

Це означає, що об'єм зміниться на 11%.

Критична зміна об'єму складає або  $[\varepsilon_{кр}] = 0,15$  або 15%.

$$\text{Запас } S = \frac{0,15}{0,11} = 1,364.$$

$$\text{Критична швидкість } v_{кр} = 1,364 \cdot 0,25 = 0,34 \frac{\text{ММ}}{\text{ГОД}};$$

$$\left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} \right)_{кр} = 1,58 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}.$$

Значення  $v_{кр}$ ,  $\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}$  для шахтних умов необхідно визначити з експериментальної моделі через геометричну подібність.

Перехід критичного значення швидкості деформації для певної породи викликає її спонтанне руйнування.

Додаткові можливості такого підходу дають можливість визначити об'єм виділеного метану з тріщин при непружній деформації масиву навколо виробки.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Парчевский Л.Я. Анализ смещений кровли в лавах угольных пластов с учетом ее ползучести. Исследования по механике горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1965. – 145 с.
2. Талобр Ж. Механика горных пород. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 430 с.

УДК [553.94:622.411.332](477.61/.62)

М.н.с П.С. Пащенко  
(ИГТМ НАН Украины)

### **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОН СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА НА ПРИМЕРЕ ШАХТ ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОГО РАЙОНА**

Розглянуті геологічні чинники, які впливають на формування зон скупчень метану для середнього та пізнього катагенезу порід на відпрацьованих та не відпрацьованих ділянках шахт, на прикладі Донецько-Макіївського району.

### **GEOLOGICAL FACTORS OF FORMATION OF AREAS OF ACCUMULATION OF METHANE ON THE EXAMPLE OF MINES OF DONETZKO-MAKEEVSKIY DISTRICT**

Considered geological factors which influence on forming of areas of accumulations of methane for middle and late katagenes of breeds on the worked and not worked areas of mines, on the example of the Donetzk-Makeevskiy district.

В последние годы исследователи и производственники угольной отрасли, достаточно большое внимание уделяют угленосным отложениям Донбасса, как потенциальным углегазовым месторождениям. Учеными подсчитаны значитель-

ные ресурсы метана в указанных отложениях, как в свободном, так и сорбированном состояниях [1]. Наличие на Украине в крупном угольном бассейне значительных ресурсов метана, не уступающего по своим энергетическим параметрам природному газу, можно рассматривать дополнительным, а в перспективе, может быть и основным источником энергии. Шахтный метан в настоящее время негативно влияет на безопасность работ и формирование зон повышенной газоносности, что сказывается на темпах проходки подготовительных и очистных выработок, а, в конечном счете, на себестоимость продукции. На сегодняшний день актуальность проблемы заключается в разработке и внедрении таких методик, которые позволили бы получать наиболее достоверные и надежные прогнозные данные по скоплению углеводородов в углепородном массиве.

Такие работы должны базироваться на поиске и проверке наиболее существенных геологических факторов, влияющих на образование благоприятных зон скопления метана.

Частично эти факторы были исследованы при прогнозировании выбросоопасности пород и угля, поскольку при отсутствии газа выбросы не происходят. Проанализируем влияние геологических факторов на выбросоопасность и использование их при последующем прогнозе данного явления.

В работе [2] показано, что газодинамические явления распределяются во вмещающих породах неравномерно - существует региональная и локальная зональность проявления выбросов пород и газа в Донецком бассейне. В.Е. Забигаило выделил три региональные зоны: первая - зона отсутствия выбросов пород и газа (породы, вмещающие пласты углей марок Д, Д-Г); вторая - зона проявления выбросов породы и газа (породы, вмещающие пласты углей марок Г, Ж, К); третья - зона отсутствия выбросов пород и газа (породы, вмещающие пласты углей марок ОС, Т, А). В дальнейшем данные зоны были уточнены В.В. Лукиновым [3], путем учета тектонической дислоцированности Донецкого бассейна. Указанный автор установил закономерное уменьшение выбросоопасности горных пород от районов распространения углей марки Г к районам распространения пластов углей марки К [4]. Природа такого снижения выбросоопасности заключается в ухудшении коллекторских свойств и увеличении прочностных характеристик пород в этом направлении.

Рассмотрим геологические методы, применяющиеся для прогноза выбросоопасности пород и газа, и существенно отражающие формирование скопления метана.

В работе [2], рассмотрен способ выделения стрержневых участков палеопотоков. Данный способ заключается в построении карт палеопотоков ( $K_{o.m.п.}$ ), которые строятся на основе отношения мощности песчаника или суммарной мощности слоев песчаника к мощности выбранного стратиграфического интервала, ограниченного близлежащими выдержанными пластами угля или известняка, залегающими в кровле и почве песчаника. Данная методика позволяет получить безразмерный коэффициент относительной мощности песчаника в каждой геологоразведочной скважине выбранного участка ( $K_{o.m.п.}$ ). Значения данно-

го показателя, превышающие среднее, отражают стрежневые части палеопотоков. Как показывает анализ результатов исследования палеопотоков, для песчаников, формировавшихся в условиях стрежневых участков палеопотоков и в зонах интенсивного размыва нижележащих пород характерны повышенные значения открытой пористости, размера обломочных зерен, протяженности контактов (степени уплотнения обломочных зерен), содержания кварца обломочного, пониженное содержание глинисто-слюдистых минералов. Песчаник в этих зонах отличается более светлым цветом (светло-серый), с преобладанием косой прямолинейной слоистости (часто наблюдается ритмичная сортировка обломочного материала), характеризуется повышенными значениями мощности серий и слойков, пониженными – частоты слойков в сериях, повышенной газоносностью при прочих равных условиях.

Таким образом, применение метода относительных мощностей песчаника дает возможность определить потенциальный генезис песчаников, пространственно проследить выделенные геологические слои по площади исследуемого участка и использовать при прогнозе выбросоопасности горных пород по геологоразведочным данным.

В работе [5], авторами рассматривается метод математической обработки тектонической информации - применение тренд-анализа. В основе такой оценки лежит анализ построенных карт локальных структур угольных пластов, представляющих собой проекцию пласта на прямолинейную или криволинейную аппроксимирующую поверхность, а в качестве показателей тектонической сложности предлагается использовать абсолютные значения градиентов превышения локальных структур, которые рассчитывались как отношение превышений к расстоянию между рассматриваемыми точками. Следует отметить, что впервые применение количественного показателя тектонического строения шахтных полей с целью оценки выбросоопасности угольных пластов рассмотрено в работе [6].

В работе [7] рассмотрен метод прогноза выбросоопасных зон, базирующийся на построении локальных структур. На основании этих построений предложен расчет безразмерного коэффициента тектонической сложности ( $K_{тс}$ ). При применении данного метода было установлено, что большинство выбросов угля и газа (около 95 %) локализуется в пределах участков, имеющих повышенное ( $> 10$ ) значений  $K_{тс}$ . Метод построения локальных структур угольных пластов в настоящее время применяется для изучения вторичной складчатости.

Рассмотренные выше методы прогноза выбросоопасности пород и газа, зарекомендовали себя с положительной стороны, что позволило нам применить их в комплексе с другими методами для прогноза зон скопления газа – метана в углепородном массиве.

Отметим, что в последнее время разработана методика выделения газозакрывающих интервалов, которая необходима при оптимизации дегазации действующих шахт, а также эксплуатации техногенных месторождений, которые формируются в процессе и после отработки угольных пластов на действующих и закрытых шахтах [8]. Данный метод заключается в следующем. Газ, заклю-

ченный в углевмещающих породах и угольных пропластках, после отработки рабочих угольных пластов никуда не девается, за исключением той части, которая уходит с рабочим пластом и, частично, из его кровли при сооружении горных выработок и отработки пласта. То есть, в процессе посадки пород кровли выделяется (десорбируется) метан из угольных пропластков и рассеянной органики, который частично удерживается дегазацией, а частично формирует техногенные скопления метана. Если в породах кровли есть газозащитный интервал (покрышка), газ не выходит на поверхность или этот процесс существенно замедляется.

Проведенные нами исследования позволили усовершенствовать метод локальных структур для прогноза зон скопления метана. Новый его вариант заключается в построении карт усредненных локальных структур для выбранного стратиграфического интервала, суть метода заключается в следующем.

Исходя из того, что основное количество метана при отработке угольного пласта выделяется из кровли [9], а по данным М.А. Иофиса [10] процессы разуплотнения пород после подработки достигают 200 - 300 м в зависимости от литологического состава пород, из которых может выделяться метана намного больше. Построение локальной структуры для одного песчаника – мало эффективно. В указанном интервале разуплотнения может находиться и часто находится несколько песчаников значительной мощности (до 20 – 30 м).

Ранее было установлено [5], что локальная структура прослеживается в некотором стратиграфическом интервале пород, сопоставимом с интервалом разуплотнения. Отсюда очевидно, что существующая локальная структура может прослеживаться в нескольких песчаниках, в интервале, сопоставимом с интервалом разуплотнения (200 – 300 м). Необходимо учитывать, что выделенная структура в стратиграфическом разрезе несколько смещается, обычно в сторону падения пород. Для наиболее эффективного заложения дегазационной скважины нам надо выделить зоны разуплотнения в каждом из мощных песчаников (> 5 м), что делается с помощью разрезов и карт локальных структур для каждого выделенного песчаника, и последующего их сопоставления. Зная расположение зон разуплотнения в пространстве мы можем заложить дегазационные скважины в максимально газоносном месте, вскрывая все зоны. Для этой цели и выполняется усреднение этих структур.

Данный метод позволяет проследить изменение положительных локальных структур в выбранном интервале углепородного массива, которые имеют абсолютные отметки выше средних значений или аппроксимирующей (наклонной плоскости). Такое положение вызвано низким удельным весом углеводородов и стремлением их вверх, в положительные структуры. По данным [11], свыше 70 % запасов нефти и газа находится в ловушках сводового типа, заключенных в антиклиналях.

Проведенные исследования по изучению трещиноватости пород позволили разработать способ выделения зон трещиноватости в углепородном массиве [12]. Данный способ позволяет при построении карты трещиноватости про-

следить в плане и разрезе изменение трещиноватости пород, как потенциально-го коллектора газа-метана.

Таким образом, выполненный анализ литературных данных и разработанные новые методы прогноза зон скопления метана в углепородном массиве позволили определить комплекс геологических факторов, позволяющих выделять скопления метана в породах Донбасса.

На настоящее время известно, что каждое месторождение полезных ископаемых вообще и углегазовое, в частности, отличается своими существующими горно-геологическими условиями и прогноз зон скопления метана для среднего и позднего катагенеза на отработанных и не отработанных площадях, также имеет свои отличия [13].

На основании вышеизложенного были выполнены исследования по определению наиболее эффективных геологических факторов, позволяющих выделять скопления метана в породах среднего и позднего катагенеза, которые представлены на рисунке 1.

Методические основы выделения наиболее эффективных геологических факторов заключается в следующем:

1. Объекты исследования были выбраны в разных горно-геологических условиях, расположенных в зонах распространения углей среднего и позднего катагенеза;

2. По выбранным объектам исследования был построен комплекс карт, отражающих основные геологические факторы, выбранные для прогнозирования зон скопления метана: усредненные локальные структуры, палеопотоки, газоэкранирующие интервалы, изопохиты, угленосность;

3. Карты зон трещиноватости строятся при их наличии. Это связано с тем, что трещиноватость в углепородном массиве распространена не повсеместно.

4. На основании анализа построенных карт и анализа геологической информации объектов исследования, были выделены наиболее эффективные геологические факторы влияющие на скопление газа метана в условиях среднего и позднего катагенеза на отработанных и неотработанных участках (рис. 1).

Для прогноза зон скопления метана в отложениях позднего катагенеза на неотработанных участках шахтных полей наиболее информативным является комплекс геологических факторов, заключающийся в построении карт усредненных локальных структур, угленосности и, при необходимости, карт зон трещиноватости. Для отработанных частей шахтного поля наиболее полную информацию по прогнозу зон скопления техногенного метана предоставляет комплекс геологических факторов, заключающийся в построении карт усредненных локальных структур, газоэкранов, угленосности и карт трещиноватости, если она присутствует в исследуемом интервале. Выделенный комплекс геологических факторов для позднего катагенеза основан на том, что основным источником метана являются угольные пласты и пропластки, поэтому наиболее информативно будет работать комплекс факторов на отработанных участках.

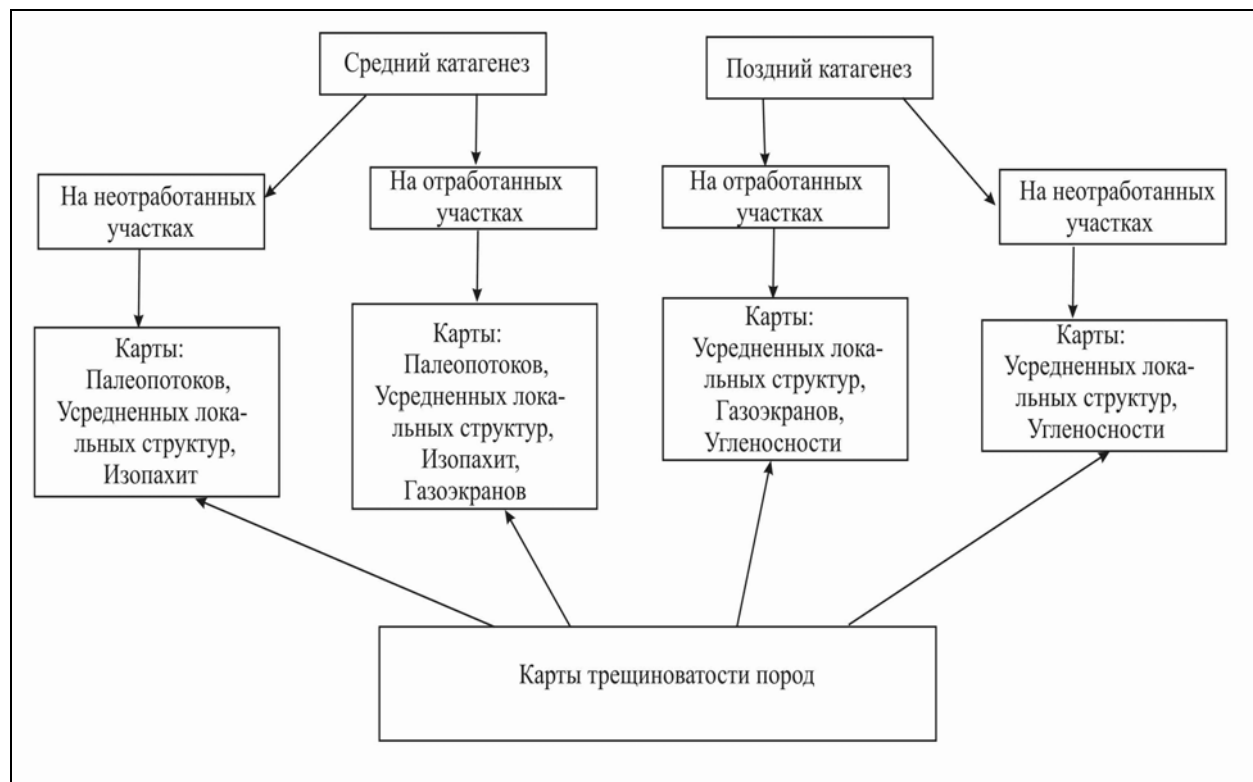


Рис. 1 – Схема применения комплекса геологических факторов для прогнозирования зон скопления метана в породах среднего и позднего катагенеза на отработанных и не отработанных участках

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф. Вступительное слово директора Института геотехнической механики, чл.-корр. НАН Украины, докт. техн. наук А.Ф. Булата // Геотехническая механика. – Днепропетровск. – 2000. – №17. – С. 3-5.
2. Забигайло В.Е. Выбросоопасность горных пород Донбасса / В.Е. Забигайло, В.В. Лукинов, А.З. Широков / К: Наук. думка, 1983. – 288 с.
3. Лукинов В.В. Литогенез песчаников Донбасса и локальный прогноз их выбросоопасности на шахтах: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Новочеркасск, 1990. – 36 с.
4. Лукинов В.В. О региональных закономерностях изменения выбросоопасности пород Донбасса // Исследование, прогноз и контроль проявления горного давления: Тез. докл. Всесоюз. научн.-техн. совещания, Л.: горн. ин-т, 1982. – С. 131.
5. Забигайло В.Е. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигайло, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. - К.: Наукова думка, 1994. – 152 с.
6. Забигайло В.Е. О влиянии структурно-тектонических условий на выбросоопасность угольных пластов / В.Е. Забигайло, В.В. Лукинов // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1978. – № 8. – С. 174–176.
7. Кратенко Л.Я. Геологическая природа выбросоопасных зон на угольных пластах  $h_8$  и  $h_{10}$  шахты им. М.И. Калинина // Внезапные выбросы на больших глубинах. – К.: Наук. думка, 1979. – С. 68–75.
8. Патент Украины № 74502 G01V9/00, E21F7/00. Спосіб визначення скупчення метану на відпрацьованих ділянках шахти. От 15. 12. 2005. Бюл. № 12.
9. Павлов С.Д. Пути освоения природных газов угольных месторождений. – Харьков.: «Колорит», 2005. – 336 с.
10. Иофис М.А. Инженерная геомеханика при подземных разработках / М.А. Иофис, А.И. Шмелев. – М.: Недра, 1985. – 248 с.
11. Якуцени В.П. Интенсивное газонакопление в недрах // Л.: Наука, 1984. – 124 с.
12. Патент Украины №34472 E21F 7/00. Спосіб визначення зон тріщинуватості у вуглепородному масиві. От 11. 08. 2008. Бюл. № 15, 2008.
13. Баранов В.А. Определение нижней и верхней границ выбросоопасности пород // Уголь Украины, 1999. - №2. – С. 38 – 40.