

Д-р техн. наук В.А. Гончаренко,  
канд. геол.-мин. наук Л.И. Пимоненко  
(ИГТМ НАН Украины)

## **НЕТРАДИЦИОННЫЙ ПРОГНОЗ ЗОН СКОПЛЕНИЙ МЕТАНА В ПОГРАНИЧНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЯХ НА ШАХТНЫХ ПОЛЯХ ДОНБАССА**

На основі зв'язку газодинамічних явищ (ГДЯ) з тектонічними порушеннями показано, що для ефективного підвищення видобутку метану на шахтах слід використовувати прикордонну тектоніку, в якій можна прогнозувати газонасичені структури за допомогою польової та свердловинної геофізики.

## **UNTRADITIONAL PROGNOSIS OF AREAS OF METHANE ACCUMULATIONS IN THE BOUNDARY TECTONICAL FAULTS ON THE MINING FIELDS OF THE DONBASS**

On the basis of relation between the gas dynamic phenomena and the tectonic faults, it was shown that for effective increase of methane production on the mines it is necessary to use the tectonics, which helps to forecast the gas - bearing structures using the field and borehole geophysics.

Донецкий бассейн в условиях дефицита топливно-энергетических ресурсов и постепенного истощения запасов угля можно рассматривать как комплекс перспективных газовых месторождений. Поэтому сейчас большое внимание уделяется вопросам прогноза, добычи и утилизации метана на отдельных шахтах [1].

Однако прогноз газоносности на шахтных полях осуществляется без учета зон пограничной тектоники. В пограничных зонах крупных тектонических нарушений, являющихся в основном природными границами шахт, углепородный массив зачастую находится в условиях аномального напряженного состояния, которое способствует возникновению ГДЯ при внедрении геологоразведочных и подземных скважин или горных выработок. Об этом убедительно свидетельствует статистика горных работ в аварийных ситуациях. В этих зонах, достигающих порой нескольких километров, шахты не ведут добычу из-за сложных горно-геологических условий и, соответственно, подсчет запасов газа осуществляется без учета метана, содержащегося в них.

В настоящее время, когда перед горняками Донбасса стоит реальная задача, связанная с максимальным увеличением добычи угольного метана, имеет смысл обратить внимание на эти нарушения и включить их в перечень объектов для прогноза газоносности. Поэтому целью данной работы является изучение особенностей пограничной тектоники, обрамляющей шахтные поля, для прогнозирования зон скопления метана на основе выделенных геофизическими методами зон влияния структур.

В результате теоретических геолого-геохимических исследований показано, что механическая энергия, вызывающая упругие и пластические (быстрые и длительные) деформации горных пород, оказывает существенное, а во многих случаях и определяющее влияние на весь комплекс физико-химических процессов образования и накопления углеводородов [2, 3]. Образование механической энергии

может быть вызвано природными и техногенными процессами. Под воздействием механических полей в горных породах возникает большое количество дефектов, что приводит к изменению структуры веществ, за счет ослабления и разрыва внутри- и межмолекулярных связей. Такая трансформация упругой энергии в химическую способствует образованию и аккумуляции углеводородов.

Лабораторными экспериментами установлено, что даже слабые упругие колебания приводят к заметному изменению органического вещества в условиях сравнительно низких (20-70°) температур и, следовательно, могут вызывать генерацию газов под действием техногенных процессов, связанных с разработкой месторождений [4].

Природные тектонические процессы, обусловившие формирование складок и разрывов, происходят на протяжении всего времени образования Донбасса. В пределах бассейна встречаются разрывные и складчатые нарушения различных типов и величин – сбросы, надвиги, флексуры, сдвиги. В общем, преобладают надвиги, которые в большинстве случаев являются границами шахтных полей.

Начальной стадией образования как складчатых, так и разрывных нарушений является появление микродислокаций. Разрывные нарушения, исходя из теории М.В. Гзовского [5], образуются в результате слияния микродислокаций под действием многократно активизирующихся и различных по величине и направлениям напряжений. Нарушения в плане представляют собой полосообразные участки сгущения и разрежения трещин и микротрещин, расположенные на значительном расстоянии от плоскости сместителя. В некоторых случаях эти участки достигают 2 км. И если плоскости крупноамплитудных сместителей, которые выходят на поверхность, дегасируют углепородную толщу, расположенную на небольшом расстоянии от разрыва, то остальная ее часть, нарушенная мелкими разрывами, может сохранять газ и под действием механической энергии (природной и техногенной) продолжать его генерировать.

МакНИИ собраны и проанализированы по шахтам Донбасса данные и литературные источники по ГДЯ – выбросам угля и газа, суфлярам, газовыделениям в скважинах, которые отражают наличие свободного газа в массиве. Сопоставление мест фактического проявления ГДЯ с пограничными тектоническими нарушениями указывает на приуроченность к ним повышенных газовыделений [6-8].

В Центральном районе Донбасса увеличение количества суфляров метана и выбросов отмечено в висячих крыльях Артемовского надвига (ш. им. Ф.Э. Дзержинского), в лежащих крыльях Горловского (ш. «Кочегарка» и ш. им. Гаевого) и Юнкомовского (ш. Юнком) надвигов, в зонах влияния Артемовской флексуры, флексуры-надвига «Комсомолец». Большое количество выбросов приурочено к среднеамплитудным Софиевскому, Енакиевскому, Чегарским и Румянцевским надвигам.

Аналогичная ситуация наблюдается на шахтах Донецко-Макеевского района. В этих случаях отдельные скважины и группы скважин с газопроявлениями расположены в пределах крупно- и среднеамплитудных флексурных и антиклинальных складок, зонах влияния крупных нарушений.

Интенсивные газовыделения отмечены в зоне влияния Калининского надви-

га (скв. № 3482), Ветковской флексуры (скв. № 3661). Так, при приближении работ по угольному пласту  $k_3$  к Калининскому надвигу на расстоянии 860 м газообильность выработок составляла 14-15 м<sup>3</sup>/т с.д., 240 м – 27-28 м<sup>3</sup>/т с.д., 10-30 м – 32-33 м<sup>3</sup>/т с.д. [7].

Таким образом, приведенные особенности пограничной тектоники шахтных полей, в связи с выявленными там ГДЯ по скважинам и горным выработкам, позволяют рекомендовать эти неосвоенные участки в качестве резерва для увеличения газового потенциала шахт.

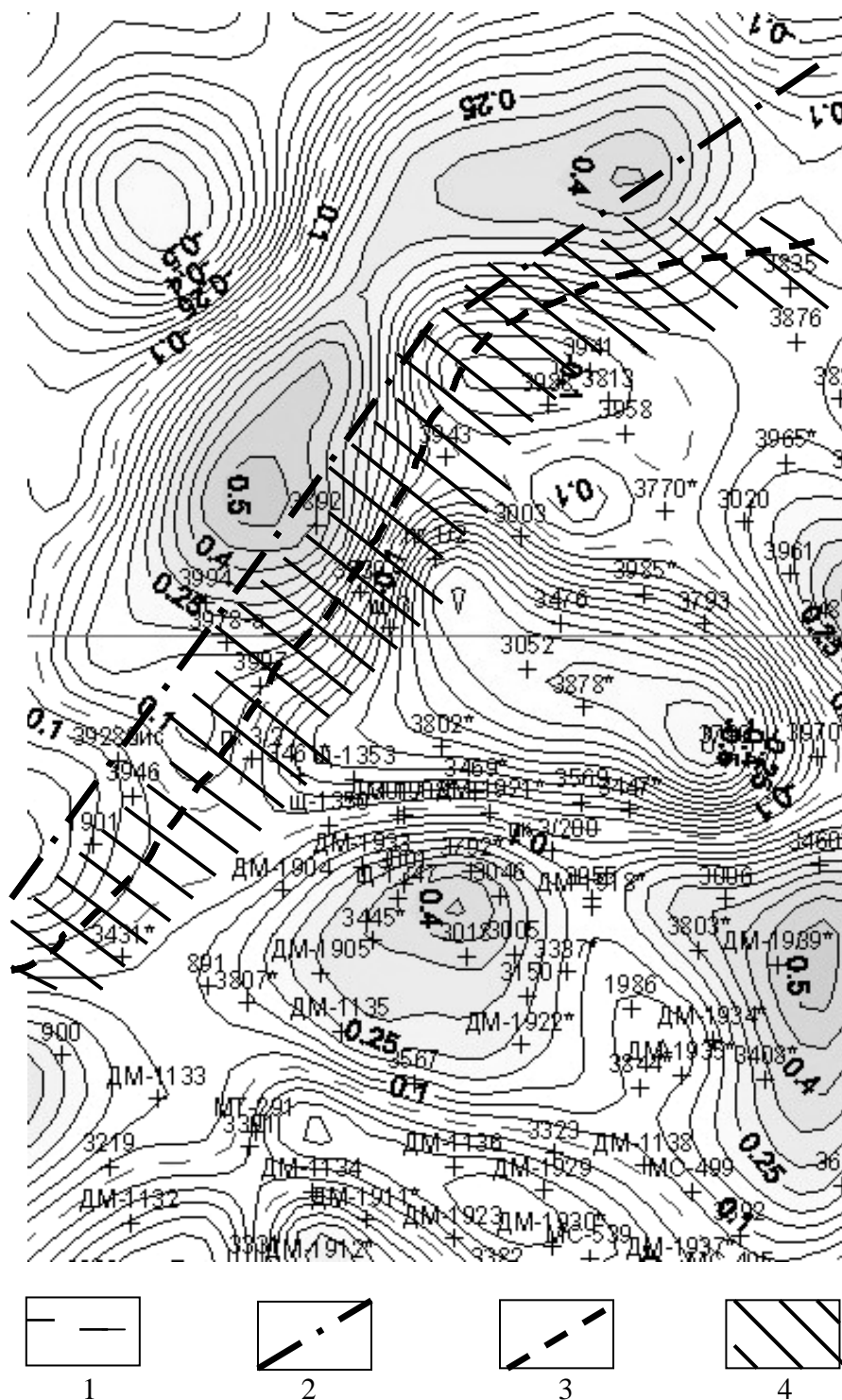
В настоящее время местоположение крупноамплитудных нарушений на планах горных работ наносится по геологоразведочным данным и в дальнейшем уточняется по результатам горных работ. Количество таких данных сравнительно невелико, поэтому структура нарушения и зона его влияния показываются недостаточно достоверно [9].

Для эффективного прогноза зон скопления метана (ЗСМ) в условиях пограничной тектоники весьма перспективно применение современного комплекса методов разведочной геофизики, которая на угольных месторождениях представлена довольно обширным комплексом современных полевых (грави-, магнито-, сейсмо- и электроразведкой) и скважинных методов [10]. Полученная с их помощью информация позволяет на основе применения современных компьютерных технологий обработки и интерпретации по площади и разрезам исследуемой угленосной толщи выполнить построение карт соответствующих геофизических полей, гипсометрии угольных пластов и вмещающих песчаников и на их основе спрогнозировать местоположение отдельных газоносных структур с оценкой их продуктивных параметров [11].

В качестве примера использования гравirazведки для поиска и разведки тектонических структур с ЗСМ можно привести результаты интерпретации остаточных аномалий  $\Delta g_{ост}$  (масштаб 1:25000) по полю шахты им. А.Ф. Засядько и примыкающему к нему участку разведки Кальмиусский рудник. Карта построена путем разницы осреднений нормального поля  $\Delta g$  на подвижных окнах 3×3 точки (200×200 м) способами программной системы Surfer [11]. Фрагмент этой карты приведен на рис. 1.

Основной тектонической структурой в этой части участка является Ветковская флексура. Она имеет северо-восточное простирание; западное крыло крутое (до 60°-70°), восточное пологое, амплитуда – сотни метров, длина по простиранию порядка 22-25 км. В вертикальном разрезе флексура представляет изогнутую толщу пород, в которой чередуются породы с различными физико-механическими свойствами: трещиноватые песчаники (коллектора газа), перекрытые пластами известняков и аргиллитов (покрышки) образуют оптимальные условия для накопления газа. Сочетание таких условий предполагает существование целого ряда серий пород, содержащих газ. Это подтверждается тем, что наиболее мощные суфляры и выбросы на шахте им. А.Ф. Засядько отмечены при приближении к Ветковской флексуре. Например, на участке Кальмиусский Глубокий – скважины № 3586 и № 3662. В скважине № 3586 наблюдалось газовыделение в течение 24 часов из песчаника залегающего в кровле угольного

пласта  $m_9$  на глубине 1030,0 м. В скважине № 3662 газ выделялся из песчаника, приуроченного к верхней части свиты  $C_2^7$ . Выделение сопровождалось выбросами воды и шлама. Высота выбросов достигала 18-20 м.



1 – изолинии  $\Delta g_{\text{ост}}$ ; 2 – крупные тектонические нарушения (по данным геологоразведки); 3 – крупные тектонические нарушения (по данным гравиразведки); 4 – зоны влияния крупных тектонических нарушений (по результатам интерпретации гравитационного поля)

Рис. 1 – Результаты интерпретации гравитационного поля на поле шх. им. А.Ф. Засядько и участка доразведки Кальмиусский рудник:

Проведенная качественная интерпретация этого поля позволила выделить линеamentную тектоническую зону северо-западного направления, которая в принципе совпадает с построенными ранее по данным геологоразведки Ветковской флексурой и Пантелеймоновским надвигом и позволяет уточнить их области влияния на углепородный массив. Так, ширина областей влияния этих нарушений колеблется в пределах 1,5-1,75 км и там же отмечаются аномальные газопроявления по скважинам и в горных выработках.

При этом Пантелеймоновский надвиг в гравитационном поле находится в зоне перехода положительных аномалий к отрицательным, то есть в зоне больших градиентов  $\Delta g$ . Это позволяет предположить, что указанный тип тектонических нарушений может однозначно выделяться в гравитационном поле. Кроме того, такая интерпретация является более информативной и позволит уточнить положение нарушений, а также выделить зоны их влияния. Сочетая такие построения с вертикальными разрезами по данным каротажа, можно более надежно прогнозировать газовые структуры в пограничных участках шахтного поля.

Полученные результаты интерпретации гравитационных съемок можно дополнить данными по геофизическим исследованиям скважин, по сейсмическим, электроразведочным, эманационным и др. работам, что позволит, с использованием разработанных компьютерных программ [11], представить углепородный массив шахты с прогнозными ЗСМ в объемном виде – 3Д.

Важной особенностью, способствующей достижению высокой информативности предлагаемого геолого-геофизического прогноза газоносности для горно-геологических условий шахт в Донбассе, является выполнение комплексной интерпретации данных. Такая методика предполагает совместное использование двух подходов: от геологических представлений и от особенностей физических полей. Подобной системе свойственно наличие прямых и обработанных системообразующих связей, которые обеспечивают саморегулируемость системы. Посредством внутренних связей достигается дополнение информации одного метода данными другого, а внешних – увязка с геологическими данными. В результате повышается надежность и информативность прогноза.

Таким образом, проведенные исследования указывают на то, что дополнительное привлечение к прогнозу газоносности пограничной тектоники шахтных полей позволит значительно увеличить в Донбассе потенциальные запасы метана для промышленных и бытовых нужд. При этом для поисков и детальной разведки зон скопления метана следует использовать существующие методы разведочной геофизики, которые позволят существенно снизить затраты на эти работы и повысить достоверность их результатов

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булат А.Ф. Создание индустрии шахтного метана в топливно-энергетическом комплексе Украины // Геотехн. механика: Межвуз. сб. научн. работ, Ин-т геотехнич. механики НАН Украины. – Днепропетровск: 1998. – Вып. 10. – С. 3-8.
2. Ting F.T.C. Uniaxial and biaxial vitrinite reflectance models and fossil fuel exploration/ London: Acad / Press, 1981. – P. 379-392.
3. Вышемирский В.С. Геологические условия метаморфизма углей и нефтей / Саратов: изд. Саратовского университета, 1963. – 377 с.

4. Черский Н.В., Царев В.П., Сороко Т.И. и др. Влияние тектоно-сейсмических процессов на образование и накопление углеводородов / Новосибирск: Наука, – 1985. – 222 с.
5. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Недра, 1975. – 536 с.
6. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Пимоненко Л.И. и др. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений. – Киев: Наук. думка, 1994. – 145 с.
7. Лысенко И.Ф. Газоносность угленосной толщи среднего карбона и ее связь с внезапными выбросами угля и газа в Центральном и Донецко-Макеевском районах Донбасса / Дис. ... канд. геол.-мин. наук, спец. 04.00.16. Ленинград, 1983. – 245 с.
8. Козлов С.С. Региональные закономерности распределения газодинамических явлений в Донбассе / Автореф. ...канд. геол.-мин. наук. – Спец. 04.00. 16. – Днепропетровск, 1982. – 23 с.
9. Лукинов В.В., Пимоненко Л.И., Подрезенко И.Н. Анализ тектонических условий залегания угольных пластов по картам локальных структур / Уголь Украины, 1989. – № 4. – С. 39-40.
10. Гончаренко В.А. Возможности геофизических методов для изучения техногенного влияния на углеводородный массив шахт в Донбассе // Геотехн. механіка: Межвід. зб. наук. праць.– Дніпропетровськ: ІГТМ НАН України, 2002. – Вип. 35. – С. 81-88.
11. Гончаренко В.А. Разработка основ компьютерной технологии прогнозирования зон скопления метана на угольных месторождениях // Геотехн. механіка: Межвід. зб. наук. праць.– Дніпропетровськ: ІГТМ НАН України, 2005. – Вип. 56. – С. 40-48.

**УДК 622.831.322.635**

Д-р техн. наук С.П. Минеев  
(ИГТМ НАН Украины)

канд. техн. наук А.А. Рубинский (МакНИИ)

**О МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВЫБРОСООПАСНОСТИ  
ЗОН ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ НА ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ  
ПЛАСТАХ ДОНБАССА**

Розглянуто розвиток засобів прогнозу викиднебезпечності вугільного масиву коло гірничо-геологічних порушень на пологих вугільних пластах, що впроваджуються в Донбасі.

**ABOUT THE METHODOLOGY OF AN ESTIMATION OF AN EXTENT  
OF OUTBURST HAZARD OF BANDS OF GEOLOGIC FAILURES  
ON FLAT BENCH OF DONBASS COALS**

Development of the basic ways of the forecast of dangerous outburst a coal massif near to mountain – geological infringements on the flat coal layers used in Donbass is considered.

Опыт разработки выбросоопасных угольных пластов показывает, что зоны геологических нарушений являются участками повышенной газодинамической активности. Кроме того, при подходе очистного забоя к геологическому нарушению отмечается резкое снижение устойчивости боковых пород, возникают опасные ситуации из-за их расслоений. В указанных зонах, как правило, происходят обрушения и высыпания угля, выдавливание и выдвигание пласта, внезапные разломы почвы или кровли, внезапные прорывы метана, суфляры геологического характера, резкие осадки кровли, внезапные выбросы угля и газа [1, 2].

Для определения степени влияния зон геологических нарушений на выбросоопасность угольных пластов ранее МакНИИ был выполнен анализ условий 1247 выбросов угля и газа, произошедших на 33-х шахтах Донецко-Макеевского района Донбасса. В результате проведенного анализа было установлено, что из 360 выбросов угля и газа и из 887 выбросов, происшедших при сотрясательном взры-