

3. В МИИСК ограничено применение статистических методов обработки сигналов.

4. Анализ обстоятельств и фактов, когда не были получены желаемые параметры МИИСК, позволил выявить, что причина, как правило, в недостатке практического опыта и терпения для создания заново, по сравнению с привычной аналоговой техникой, нового кабельного хозяйства и интерфейса для правильной стыковки своих источников сигналов с конкретным АЦП МИИСК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. W. Tompkins, J. Webster Interfacing sensors to the IBM^(R)/ University of Wisconsin-Madison, Prentice hall, New Jersey, 2001. 612 p.

2. Лопатин В.В. Проблемы помехоустойчивости низко потенциальных электрических измерений в горных выработках // Геотехническая механика: Межвед. науч.-техн. сб.- 2004., - Вып.48 –С. 274-278

3. Лопатин В.В. Анализ использования автономных источников питания в мобильных информационно-измерительных системах для шахтных подъемных комплексов// Геотехническая механика: Межвед. науч.-техн. сб. - 2004., - Вып. 50. – С. 188-194

4. Лопатин В.В. Математическая модель сигнала при контроле плавности движения подъемного сосуда в проводниках жесткой армировки // Геотехническая механика: Межвед. науч.-техн. сб. - 1999., - Вып. 11. – С. 348-351

УДК 550.8.07/08:553.94

Докт. техн. наук В.А. Гончаренко
(ИГТМ НАН Украины)

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА ЗОН СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА НА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДОНБАССА

На основі досліджень можливостей вугільного каротажу геологорозвідувальних свердловин виділені найбільш ефективні геофізичні критерії оцінки структурних і продуктивних параметрів прогнозованих зон скопчення метану у вуглепородному масиві.

GEOPHYSICAL CRITERIA FOR THE FORECAST OF THE METHANE CONCENTRATION ZONES OF THE COAL DEPOSITS IN DONBASS

On the basis of the analysis of the coal well log possibilities of geological prospecting boreholes, there are established the most efficient geophysical criteria for the estimation of structural and productive parameters of the zones of prognosis of methane concentration in the coal-rock massive.

При прогнозе зон скопления метана (ЗСМ) в углепородном массиве основными объектами являются - угольные пласты, в которых газ находится в основном в сорбированном состоянии, и породы-коллекторы (как правило, песчаники), в которых газ находится в свободном состоянии. Основной составляющей формирования ЗСМ в ненарушенном углепородном массиве является тектонический фактор. При этом, на фоне пологого моноклиналиного залегания пород могут образовываться локальные синклиналиные и антиклиналиные структуры, представленные угольными пластами и вмещающими породами: коллекторами

– песчаниками и изолирующими покрывками – в виде известняков или аргиллитов. Пространственное положение этих структур можно установить построением карт локальных структур, являющихся проекцией поверхности пласта (угольного или песчаника) на наклонную плоскость.

ЗСМ, как правило, приурочены к стрежневым участкам палеопотоков, формировавших песчаные толщи. Пространственное положение стрежневых участков палеопотоков определяется на картах относительной мощности конкретных песчаников, которые отражают отношение мощности песчаника к мощности выбранного геологического интервала, ограниченного маркирующими горизонтами известняков или углей. Чем больше это отношение, тем более длительный период существовал поток, приносящий обломочный песчаный материал. Этот процесс приводил к образованию большей зернистости песчаного осадка, к уменьшению его глинистости и, как следствие, возникновению большей пористости.

Наиболее благоприятными зонами для скопления свободного метана в песчаниках будут места пересечения стрежневых участков палеопотоков с антиклинальными локальными структурами. В стрежневых участках палеопотоков песчаники характеризуются максимальной газоемкостью, в антиклинальных локальных структурах формируются трещиноватые зоны, улучшающие фильтрацию газа [1]. Такую геологическую модель можно положить в основу геолого-геофизического прогноза ЗСМ на неотработанных участках шахтных полей.

Целью проведенных исследований было установление геофизических критериев для прогноза ЗСМ на угольных месторождениях в Донбассе. Известно, что с помощью геофизических исследований в геологоразведочных скважинах при выделении и оценке ЗСМ решаются следующие основные задачи: выделение угольных пластов и разделение вмещающих пород на основные литотипы в разрезах скважин, определение глубины залегания и мощности выделенных пластов, проведение корреляции разрезов скважин на изучаемом шахтном поле и выявление тектонических нарушений, подсеченных скважинами, а также проводится качественная и количественная оценка газоносности угольных пластов и коллекторов в песчанистых породах [2 – 4].

Выделение угольных пластов по результатам детализационного комплекса геофизических исследований скважин (ГИС) может проводиться по стандартным методикам интерпретации [5], а оценка газоносности коллекторов в зонах скопления свободного газа в разрезах углеразведочных скважин осуществляется по данным стандартного поискового (масштабы записи 1:200 или 1:500) комплекса ГИС, выполняемого во всех углеразведочных скважинах (до 100 %) и включающего измерения электрических сопротивлений градиент- и потенциалзондами (КС-ГЗ, ПЗ), гамма-каротаж (ГК), плотностной гамма-гамма-каротаж (ГГК-П), акустический каротаж (АК), кавернометрию (Кав), инклинометрию (Инк).

В интервалах с повышенными коллекторскими свойствами, зонах предполагаемого скопления свободных газов (включая 10 м разреза в почве и кровле этих интервалов, зон) для количественных определений газовых параметров

песчаников (коллекторов) рекомендуется выполнять дополнительные детализационные исследования (М 1:20 или 1:50) прибором БКР-3 (БК, ГК, ГГК-П) акустическим (АК) и нейтронным гамма-каротажем (НГК). Кроме того, выполняются повторные измерения этим детализационным комплексом тех же интервалов скважин до и после их испытания. Такая рекомендация хотя удорожает и затягивает сроки проведения ГИС, но значительно повышает информативность интерпретации результатов прогнозирования ЗСМ.

Одна из важных физических предпосылок для выделения коллекторов при геофизических исследованиях – изменение свойств геологической среды в зоне проникновения промывочной жидкости, которое бывает наиболее значительным в интервалах, представленных породами с повышенной проницаемостью. Кроме того, при проникновении промывочной жидкости в пористые породы на стенках скважины образуется глинистая корка, изменяющая ее диаметр. Усиленное проникновение промывочной жидкости и подземных вод через проницаемые породы приводит к образованию естественных электрических потенциалов (ПС). Существенно песчанистые породы, которые могут быть поровыми коллекторами, обычно обладают пониженной радиоактивностью и повышенной плотностью по сравнению с глинистыми флюидоупорами. Исходя из этого, при обобщении результатов исследований по выделению пород-коллекторов на шахтных полях в Донбассе по данным ГИС, были предложены **следующие геофизические критерии:**

1. Наличие зоны проникновения, выявляемой по изменению электрического сопротивления пород в радиальном направлении по данным БКЗ и других методов ГИС, предусматривающих замеры зондами с различным радиусом исследования. В коллекторах, содержащих газодляные смеси, при бурении с использованием пресных промывочных жидкостей зоны проникновения характеризуются повышенным электрическим сопротивлением, убывающим по мере удаления от ствола скважины, что соответственно отражается на кривых, полученных зондами с различным радиусом исследования; для коллекторов, содержащих свободный газ, возможны относительное понижение значений удельного сопротивления в зоне проникновения и его увеличение в сторону массива.

2. Положение водогазового контакта (ВГК) можно установить по данным геофизических исследований в не обсаженных скважинах, пробуренных в ЗСМ после начала её разработки, а также в обсаженных (эксплуатирующихся) скважинах. В не обсаженных скважинах положение ВГК определяют по данным стандартного метода кажущихся сопротивлений. Для этой цели обычно используют диаграммы КС подошвенных градиент-зондов большой длины, на которых ВГК отбивается по четко выраженному максимуму КС. В действительности граница раздела между газонасыщенной и водонасыщенной частями пласта нерезкая. Между ними вследствие капиллярного подъема воды образуется переходная зона, в которой водонасыщенность изменяется от 100 % в полностью водонасыщенной части пласта до минимальной (остаточной) водонасыщенности в верхней части пласта. Максимум на кривых подошвенных градиент-

зондов соответствует кровле переходной зоны.

Пример интерпретации комплекса кривых ГИС, приведенный на рис. 1, показывает, что газонасыщенной является только верхняя часть песчаника - нижняя насыщена водой.

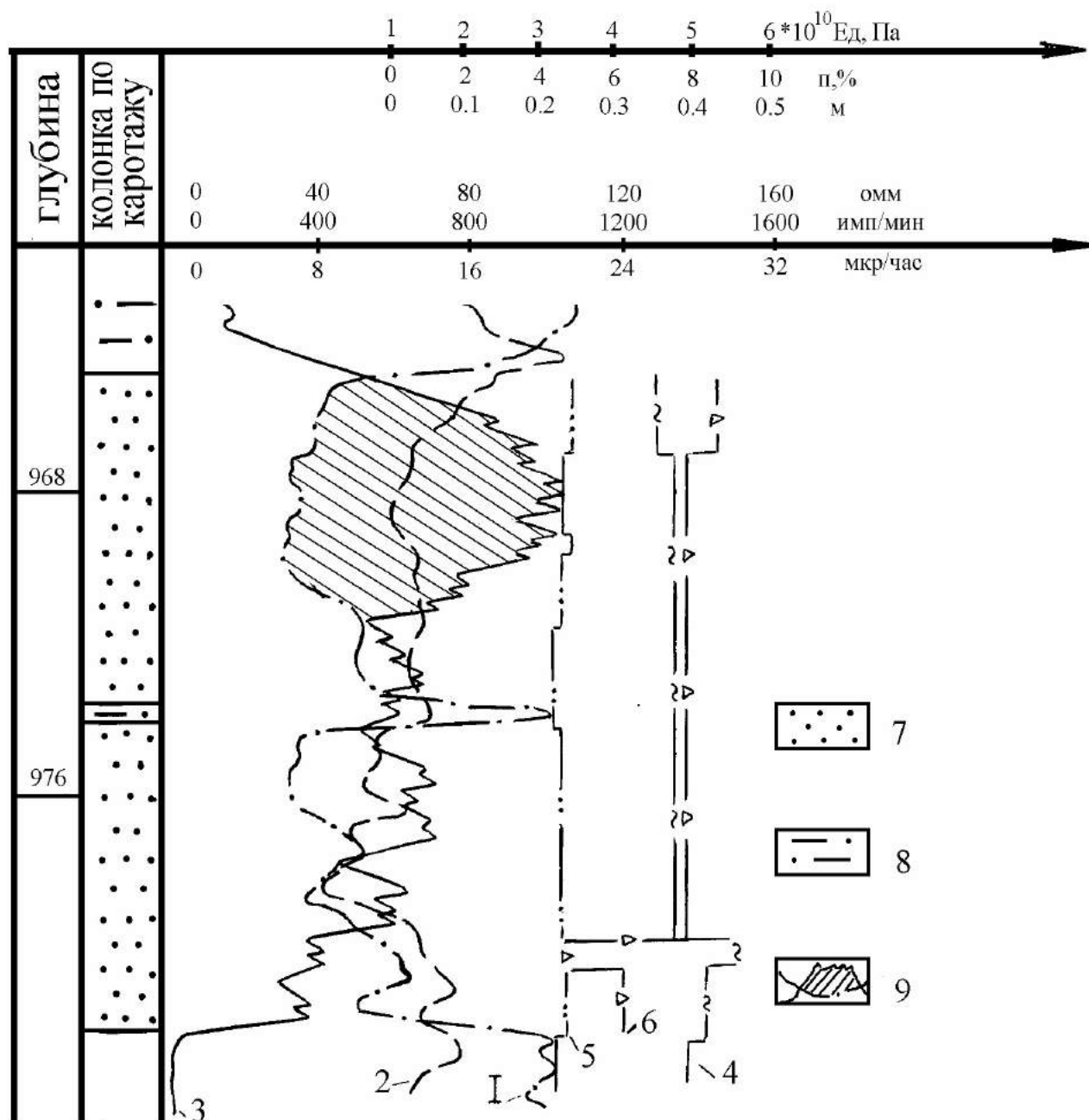


Рис. 1 – Выделение ВГК в песчанике $l_4^{B+C}Sl_5$ комплексом ГИС по скважине № НН-5744 на участке Северо-Родинский 2: 1-ГК; 2-ИННК; 4 - модуль Юнга (Ед); 5 – коэффициент Пуассона (μ); 6 – значение пористости; 7 – песчаник; 8 – алевролит; 9 – водородонасыщенный интервал.

При небольшой глубине проникновения промывочной жидкости в пласт ВГК в не обсаженной скважине можно отметить по диаграммам НК. При переходе от водонасыщенной части пласта к газонасыщенной наблюдается повы-

шение показаний на диаграммах, связанное с меньшим водородосодержанием газонасыщенной породы.

В обсаженных скважинах изменение положения ВГК устанавливают по данным НК. При этом четкость отбивки контакта в обсаженной скважине больше, чем в не обсаженной, так как после обсадки скважины колонной и ее цементирования в зоне проникновения фильтрата промывочной жидкости через непродолжительное время восстанавливается близкое к первоначальному распределение воды и газа.

3. Изменение электрического сопротивления пород в зоне поглощения при повторных замерах одним и тем же зондом (КС-ГЗ или ПЗ).

4. Наличие глинистой корки на стенках скважин в интервале пласта, устанавливаемое по данным кавернометрии и по показаниям микрозондов.

5. Наличие отрицательных аномалий естественной поляризации при бурении с использованием пресных промывочных жидкостей.

6. Пониженные значения радиоактивности по данным ГК и рассеянного гамма-излучения (ГГК).

Трещинные и трещинно-кавернозные коллекторы на каротажных диаграммах проявляются нечетко, их выделение обычно затруднено и в ряде случаев требует проведения специальных работ. По материалам стандартного комплекса ГИС зоны трещиноватости имеют следующие особенности:

-на диаграммах электрокаротажа трещинные и кавернозные коллекторы в ряде случаев проявляются повышенной дифференциацией, мелкой изрезанностью кривых КС;

-показания НГК для водоносных трещинных коллекторов снижены;

-отмечается интенсивное поглощение энергии упругих колебаний (уменьшение амплитуд колебаний, увеличение эффективных коэффициентов затухания продольных и поперечных волн);

-на кривых БКЗ интервалы трещинных коллекторов отмечаются двухслойными кривыми.

Для выделения и корреляции в стрессовых участках палеопотоков слоев песчаников, однородных по физическим свойствам и характеризующихся максимальной газоемкостью, используют следующие критерии обработки геофизических диаграмм стандартного угольного каротажа (кривые - $\rho_k^{ГЗ}$, $\rho_k^{ПЗ}$ (или $\rho_k^{БК}$, $\sigma_k^{БК}$), J_γ , $J_{\gamma\gamma}$ и Δd):

- по кривым ρ_k выделяются вначале все пласты и прослои, различающиеся по кривым ρ_k не менее, чем на 20 %;

- по кривым J_γ выделяются дополнительные пласты и прослои, не отмеченные на кривых ρ_k и отличающиеся от других по величине J_γ не менее чем на 10 %;

- с кривыми ρ_k и J_γ сопоставляется кривая $J_{\gamma\gamma}$, на которой выделяются дополнительные пласты и прослои, не отмеченные на предыдущих кривых и отличающиеся от других по величине не менее чем на 10 %;

- пласты и прослои, имеющие мощность 0,5 м, объединяются с близлежащими при условии, если различие по ρ_k менее 20 %, а по другим параметрам

менее 10 %;

- в качестве опорных используются пласты, выдержанные на площади шахтного поля (аргиллиты, алевролиты, известняки, угольные пласты) мощностью не менее 0,6 м.

Корреляция однородных по физическим свойствам слоев песчаников осуществляется между скважинами по разрезам путем соединения линий, ограничивающих выделенные идентичные слои.

При такой интерпретации каротажных данных можно более детально показать и качественно выделить в песчаниках коллектора для достоверной оценки ЗСМ. В качестве примера на рис. 2 показан фрагмент геологического разреза песчаника $m_4Sm_4^1$ на шахтном поле им. А.Ф. Засядько. В скважинах ДМ-1138 и МТ-238 этот песчаник представлен только по данным кернового опробования при бурении, а в остальной части разреза с учетом интерпретации проведенных геофизических исследований. По данным каротажа этот песчаник детализируется и в нем выделяются зоны коллекторов – русловые песчаные разности.

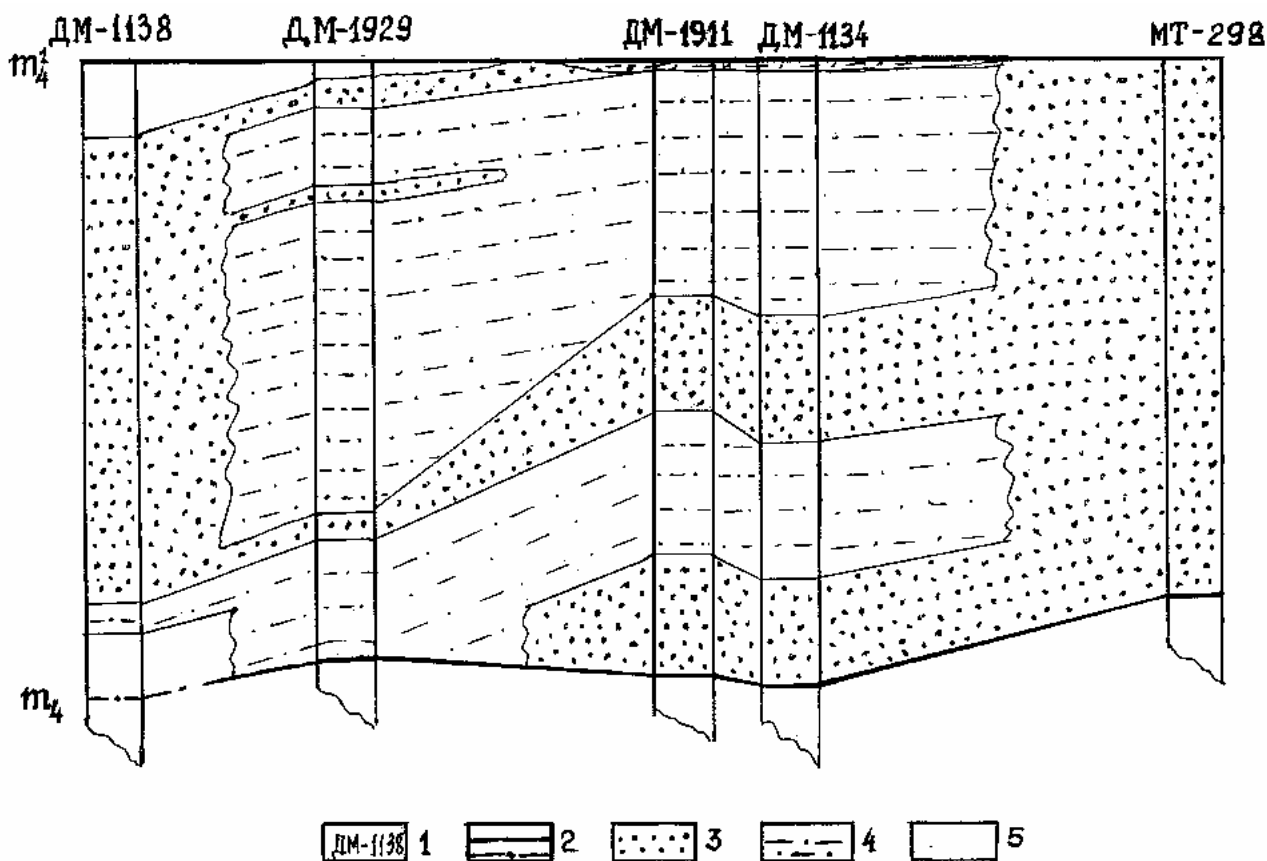


Рис. 2 - Схематический геологический разрез в интервале залегания угольных пластов $m_4 - m_4^1$ на поле шахты им. А.Ф. Засядько: 1 – номер скважины; 2 – угольный пласт; 3 – песчаник; 4 – аргиллит; 5 – алевролит.

Таким образом, для выбранной в ИГТМ НАН Украины геологической модели прогноза ЗСМ, которая была реализована при выделении таких зон на угольном пласте m_3 шахты им. А.Ф. Засядько (Донецко-Макеевский район

Донбасса), установлены геофизические критерии, которые расширяют возможности использования каротажных данных для более достоверного выделения локальных зон скопления метана в углепородном массиве и расчета их продуктивных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигаило В.Е., Лукинов В.В., Широков А.З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. – Киев: Наук. думка, 1983. – 287с.
2. Гречухин В.В. Петрофизика угленосных формаций. - М.: Недра, 1990. – 472 с.
3. Гончаренко В.А. Петрофизические основы технологии прогнозирования выбросоопасности угольных пластов: Автореф. дис...д-ра техн. наук: 05.15.11 / Ин-т геотехн. механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2000. – 32 с.
4. Гончаренко В.А. Основы геолого-геофизического метода определения газоносности угольных пластов в Донбассе // Геотехническая механика: Межведомств-й сборн. научных трудов.– Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 1998. – Вып.9. – С. Вып.9. – С.156–159.
5. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. – М.: Недра, 1985. – 216 с.

УДК 622.831.322

Докт. техн. наук С.П. Минеев
(ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук А.А. Рубинский (МакНИИ),
докт. техн. наук О.А. Колесов
(Донецкий экспертный центр)

ОТРАБОТКА ВЫБРОСООПАСНЫХ ПЛАСТОВ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Розглянуто особливості відпрацьовування викидонебезпечних вугільних шарів з погляду безпеки робіт на ділянках лав, що примикають до раніше відпрацьованих поверхів.

IMPROVEMENT OF EMISSION DANGEROUS LAYERS IN DIFFICULT MINE-GEOLOGICAL CONDITIONS

The features of improvement emission dangerous coal layers are considered from the point of view of safety of works on sites of the lavas contiguous to earlier fulfilled floors.

При отработке выбросоопасных угольных пластов на современных шахтах довольно часто очистными и подготовительными забоями пересекаются горно-геологические нарушения, к которым приурочен целый комплекс усложняющихся технологических факторов и опасностей для работающих. В «Инструкции по безопасному ведению горных работ на выбросоопасных пластах...» [1] предусмотрена нормативная база регламентирующая правила безопасного ведения горных работ в сложных горно-геологических условиях на выбросоопасных угольных пластах. Однако существующие нормативные мероприятия не позволяют однозначно обезопасить для подземных рабочих процесс выполнения производственных операций при ведении горных работ. Так, в 2003г ведении горных работ на шахтах Украины произошло 89 газодинамических явлений при которых было смертельно травмировано 5 человек [2].