

УДК 622.02: 536.244: 550.834

В.А. Васильковский<sup>1</sup>, В.Г. Гринев<sup>1</sup>, М.М. Довбнич<sup>2</sup>, Я.В. Мендрий<sup>2</sup>

## СЕЙСМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ МЕТАНОЕМКОСТИ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ШАХТЫ «КРАСНОЛИМАНСКАЯ»

<sup>1</sup>Институт физики горных процессов НАН Украины

<sup>2</sup>Государственное ВУЗ «Национальный горный университет» МОН Украины

*Приведены данные сейсморазведки поля шахты «Краснолиманская» и сорбционных характеристик угля в зоне пласта  $l_3$  до и после выброса, который произошел 23.05.2008 г. В указанной зоне сейсмическое зондирование обнаруживает снижение плотности горных пород, вызванное, предположительно, повышенной трещиноватостью. Сорбционные и петрографические исследования показали, что зона пласта накануне выброса характеризовалась высокой концентрацией метана и летучих веществ. Диспергирование угля во время выброса приводит к уменьшению сорбционной метаноёмкости и содержания летучих веществ в угольном веществе.*

**Ключевые слова:** сейсмическое зондирование, трещиноватость, газоносность, десорбция, метан.

### Введение

Тектоническая нарушенность сплошности углепородного массива является причиной образования локальных зон изменчивости прочностных, деформационных и коллекторских свойств горного массива. При прогнозе тектонических нарушений приоритетным остаётся применение геофизических методов, в частности, сейсмического зондирования горного массива. Именно локальные нарушения, приуроченные к метановой зоне и не имеющие выхода на поверхность, приводят к образованию трещин и полостей, в которых накапливается свободный метан.

Одним из основных регионов Украины, с которым связаны основные перспективы промышленной добычи метана, является Донбасс – крупнейший в Европе газо-угольный бассейн, для большей территории которого характерно высокое содержание метана в углях. В этих условиях разработка угольных месторождений должна проводиться с добычей и промышленным использованием угольного метана.

Для прогноза газовых ресурсов и выбора технологии извлечения метана важна информация не только о структуре угольного пласта, но и его газоносно-

сти, виде основного коллектора газа. В отличие от песчаников, где возможны коллекторы только свободного газа, уголь необходимо рассматривать как источник пополнения газовых ресурсов этих коллекторов.

Поскольку в зонах нарушения сплошности угольного пласта возможны изменения его газоносности и газодинамические проявления, в данной работе предпринята попытка сопоставления данных сейсморазведки шахтного поля шахты «Краснолиманская» и сорбционных характеристик угля в зоне пласта  $l_3$  перед выбросом, который произошел 23.05.2008 г.

### **Изучение характера распределения плотности геологических структур на примере данных сейсморазведки поля шахты «Краснолиманская»**

Механохимические превращения в зонах естественной трещиноватости и увеличение суммарной поверхности, вызванное диспергированием угля, приводит к росту объема метана, адсорбированного на поверхности гранул и открытых пор. В работе [1] отмечено, что расконсервация такой зоны в ходе добычных работ должна сопровождаться практически мгновенным переходом адсорбированного метана в свободное состояние, а его энергия при расширении пойдёт на перемещение разрушенного угля вдоль выработки. Авторы работ [2,3] считают, что индикатором области нарушения сплошности угленосного массива является рост содержания летучих веществ. Имеются также данные о том, что метаноёмкость угля уменьшается при его разрушении под воздействием объёмного неравнокомпонентного сжатия [4].

Применение геофизических методов – приоритетное направление при прогнозе тектонических нарушений. Сейсморазведка как ведущий геофизический метод занимает лидирующие позиции в изучении областей деструкции геологической среды тектонического генезиса [5]. Мировой опыт и перспективы его применения в Украине рассмотрены в работе [6].

Зоны нарушения сплошности среды со значительными амплитудами смещений достаточно хорошо проявляются в волновом поле и визуально уверенно прослеживаются. Их выделение не требует дополнительных процедур анализа сейсмических данных. В то же время малоамплитудные и безамплитудные зоны тектонических деструкций хотя и находят отражение в волновом поле, но их прогноз крайне субъективен и неоднозначен. В этих условиях обязательным является применение специальных вычислительных алгоритмов, ориентированных на усиление аномальных эффектов в волновом поле, обусловленных зонами тектонических деструкций. Существует широкий спектр подходов, использующих в качестве поискового признака отдельные особенности проявления зон нарушений сплошности среды в волновом поле [7].

В настоящей работе для изучения областей потенциальных зон нарушения сплошности угленосного массива использован подход расчета сейсмических атрибутов таких как когерентность и кривизна волнового поля, представленный в работе [8]. Не претендуя на изучение внутреннего строе-

ния, оценки степени проницаемости и флюидонасыщенности таких зон, данный подход, тем не менее, позволяет проследить системы зон тектонических деструкций на участке исследований, а в ряде случаев сделать выводы об их генезисе.

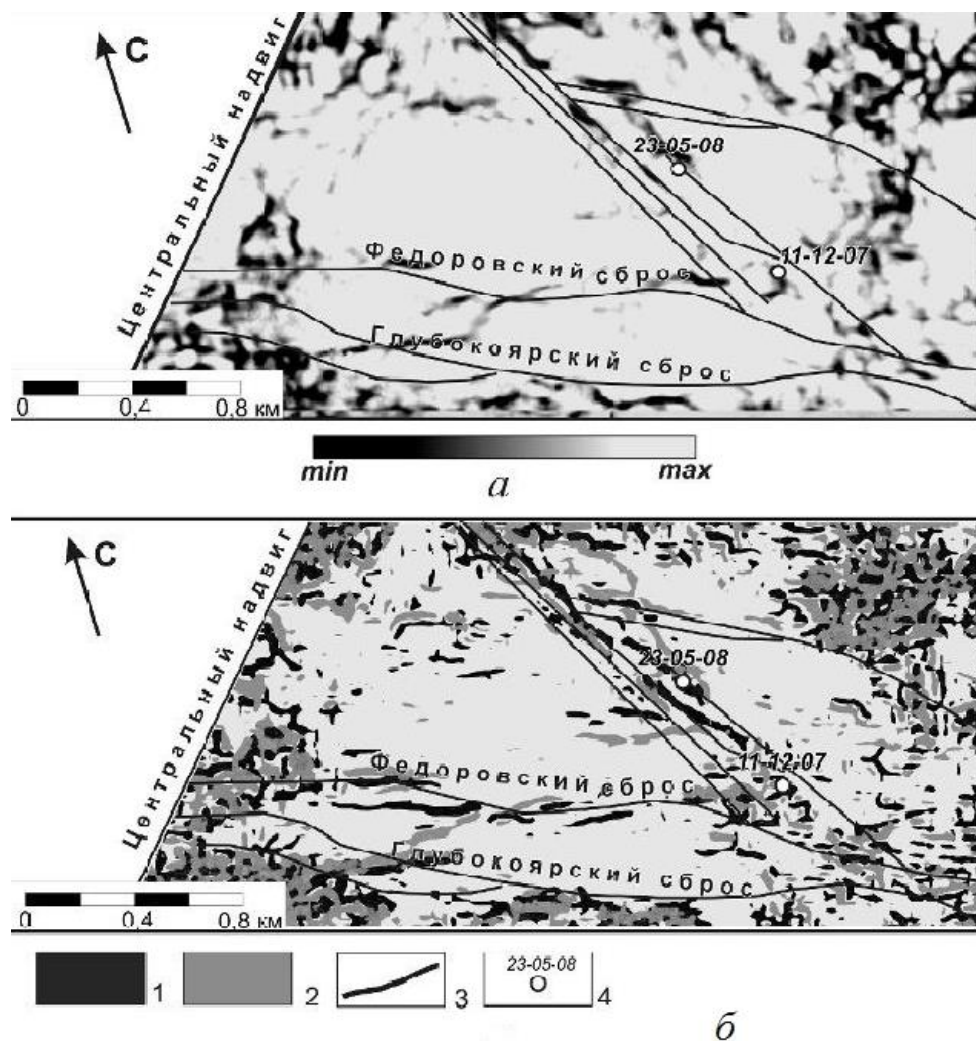
Когерентность связана с отношением сигнал-помеха или, что более удобно, с отношением энергии сигнальной компоненты к общей энергии в некоторой локальной области записи. При таком определении отсутствие сигнала характеризуется минимальной когерентностью, равной нулю. В свою очередь, «чистый» сигнал, не искаженный никакими помехами, сопровождается максимальной когерентностью, равной единице. Одной из основных причин аномального поведения когерентности сейсмических изображений в области зон малоамплитудных тектонических нарушений и трещиноватости служит деструктивная интерференция отраженных и дифрагированных волн. Оценка когерентности обычно выполняется из предположения о горизонтальности осей синфазности, т. е. без учета наклонов границ. Для данных с наклонными отражающими границами это ведет к заведомо ложным результатам. В целях повышения эффективности вычислений и геологической содержательности в настоящей работе используются наклонно-управляемые алгоритмы, разработанные авторами. Для учета наклона рефрактора предложено вычислять когерентность вдоль аппроксимирующей поверхности, наличие которой позволяет рассчитывать дополнительную характеристику – кривизну. Этот параметр также можно рассматривать как признак проявления тектонических деструкций в волновом поле. Связь кривизны с плотностью трещин базируется на следующих трех предположениях: порода хрупкая и поэтому подвержена трещинообразованию; рост кривизны предполагает рост напряжения; рост напряжения предполагает рост плотности трещин [9].

В качестве примера реализации описанного подхода при прогнозе зон тектонических деструкций углепородного массива рассмотрим результат повторной интерпретации 3D сейсмических материалов, полученных на поле шахты «Краснолиманская». Работы выполнялись по решению правительственной комиссии по исследованию причин и ликвидации последствий аварии, произошедшей на шахте «Краснолиманская» 23 мая 2008 г. Исследования, проводившиеся в режиме научной кооперации исследовательских и производственных организаций (УкрНИМИ НАН Украины, Приднепровская геофизическая разведочная экспедиция и др.), представляют собой уникальный для Украины геофизический эксперимент в условиях шахт. Полученные исходные полевые материалы целесообразно использовать для сравнительной оценки эффективности различных подходов прогнозирования зон тектонических деструкций в условиях угольных месторождений.

Площадь выполнения 3D сейсморазведочных работ расположена в пределах блока шахтного поля, сильно осложненного дизъюнктивными нарушениями. Некоторые из них имеют значительную амплитуду и были зафиксиро-

рованы буровыми работами на этапе разведки. Заметим, что многие вопросы о деталях тектонической модели исследуемой территории остаются открытыми.

В ходе расчетов получены кубы когерентности и кривизны волнового поля. Далее, используя информацию о гипсометрии угольного пласта  $l_3$  для более детального анализа аномальных эффектов в зонах тектонических деструкций, построено сечение кубов данных атрибутов вдоль указанного пласта (рис. 1).



**Рис. 1.** Срезы когерентности (а) и кривизны (б) волнового поля вдоль угольного пласта  $l_3$ : 1 – наибольшие положительные кривизны; 2 – наибольшие отрицательные кривизны; 3 – тектонические нарушения по данным геологических исследований; 4 – аварии, обусловленные выбросами метана

Распределение атрибутов на срезе хорошо согласуется с геологическими данными, и однозначно указывает на неоднородность тектонических подвижек вдоль нарушений. Для нарушения не представляется возможным выде-

лить одну, четко выраженную плоскость и амплитуду смещения. Другими словами, они представляют собой некоторый объем горных пород, насыщенный разрывами различной амплитуды и трещинами. Элементарные разрывы, образующие общую зону тектонического нарушения, состоящую из отдельных локальных разрывов, формируют эшелонированный ряд. Такое строение зон указывает на преобладающую роль сдвиговых деформаций. На участке исследований за время эксплуатации имели место внезапные выбросы газа, которые привели к авариям. Наиболее крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, произошла 23 мая 2008 г. Обращает на себя внимание приуроченность аварий к зонам аномальных значений сейсмических атрибутов. Нами проведены исследования особенностей сорбционных и транспортных характеристик угля в указанной зоне.

### Сорбционные и транспортные свойства угля пласта I<sub>3</sub> шахты «Краснолиманская» перед выбросом 23 мая 2008 года

Приступая к изучению сорбционных свойств угля в зоне выброса, мы рассчитывали на получение интересной информации, так как приложение к образцу угля некоторых видов напряжений приводит к изменениям его структуры, в результате которых изменяется также кинетика движения метана в угле [3,10,11]. Обсуждение особенностей кинетики сорбционных процессов будем проводить в рамках блочной модели угля. В этой модели каменный уголь представляет собой совокупность мельчайших образований – блоков, свободный объем между которыми составляет объем открытых пор и трещин [12,13]. Блоки, размер которых очень мал, распределены по всему объему гранул и через систему трещин и открытых пор сообщаются с поверхностью угля. В такой модели диффузия метана происходит из закрытых пор и микропор малых частиц – блоков, средний размер которых не зависит от размера гранулы угля.

Основным резервуаром метана в блоковой модели являются блоки угля. Кроме этого метан содержится также в открытых порах угля. При десорбции наряду с диффузией из блоков происходит фильтрация газа открытыми порами, которая «регулирует» скорость выхода поступающего из блоков газа. Согласно публикации [13], на определенной стадии десорбции устанавливается баланс потоков газа, выделяемого путем диффузии из блоков –  $I_d(t) = \partial Q_d(t) / \partial t$  и фильтруемого порами Пуазейля –  $I_f = \partial Q_f(t) / \partial t$ . В этом случае можно говорить о равенстве всех потоков: десорбции, фильтрации и диффузии:  $I_{des}(t) = I_f(t) = I_d(t)$ . Характерное время десорбции  $\tau^{des}(t)$  газа в условиях баланса потоков представляет собой линейную комбинацию характерных времён процессов фильтрации  $\tau^f(t)$  и диффузии  $\tau^d(t)$ :

$$\tau^{des}(t) = [\tau^f(t)(1+U(t))] + \tau^d(t). \quad (1)$$

Здесь  $\tau^f(t) = Q_f(t) / [\partial Q_f(t) / \partial t]$ ,  $\tau^d(t) = Q_d(t) / [\partial Q_d(t) / \partial t]$ . Параметры  $Q_f(t)$  и  $Q_d(t)$  отражают объём газа в открытых порах и теле микроблока, соответственно. Коэффициент  $U(t) = Q_d(t) / Q_f(t)$  характеризует изменяющееся в ходе десорбции соотношение количества газа в блоках и открытых порах угля (фильтрационных каналах).

Можно предположить, что уголь, изъятый из различных участков пласта, прилегающих к зоне выброса (и из выброса), подвергался воздействию различных механических напряжений. В терминах диффузионно-фильтрационной модели мы вправе ожидать соответствующих изменений составляющих выражения (1).

Исследования кинетики выхода метана из каменных углей проводились методом десорбции в вакуумированный накопительный сосуд (НС) известного объёма  $V$ . Точность метода определяется точностью измерения объёма сосуда, его термостатирования и измерения давления газа  $P(t)$ , собранного в сосуде. Этот метод свободен от влияния влажности воздуха и позволяет проводить измерения процесса десорбции длительное время. Схема экспериментальной установки была описана ранее [14]. Чтобы исключить дополнительный варьируемый параметр – влажность угля, для опытов использовались предварительно высушенные образцы. Качество высушивания контролировали анализом формы линии спектра ЯМР  $^1\text{H}$  по методике, описанной в работе [15]. Объём газа в НС при температуре измерения (293 K) и нормальном давлении  $P_n$  определяли по формуле  $Q(t) = P(t)V / P_n$ .

Информация о ходе изменения объёма  $Q(t)$  газа в накопительном сосуде используется для компьютерной оптимизации параметров интерполяционной функции имеющей наименьшее среднеквадратичное отклонение от экспериментальных точек. Для интерполяции использовалась функция вида:

$$Q(t) = Q_1(1 - \exp(-t/\tau_1)) + Q_2(1 - \exp(-t/\tau_2)). \quad (2)$$

В указанном приближении параметры  $\tau_1$  и  $\tau_2$  представляют собой усреднённые значения характерных времен истечения «быстрого» и «медленного» метана, а  $Q_1$  и  $Q_2$  – его объёмы в угле [12]. В двухвременной модели десорбции первая составляющая в (2) определяется, в основном, фильтрационными процессами, а вторая – диффузионными.

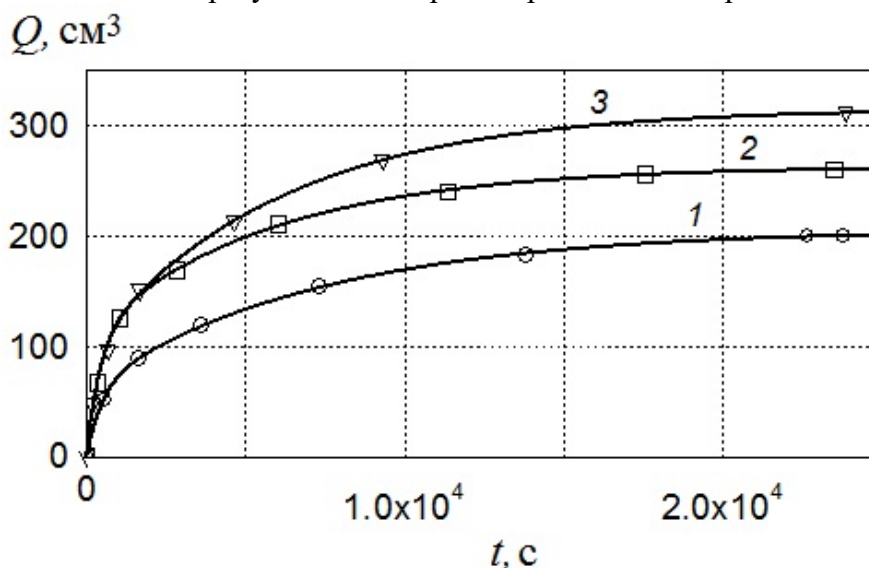
Чтобы выявить, как меняется кинетика десорбции метана из углей, перенесших изменения в естественных условиях (при выбросе), изучались сорбционные характеристики трёх образцов угля в гранулах 0,2 – 0,25 мм: из спокойной области – 1, из поверхностного слоя ниши выброса – 3 и из выброса – 2. В процессе подготовки и проведения экспериментов выполняли следующие условия:

- 1) предварительное насыщение всех образцов метаном производилось при одинаковом давлении сжатого газа 3 МПа;
- 2) регистрация десорбции прекращалась после того, как изменение давления газа в накопительном сосуде было меньше 200 Па за сутки.

Масса каждого образца угля 20 г.

Отметим, что в экспериментах определяли объем метана, который остался в угле после «сброса» сжатого газа из контейнера в атмосферу. (Во время «сброса» вместе со свободным метаном из открытых пор и трещин удаляется также метан, адсорбированный на открытых поверхностях угля).

На рис. 2 показаны результаты десорбометрических измерений.



**Рис. 2.** Изменение объёма метана в накопительном сосуде в процессе его десорбции из угля, отобранного: из спокойной области – 1, из выброса – 2 и из приповерхностного слоя в нише выброса – 3

Видно, что объем метана, который содержался в образце 2 из выброса, больше, чем в образце 1 из спокойной области, но меньше, чем в образце 3 из ниши выброса.

В отобранных образцах определяли содержание летучих веществ  $V^{daf}$ . Анализ показал, что  $V^{daf}$  возрастает от 31,4% в образце 1 до 34,6% в образце 2 и 36,8% в образце 3. Сравнение данных петрографии и опытов по десорбции обнаруживает корреляцию между долей летучих веществ и объемом метана в образцах. Можно предположить, что для низкометаморфизированных углей, таких, как в нашем случае, их сорбирующая ёмкость формируется угледородной составляющей.

Тот факт, что газоносность и значение  $V^{daf}$  в выброшенном угле больше, чем в угле из спокойной зоны, на первый взгляд, не согласуется с выводами работы [3]. Согласно этой работе уголь, который предварительно подвергался воздействию объёмного неравнокомпонентного сжатия, имел меньшую газоносность.

Результаты, относящиеся к образцу 3, являются ключом для обоснованной и логически последовательной интерпретации данных петрографических и десорбционных исследований. Для этого достаточно предположить, что выброс был спровоцирован повышенной долей летучих веществ в некоторой области угольного пласта. На это косвенно указывает более высокое значение  $V^{daf}$  в образце 3, который отобран в поверхностном слое ниши, образованной выбросом. Параметры сорбционной кинетики и петрография выброшенного угля претерпевают изменения при газодинамических явлениях (ГДЯ), подобные тем, какие происходят под действием искусственно прикладываемых разрушающих напряжений [3]. В результате и в том и в другом случае наблюдается уменьшение газоносности угля.

Для того чтобы разобраться в причинах изменений, следует учесть, что в ходе десорбции происходит трансформация механизма выделения газа. Согласно работе [16], ещё во время подготовки к измерениям, когда мы производим сброс избыточного давления в камере насыщения, имеет место начальная фаза десорбции: происходит эвакуация метана из открытых пор и трещин угля. Отличительной особенностью начальной фазы является фильтрация газа в открытых порах угля. В этой фазе за несколько десятков секунд давление метана в открытых порах угля уменьшается от исходного (равновесного) значения в несколько МПа до единиц кПа.

Заключительная фаза, наоборот, отличается большой продолжительностью и слабой интенсивностью выделения газа. Между начальной и заключительной фазами десорбции метана из угля имеет место продолжительная переходная фаза, в которой происходит смена ведущей роли механизмов выхода метана – от фильтрации к диффузии.

Учитывая реализуемые в данных опытах условия подготовки к измерениям, следует заключить, что регистрация десорбции в нашем случае начинается только с переходной фазы. Иными словами, значительный вклад в поток газа в самом начале регистрируемой десорбции обусловлен не завершённым ещё процессом фильтрации газа транспортными каналами (открытыми порами и трещинами).

На рис. 3 заметно различие начальной скорости десорбции метана из угля этих образцов.

Согласно теории вязкого ламинарного фильтрационного течения газа [17], его поток  $I$  пропорционален перепаду квадрата давления газа в открытых порах и проницаемости  $k$  угля -  $I \sim \kappa \cdot \Delta(P_{on}^2)$ . Как видно из рис. 3, при переходе от образца 1 угля к образцам 2 и 3 поток газа возрастает в 2 раза. Это однозначно указывает на то, что структура, которую имел уголь перед выбросом (и после ГДЯ) отличается от структуры угля из спокойной области.

Если предположить, что в момент начала регистрации десорбции перепад давления метана в открытых порах во всех образцах угля был одинаков, то обнаруженный рост газового потока следует связывать с таким же увеличе-



нием проницаемости угля. Рост фильтрационных характеристик при переходе от образца 1 к образцам 2 и 3 можно заметить и по характеру изменения параметра  $\tau_1$  интерполяционной функции.

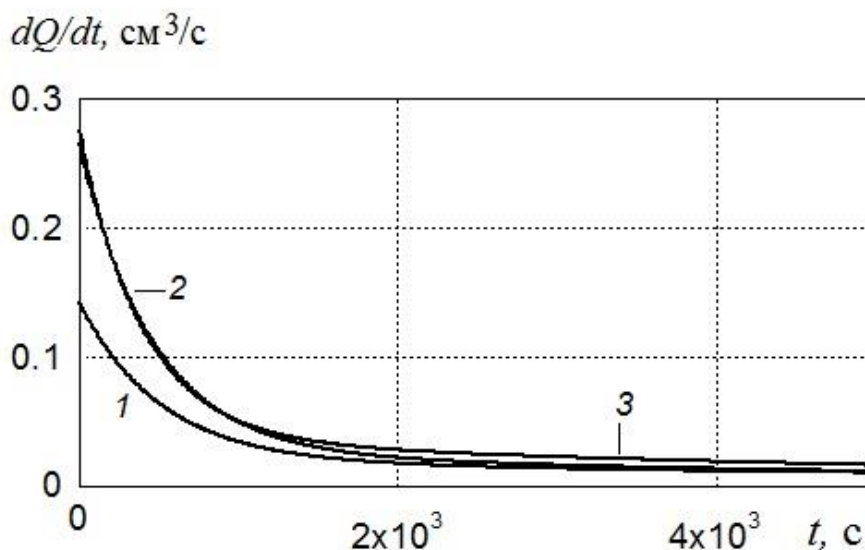


Рис. 3. Изменение скорости истечения метана при его десорбции из образцов угля. Обозначения такие же, как и на рисунке 2

Уменьшение газоносности угля при его разрушении может быть также следствием «вскрытия» наиболее крупных закрытых пор в крупных блоках угля. Для более детального анализа, включающего количественные оценки изменений фильтрационных и диффузионных характеристик угля, необходимы аналогичные сведения о кинетике десорбции из образцов угля в более крупных гранулах [18].

### Выводы

Таким образом, анализ кинетики десорбции метана указывает на то, что петрография угля чувствительна к условиям залегания пласта. Обнаружено, что повреждения угля во время выброса приводят к уменьшению содержания летучих веществ и объема метана в блоках угля. Исследования дают основание полагать, что зона пласта перед выбросом, который произошел 23.05.2008 г., характеризовалась повышенной концентрацией метана и летучих веществ в угольном веществе. Эти факторы способствовали развитию газодинамического явления.

Сопоставление данных сейсмического зондирования поля шахты «Краснолиманская» и сорбционных характеристик угля в зоне пласта  $l_3$  перед выбросом указывает на то, что аномалии когерентности и кривизны волнового поля связаны с неоднородностью плотности, трещиноватости и проницаемости угольного пласта и могут служить прогностическим критерием зон повышенной метаноносности.

1. *Иванов Б.М.* Механические и физико-химические свойства углей выбросоопасных пластов / Б.М. Иванов, Г.Н. Фейт, М.Ф. Яновская. – М.: Наука, 1979. – 195 с.
2. *Хренкова Т.М.* Исследование продуктов механодеструкции газового угля, применяемого в процессе гидрогенезации / Т.М. Хренкова, Н.Л. Голденко // Химия твердого топлива. – 1978. – № 5. – С. 44–45.
3. *Ревва В.Н.* Влияние уровня шарового тензора на физико-механические свойства углей при их разрушении в объёмном поле сжимающих напряжений / В.Н. Ревва, В.А. Васильковский, А.В. Молодецкий // Геотехническая механика: Межвед. зб. науч. тр. Ин-т геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2010, – №. 91. – С. 128–140.
4. *Алексеев А.Д.* Особенности структуры угля выбросоопасных зон / А.Д. Алексеев, В.А. Васильковский, Е.В. Ульянова [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: «Горная книга». – 2010. – №8. – С. 164–179.
5. *Будков А.М.* Закономерности взаимодействия сейсмических волн с протяженными структурными нарушениями / А.М. Будков, Г.Г. Кочарян // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2008. – №2. – С. 56–69.
6. *Анциферов А.В.* Применение сейсморазведки при решении проблемы добычи метана угленосных формаций / А. В. Анциферов, В. А. Анциферов, М. Г. Тиркель [и др.] // Геофизический журнал. – 2010. – Т. 32. – № 5. С. 117–125.
7. *Довбнич М.М.* Перспективы геофизики и геомеханики при прогнозе зон тектонических деструкций углепородного массива / М.М. Довбнич, Я.В. Мендрий, А.И. Компанец, И.А. Виктосенко // Уголь Украины. – 2012. – №1. – С. 44–48.
8. *Мендрий Я.В.* Развитие технологии расчета когерентности на основе усовершенствованных моделей сейсмической записи / Я.В. Мендрий, Ю.К. Тяпкин // Геофизический журнал. – 2012. – № 3. – С. 102–115.
9. *Chopra S.* Volumetric curvature attributes for fault/fracture characterization / S. Chopra, K. Marfurt // First Break. – 2007. – V. 25, № 7. – P. 35–46.
10. *Ковалева И.Б.* Зависимость кинетики сорбции метана от структуры угля / И.Б. Ковалева, Е.А. Соловьева // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2006. – №2. – С. 28–35.
11. *Курленя М.В.* Десорбция и миграция метана в термодинамически неравновесном угольном массиве / М.В. Курленя, С.В. Сердюков // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2008. – №2. – С. 61–68.
12. *Алексеев А.Д.* Физика угля и горных процессов: монография / А.Д. Алексеев; Ин-т физики горных процессов НАН Украины. – Киев: Наук. думка, 2010. – 423 с.
13. *Васильковский В.А.* Фазовые состояния и механизмы десорбции метана из угля / В.А. Васильковский, А.Н. Молчанов, Н.А. Калугина // Физико-технические проблемы горного производства: сб. науч. тр. / Ин-т физики горных процессов НАН Украины. – Донецк, – 2006. – №9. – С. 62–70.
14. *Алексеев А.Д.* Кинетика и механизмы десорбции метана из угля / А.Д. Алексеев, В.А. Васильковский, Н.А. Калугина // Физико-технические проблемы горного производства: сб. научн. тр. / Ин-т физики горных процессов НАН Украины. – Донецк, 2005. – Вып. 8. – С. 9–21.

15. *Алексеев А.Д.* Радиофизика в угольной промышленности / А.Д. Алексеев, В.Е. Зайденварг, В.В. Синолицкий, Е.В. Ульянова. – М.: Недра, 1992. – 184 с.
16. *Васильковский В.А.* Трансформация механизма десорбции метана из угля. Три фазы десорбции / В.А. Васильковский // Физико-технические проблемы горного производства: сб. науч. трудов. / Ин-т физики горных процессов НАН Украины. – Донецк, 2009. – №12. – С. 4–10.
17. *Лейбензон Л.С.* Движение природных жидкостей и газов в пористой среде / Л.С. Лейбензон. – М.-Л.: ОГИЗ. – 1947. – 244 с.
18. *Васильковский В.А.* Метод определения фильтрационной и диффузионной составляющих характерного времени десорбции метана из каменного угля / В.А. Васильковский // Вести Донецкого горного института. – 2008. – № 1. – С. 101–108.

*В.А. Васильковський, В.Г. Грінєв, М.М. Довбнич, Я.В. Мендрій*

### **СЕЙСМІЧНЕ ЗОНДУВАННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ МЕТАНОСНОСТІ ВУГІЛЛЯ ШАХТИ «КРАСНОЛИМАНСЬКА»**

Наведено дані сейсмозв'язки поля шахти «Краснолиманська» і сорбційних характеристик вугілля в зоні пласта  $l_3$  до і після викиду, який стався 23.05.2008 р. У зазначеній зоні сейсмічне зондування виявляє зниження щільності гірських порід, викликане, ймовірно, підвищеною трещиноватістю. Сорбційні та петрографічні дослідження показали, що зона пласта напередодні викиду характеризувалася високою концентрацією метану і летких речовин. Диспергування вугілля під час викиду призводить до зменшення сорбційної метаносності і змісту летких речовин у вугільній речовині.

**Ключові слова:** сейсмічне зондування, трещиноватість, газосність, десорбція, метан.

*V. Vasilkovskiy, V. Grinev, M. Dovbnich, Ya. Mendrii*

### **SEISMIC SOUNDING AND DETERMINING THE CONTENT OF METHANE IN COAL MINES KRASNOLIMANSKAYA**

The data of the seismic field of mine "Krasnolimanskaya" and sorption characteristics of coal in the zone of layer of  $l_3$  before coal mine bump, which occurred 23.05.2008. In this area the seismic sensing detects a reduction in the density of rocks. Sorption and petrographic studies showed that the area of a formation on the eve of the release was characterized by a high concentration of methane and other volatile substances. The dispersion of coal during mine bump is accompanied by reduction of volume of methane in coal.

**Keywords:** seismic sounding, fracturing, foulness, desorption, methane.