

Кореляційний аналіз зв'язків між параметрами газоносності вугільних пластів та геологічними параметрами вугленосної товщі для об'єктів дослідження показав, що для різних шахтних полів одні чи інші фактори розподілу газів відіграють різну роль. Так, для більшості об'єктів суттєвий вплив на газоносність та вміст метану у вільній формі спричиняє наявність у вугільних пластах великоамплітудних розривів. Але вплив не є однозначним. Деякі розриви дегазують пласти, а деякі підвищують їхню газоносність. Такий же неоднозначний вплив розривів на кількість метану у вільній формі. Тож, для здійснення достовірних прогнозів потрібно для кожного об'єкту виявляти та оцінювати залежності параметрів газоносності від тектонічних розривів. На більшості об'єктів зафіксовано суттєвий вплив глибини залягання вугільного пласта на його газоносність. У сучасному інтервалі розробки вугільних родовищ з глибиною газоносність та вміст метану у вільній формі як правило збільшуються. Для поля шахти Білечка зафіксовано суттєвий вплив інтенсивності кривизни локальних структур на вміст метану у вільній формі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравцов А.И., Ефремов К.А. Влияние геологических факторов на распределение природных газов в угольных пластах и вмещающих породах// Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. - Том. 3.- М.: Недра, 1980. - С. 74 - 101.
2. Брижанев А.М., Глазов Р.А. Закономерности размещения метана в Донецком бассейне. - Вып. 6. -М.: ЦНИИУГоль, 1987. - 17 с.

УДК 553.94:551.24:550.8.07/08

В.А. Гончаренко, Л.И. Пимоненко  
(ИГТМ НАН Украины)

### ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗОН СКОПЛЕНИЙ МЕТАНА В ДОНБАССЕ

Реализованный компьютерный прогноз зон скупчень метана за результатами геолого-геофизических исследований свердловин в межах поля шахти ім. А.Ф. Засядька та прилеглої ділянки «Кальміуський рудник».

### THE POSSIBILITIES OF COMPUTER TECHNOLOGY FOR PROGNOSIS OF THE ZONE OF METHANE CONCENTRATION IN THE DONETS BASIN

The Marketed computer prognosis of the zones of methane concentration on the basis of the results of well log mining hole investigation in the area of A.F. Zasadko mine and the adjoining area «Kalmiussky mine».

Эффективное решение проблем дегазации угольных шахт Донбасса позволяет обеспечить не только безопасное ведение горных работ, но и осуществлять промышленную добычу метана. Многолетний опыт работ по дегазации углепородного массива скважинами, пробуренными с поверхности на поле шахты им. А.Ф. Засядько (Донецко-Макеевский геолого-промышленный район Донбасса),

показал, что для их продуктивной и продолжительной работы принципиальное значение имеет заложение этих скважин в зонах скопления метана (ЗСМ) [1].

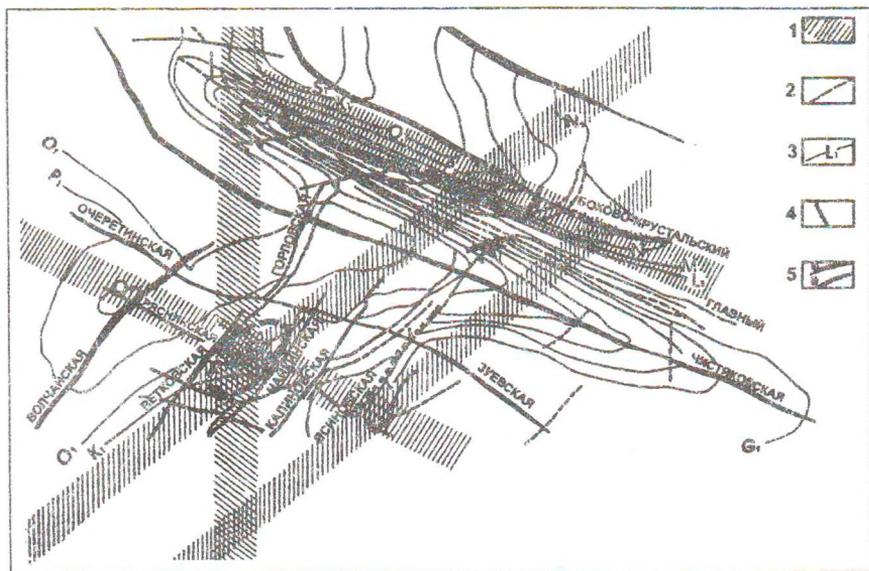
В институте геотехнической механики НАН Украины накоплен значительный объем исследований по изучению природных и техногенных факторов влияющих на формирование скоплений метана в горном массиве и разработана концепция комплексной дегазации угольных шахт Донбасса [2]. В плане развития и эффективного внедрения этой концепции разработаны основы компьютерной технологии прогнозирования локальных ЗСМ в углепородном массиве шахт по геолого-геофизическим данным, полученным на стадии разведочных работ, которая содержит следующие модули [3]:

- базы исходных геолого-геофизических данных, включающих геологические параметры разрабатываемых угольных пластов и вмещающих пород, привязанные к пространственным координатам;
- подготовки и обработки исходных геолого-геофизических данных;
- построения карт гипсометрии угольных пластов, локальных структур, палеопотоков, газозакранирующих интервалов и изопахит;
- интерпретации геолого-геофизических данных для выделения в исследуемом углепородном массиве ЗСМ;
- качественной и количественной оценки продуктивных параметров для расчета запасов метана прогнозируемых ЗСМ;
- вывод необходимой цифровой, графической и текстовой информации в виде заключений или отчетов.

Предложенная компьютерная технология позволяет представить тектоническую структуру определенного объема углепородного массива и в сочетании с анализом литолого-фациальных условий этого массива выделить в нем зоны возможного скопления метана.

Целью проведенных исследований было изучение возможности реализации компьютерного прогноза ЗСМ в пределах поля шахты им. А.Ф. Засядько и прилегающего участка доразведки «Кальмиусский рудник».

В региональном плане этот объект расположен на пересечении глубинных тектонических разломов: субширотного Южно-Донецкого, субмеридионального Керченско-Славянского и диагонального Волновахско-Чернухинского, которые проявляли активность на всем протяжении формирования Донецкого бассейна и обусловили образование складчатых и разрывных нарушений различных типов, порядков и направлений. Среди них следует выделить крупномасштабные нарушения различных типов являются границами тектонического блока, в пределах которого находится шахта им. А.Ф. Засядько и участок доразведки «Кальмиусский рудник (на рис.1 они выделены пунктиром): на юге это субширотный Мушкетовский надвиг, на западе и востоке – соответственно Ветковская и Чайкинская флексуры, на севере – Кальмиус-Торецкая котловина.



1 – зоны глубинных разломов по данным ГСЗ; 2 – разрывные нарушения; 3 – выходы известняков; 4 – флексуры; 5 – оси антиклинальных и синклиналиных складок

Рис. 1 – Тектоническая схема Центрального и Донецко-Макеевского районов (по М.А. Бородулину, 1982)

Очевидно, что такое геотектоническое положение изучаемого объекта предопределяет возникновение в углепородном массиве малоамплитудной нарушения, повышенной газоносности и напряженного состояния, а также многочисленных газодинамических явлений – выбросов угля и газа, суфляров, происшедших в процессе горных работ на отработываемых шахтой угольных пластах:  $k_8$ ,  $\zeta_1$ ,  $\zeta_4$  и  $m_3$  (марки угля Ж и К). Для стратиграфического разреза шахты им. А.Ф. Засядько характерны мощные пласты (30 – 50 м) песчаников с открытой пористостью до 10 %. Наличие над пластами песчаников слабопроницаемых или практически непроницаемых пластов известняков, особенно в сочетании с аргиллитами, обуславливает сохранность скоплений метана в таких структурах.

Судя по аномальным тектоническим и литолого-фаціальным условиям на поле шахты им. А.Ф. Засядько и прилегающем участке доразведки «Кальмиусский рудник» основным классом локальных скоплений метана является структурный, в котором наблюдаются положительные локальные складки, содержащие основные объемы свободного газа, мигрирующие из угольных пластов во вмещающие породы коллекторы, перекрытые газонепроницаемыми породами.

Одним из наиболее перспективных для формирования ЗСМ по литолого-стратиграфическим условиям на объекте исследований является интервал между угольным пластом  $m_3$  и известняком  $M_5$ . Расположенный выше обрабатываемого угольного пласта  $m_3$  на расстоянии порядка 20 м пласт песчаника  $m_4Sm_4^1$  мощностью от 35 до 50 м, перекрыт пластом известняка  $M_5$  (мощностью до 1,7 м). Песчаник, является достаточно хорошим коллектором, а практически непроницаемый известняк – покрывшей.

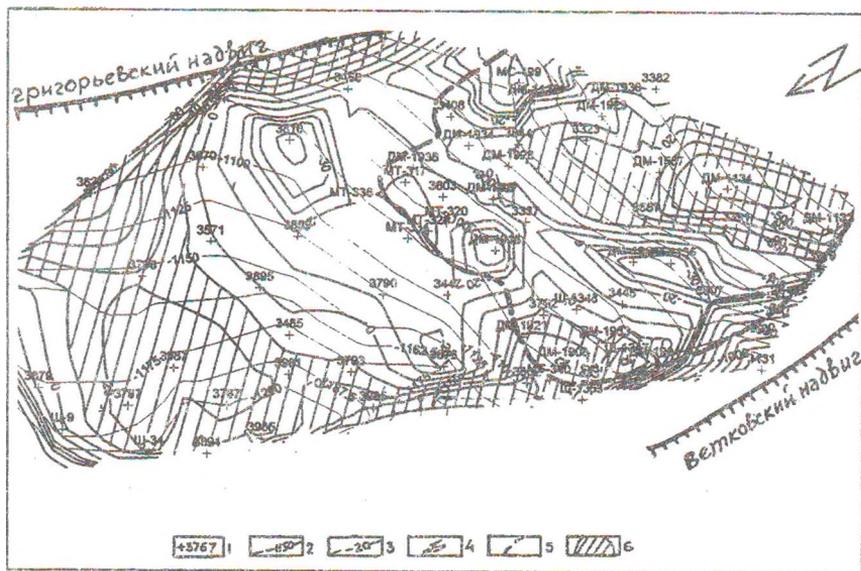
Наиболее благоприятными зонами для скопления свободного метана в песчаниках могут быть места пересечения стречневых участков палеопотоков (характеризуются коэффициентом относительной мощности песчаника –  $K_{\text{омп}}$ ) с антиклинальными локальными структурами. В стречневых участках русловые песчаники отличаются максимальной газоемкостью за счет повышенных значений пористости, а в пределах антиклинальных локальных структур формируются трещиноватые зоны, повышающие фильтрацию газа [4].

С помощью разработанной компьютерной технологии прогнозирования локальных ЗСМ выполнялось построение комплекта карт, характеризующих строение углепородного массива в указанном выше интервале  $m_3 - M_5$ . Карты строились по подошве угольного пласта  $m_3$ , так как угольные пласты являются основным объектом изучения и по геологическим и геофизическим данным выделяются наиболее точно. В модуль базы данных были введены координаты устьев скважин, с их номерами; отметки почвы пласта с учетом альтитуды; мощности песчаника  $m_4Sm_4^1$  и коэффициенты относительной мощности ( $K_{\text{омп}}$ ) песчаника  $m_4Sm_4^1$ , рассчитанные по исходным геолого-геофизическим разрезам скважин. По этим данным на компьютере были построены карты: гипсометрии и локальных структур, угольного пласта  $m_3$ , изопакит и  $K_{\text{омп}}$  песчаника  $m_4Sm_4^1$ , необходимые для анализа тектонических и литолого-стратиграфических условий скопления метана и возможности прогнозирования ЗСМ.

Построение карт и разрезов осуществлялось с помощью специализированного пакета Surfer, в котором представлен сравнительно большой выбор алгоритмов пространственной интерполяции: Kriging, Inverse Distans, Polinomial Regression и др. (всего 8 алгоритмов). Проведенные исследования показали, что наиболее оптимальным оказался метод интерполяции на основе алгоритма триангуляции (Triangulation with Linear Interpolation) [3].

Процедуры построения карт изолиний и графиков поверхностей потребовали, чтобы данные были представлены в формате сеточного GRD-файла, который создается на основе данных о координатах точек опробования по скважинам или по пикетам в горных выработках ( $X$ ,  $Y$ ) и значений гипсометрии пласта в этих точках ( $Z$ ). Далее программа MAP создает карты в изолиниях или цветовых градациях на основе и в рамках grid-файла, который конвертируется в формат векторного описания (\*.dxf). Этот формат позволяет конвертировать построенную карту для анализа и обработки в программном комплексе Arc View GIS при решении задач по установлению связи локальных структур с другими картами, построенными на изучаемом угольном пласте с целью выявления ЗСМ.

На рис. 2 представлена совмещенная карта гипсометрии угольного пласта  $m_3$  и локальных структур, построенных по его подошве (аппроксимирующая поверхность – полином I-й степени).



- 1 – скважина и её номер; 2 – изолиния гипсометрии пласта  $m_3$ ; 3 – изолиния локальных структур; 4 – направление «север-юг»; 5 – граница обработанного пространства по пласту  $m_3$ ; 6 – антиклинальные локальные структуры

Рис. 2 – Совмещенная карта гипсометрии угольного пласта  $m_3$  и локальных структур на поле шахты им. А.Ф. Засядько и прилегающем участке «Кальминусский рудник»

Гипсометрия пласта отражает ступенеобразную форму поверхности пласта, которая осложнена локальными складками с амплитудами достигающими 50 – 65 м. На западе шахтного поля расположена антиклинальная складка амплитудой 50 м, ось которой субпараллельна Ветковскому надвигу (в лежачем крыле). В центральной части шахтного поля выделяются три складки (две антиклинальные и синклиальная, расположенная между ними), простирание их осей близкое к широтному. Амплитуды выделенных складок и их ширина примерно равны. В осевой части складок наблюдаются небольшие куполообразные структуры, расположенные в районе скв.: 3987 (20 м), 1134 (50 м), ДМ 1904 (40 м), ДМ 1908 (30 м). Такие структуры могут являться наиболее перспективными ловушками для формирования ЗСМ.

Проведенными работами [5] установлено, что на поле шахты им. А.Ф. Засядько вторичные складки (локальные структуры), осложняющие

тектонику полей шахты, относятся к складкам продольного изгиба. Такие складки образуются под действием сжимающих усилий, и характеризуются сохранением параметров структур в большом (до 700 м) объеме. Это обстоятельство позволяет амплитуды и конфигурацию складок, построенных в пределах одного пласта, перенести на другие пласты в том же объеме и рассматривать скопления метана в определенном, ограниченном нулевой отметкой положительных локальных структур, объеме угле вмещающей толщи.

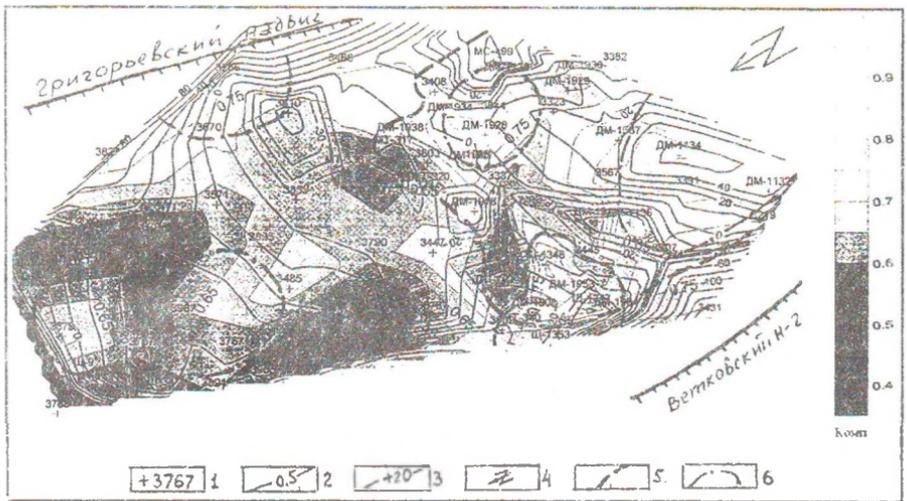
Для выделения ЗСМ на поле шахты им. А.Ф. Засядько и прилегающем участке «Кальмиусский рудник» использовалась совмещенная карта коэффициента  $K_{\text{омп}}$  для песчаника  $m_4Sm_4^1$  и локальных структур по угольному пласту  $m_3$  (рис. 3), на которой значения  $K_{\text{омп}}$  изменяются от 0,35 до 0,95. При этом максимальные значения наблюдаются на юге (скв. 1134 и ДМ-1928) и западе (скв. ДМ-1908, ДМ-1348 и ШЦ-1347) и в пространстве совпадают с локальными антиклинальными складками. Повышенное значение – 0,65 – на севере в районе скв. 3879 (одно пластопересечение) приурочено к синклинальной складке. Пониженные значения отмечаются в центральной части объекта (скв. 3792 и МТ-336) и на западе (скв. 3965) в районе крыльев складок, а на севере (скв. 3765 и 3796) – в седловидном изгибе антиклинали.

Исходя из того, что наиболее благоприятными зонами для скопления газа могут являться участки антиклинальных локальных структур, совпадающие с максимальными значениями  $K_{\text{омп}}$ , на рис. 3 такие зоны выделены и сопоставлены с известными данными о газопроявлениях в скважинах. В южной зоне, где большие значения  $K_{\text{омп}}$  совпадают с антиклинальными структурами (скв. ДМ-1928), отмечено повышенное выделение метана, а вблизи Ветковского надвига (на западе) при ведении горных работ неоднократно регистрировались суфляры, выбросы угля и газа.

В итоге на основе анализа комплекта карт, построенных с помощью разработанной компьютерной технологии в области залегания угольного пласта  $m_3$  и песчаника  $m_4Sm_4^1$ , на шахте им. А.Ф. Засядько и прилегающем участке «Кальмиусский рудник» выделены шесть прогнозных зон скопления метана (см. рис. 3), которые находятся в условиях отработанной (3 шт.) и неотработанной (3 шт.) области пласта  $m_3$ .

Достоверность такого прогноза оценивалась по наличию газопроявлений в геологоразведочных скважинах и горных выработках, а также отмеченных газодинамических явлений (выбросы угля и газа, суфляры и т.п.) в отработанной части этого пласта. Результаты сопоставлений показали удовлетворительную сходимость прогноза ЗСМ и фактических газопроявлений. Выделенные ЗСМ могут быть детализированы до необходимого масштабного уровня в компьютерном модуле вывода графической и текстовой информации (например, для выбора направлений при бурении дегазационных скважин из горных выработок).

Таким образом, на основе предложенной компьютерной технологии в опытном порядке выделены зоны скопления метана структурного типа в области залегания угольного пласта  $m_3$  и песчаника  $m_4Sm_4^1$  на шахте им. А.Ф. Засядько и



- 1 – скважина и её номер; 2 – изолиния  $K_{omp}$  в; 3 – изолиния локальных структур;  
 4 – направление «север-юг»; 5 – граница отработанного пространства по пласту  $m_3$ ;  
 6 – прогнозные зоны скопления метана

Рис. 3 – Совмещенная карта  $K_{omp}$  песчаника  $m_4Sm_2^1$  и локальных структур по угольному пласту  $m_3$  на поле шахты им. А.Ф. Засядько и прилегающем участке «Кальмиусский рудник»

прилегающем участке «Кальмиусский рудник», которые находятся в условиях отработанной и неотработанной части пласта  $m_3$ . Результаты сопоставлений показали удовлетворительную сходимость прогнозируемых областей ЗСМ и фактических газопровывлений. Предложенная технология позволяет вести прогноз ЗСМ различной степени детальности в режиме мониторинга, оперативно дополняя и анализируя поступающую геолого-геофизическую информацию, по мере продвижения горных работ и бурения дегазационных скважин.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звягильский Е.Л., Ефремов И.А., Бобрышев В.В. О выборе оптимальных точек заложения поверхностных дегазационных скважин // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ, 2004. – Вип. 49. – С. 30 – 40.
2. Булат А.Ф. Концепція комплексної дегазации углепородного масива для умовий шахти ім. А.Ф. Засядько // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип. 37. – С. 10 – 17.
3. Гончаренко В.А. Разработка основ компьютерной технологии прогнозирования зон скопления метана на угольных месторождениях // Геотехн. механіка: Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип. 56. – С. 51 – 57.
4. Забигайло В.Е., Лукинов В.В., Ширсков А.З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. – К.: Наук. думка, 1983. – 172 с.
5. Пимозенко Л.И., Гончаренко В.А., Гуня Д.П. Природа мелкой складчатости на шахте им. А.Ф. Засядько // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 56. – С. 51 – 57.