисунок 1 - Схема трещиноватости ($K_{\text{кр-трещ}}$) пород стратиграфического интервала пз – п7 для поля шахты им. А.Ф. Засядько (повышенные значения $K_{\text{кр-трещ}}$ выделено темным фоном)

При анализе схемы (см. рис. 1) построенной по значениям $K_{\text{кern-трещ.}}$ было выделено две аномальных зоны трещиноватости. Первая зона расположена в восточной части, которая прослеживается с юго-востока на северо-запад шириной 800 – 900 м и длиной 2200-2300 м. На схеме данная зона напоминает брахиантиклинальную складку с двумя пиками $> 0,4$ первый в районе скважин МТ-327 и ДМ-1938, а второй в районе скважины МТ-320. Вторая зона расположена в западной части шахтного поля, которая прослеживается с юга на север, длиной 2200-2400 и шириной 800-850 м на юге увеличиваясь в размерах на север до 2000-2200 м. Максимальное значение трещиноватости расположено в районе скважины Щ-1347, более 0,55. Анализ скважин с выделением метана при бурении показал, что 70 % скважин попадают в выделенные трещиноватые зоны.

Выводы. В данной статье рассмотрен новый метод выделения зон трещиноватости. Его основой заключается выделение зон трещиноватости по выходу керна. Выполненные построения и их анализ с ранее разработанным методом показал высокую сходимость результатов. Применение комплекса методов или их использование отдельно позволит оперативно и с определенной долей вероятности прогнозировать зоны трещиноватости в углепородном массиве при прочих равных условиях. Использование данных методов позволит спрогнозировать зоны трещиноватости, которые могут выступать коллектором газа, что в свою очередь может негативно влиять на повышение газообильности горных выработок, проявления выбросов пород и угля при отработке угольного пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панасенко Г.П., Макляк В.Ф. О методике изучения трещиноватости в горных выработках угольных шахтах Восточного Донбасса / Лутугинские чтения: Тезисы докладов 3-й Геол. конференции. Луганск, 1969. С. 87 – 89.
2. Широков А.З. Изучать глубинную геологию Донбасса / Уголь. 1947. №7. С. 1 – 3.
3. Пашченко П.С. Определение зон скопления метана на шахте им. М.И. Калинина / Геотехническая механика. Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2015. №122. С. 49-56.
4. Смородин Г.М. Разрывные нарушения в пределах Ровенецкого поднятия в Донбассе / Уголь Украины. 1984. №4. С. 38 – 39.
5. Ващенко В.И. Прогноз нарушенных зон угольных пластов с литологически неоднородной почвой / Уголь Украины. 1988. №2. С. 38 – 39.
6. Нагорный Ю.Н., Бельгард А.А., Нагорный В.Н. Прогноз степени нарушенности пластов малоамплитудными разрывами на глубоких горизонтах / Уголь Украины. 1984. №4. С. 36 – 37.
7. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. К.: Наукова думка. 1983. 288 с.
8. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Баранов В.А. Руководство по применению метода локального прогноза выбросоопасности горных пород по геолого-геофизическим данным. Днепропетровск-Донецк-Макеевка. 1990. 36 с.
9. Ішков В.В., Козій Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с₇^ш шахти «Павлоградська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району / Вісник Київського національного університету. Геологія. 2017. № 79. С. 59 – 66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.79.09>
10. Пат. № 34472 UA, МПК E21F 7/00 (2006). Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві / В.А. Баранов, П.С. Пашченко; заявник і патентовласник ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України. u200803678; заявл. 24.03.2008; опубл. 11.08.2008, Бюл. №15. 4с.

REFERENCES

1. Panaseenko, G.P., Maklyak, V.F. (1969), "On the method of studying fracturing in the mine workings of the coal mines of Eastern Donbass", *Lutuginskie chteniya: Tezisyu dokladov 3-ey Geol. konferentsii. Lugansk*, pp.87-89.
2. Shirokov, A.Z. (1947), "Explore the deep geology of Donbass", *Ugol [Coal]*, no.7, pp. 1-3.
3. Pashchenko, P.S. (2015), "Determination of methane accumulation zones in M.I. KALININ mine", *Geotekhnicheskaya Mekhanika [Geo-Technical Mechanics]*, no.122, pp. 49-56.
4. Smorodin, G.M. (1984), "Explosive violations within the limits of the Rovenets uplift in the Donbass", *Ugol Ukrainy [Ukraine coal]*, no.4, pp. 36-37.

5. Vashchenko, V.I. (1988), "Prediction of disturbed zones of coal seams with lithologically inhomogeneous soil", *Ugol Ukraine* [Ukraine coal], no.2, pp. 38-39.
6. Nagornyy, Yu. N., Belgard, A.A., Nagornyy, V. N. (1984), "Forecast of the degree of formation damage by low-amplitude fractures at deep horizons", *Ugol Ukraine* [Ukraine coal], no.4, pp. 36-37.
7. Zabihaylo, V.E., Lukinov, V.V. and Shirokov, A.Z. (1983), *Vybrosoopasnost gornykh porod Donbassa* [Outburst mining Donbass rocks], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
8. Zabihaylo, V.E., Lukinov, V.V., Baranov, V.A. and others (1990), Guidelines for the application of the method of local forecast of outburst risk of rocks according to geological and geophysical data. Dnepropetrovsk-Donetsk-Makeevka
9. Ishkov, V. and Koziy E. (2017), "Distribution of toxic and potentially toxic elements in the coal of the layer c_7^u of the "Pavlogradska" mine of Pavlogradska-Petropavlovskiy geological and industrial district", *Visnyk Of Taras Shevchenko National University Of Kyiv-Geology*, vol. 4(79), pp. 59 – 66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.79.09>
10. Baranov, V.A. and Pashchenko, P.S., M.S. Poljakov Institute of geotechnical Mechanics under NAS of Ukraine (2006), *Sposib vyznachennya zon trishchinuvatosti u vugleporodnomu masive* [The method of determining the zones of cracking in the coal massif], State Register of Patents of of Ukraine, Kiev, UA, Pat. № 34472.

Об авторе

Пашченко Павел Сергеевич, старший научный сотрудник, кандидат геологических наук, старший научный сотрудник лаборатории структурных исследований горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, pavelsp123@gmail.com

About the author

Pashchenko Pavlo Serhiiovych, Senior Researcher, Ph.D (Geol.), Senior Researcher of the Laboratory of Researches of the Structural Changes in the Rock, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM NASU), Dnipro, Ukraine, pavelsp123@gmail.com

Анотація. Стаття спрямована на розробку нового методу виділення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві. Головним завданням дослідження є визначення зон тріщинуватості для досліджуваної ділянки шахтного поля і дати їх характеристики.

Метод заснований на зборі та обробці інформації за геологічними розрізами для досліджуваної ділянки шахтного поля. Виділення зон тріщинуватості проводиться по виходу керн. Для обраного стратиграфічного інтервалу проводиться розрахунок безрозмірного коефіцієнта тріщинуватості для кожної свердловини, на підставі яких методом інтерполяції будується прогнозна карта тріщинуватості досліджуваної ділянки.

У статті запропоновано новий метод виділення зон тріщинуватості в вуглепородному масиві, який порівнювався з раніше апробованим. Наведені дані досліджень показали високу збіжність результатів. Застосування методу дозволить оперативно і з певною часткою ймовірності прогнозувати зони тріщинуватості в вуглепородному масиві при інших рівних умовах. Використання даного методу дозволить прогнозувати зони тріщинуватості, які можуть бути пов'язані з виділенням метану в гірничі виробки, самозаймання та рядом інших явищ, що в свою чергу може негативно впливати на підвищення газорясності гірничих виробок, прояви викидів порід і вугілля при відпрацюванні вугільного пласта. Таким чином, застосування даної методики дозволить підвищити безпеку робіт.

Ключові слова: тріщинуватість, свердловина, гірський масив, інтервал, газовиділення.

Abstract. The purpose of the work was to develop a new method for identifying fracture zones in a coal-rock mass. The main task of the study was to identify the fracture zones in the studied sector of the mine field and give them a characteristic.

The method is based on the collection and processing of information on geological sections for the investigated section of the mine field. Selection of fracture zones is made by core. For the selected stratigraphic interval, the dimensionless fracture factor is calculated for each well, on the basis of which a predictive fracture map of the investigated area is constructed by the interpolation method.

The author proposes a new method for identifying of fracture zones in the coal-rock mass, which was compared with the previously approved one. The given research data showed a high convergence of the results. Application of the method will make it possible to promptly and with a certain degree of probability predict fracture zones in a coal-rock massif, all other things being equal. The use of this method will make it possible to predict fracture zones that may be associated with the release of methane into mine workings, spontaneous combustion and a number of other phenomena, which, in turn, can adversely affect the increase of gas content in mining workings, manifestations of rock and coal outbursts during mining the coal bed. Thus, the use of this method will allow to improve safety of work.

Keywords: fracturing, well, rock mass, interval, gas release.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2020