

Приведенный случай свидетельствует, что для более точного прогноза необходимо бурить минимум два шпура, чтобы своевременно улавливать нарушения, пересекающие ось выработки под углом, отличным от 90^0 .

Достаточно высокая сходимость расчетных величин расстояния до геологического нарушения и амплитуды смещения пласта с фактическими значениями дает возможность эффективного использования данного прогноза геологических нарушений на газоносных угольных пластах. Особенно целесообразно его применять на пластах, на которых ведется текущий прогноз выбросоопасности по начальной скорости газовыделения. В этом случае никаких дополнительных средств для выполнения данного прогноза не требуется.

Своевременное выявление мелкоамплитудных дизъюнктивных нарушений, а также утолщений пласта и установление их параметров дает возможность заранее прогнозировать потенциально опасные зоны. Это позволит избежать возникновения газодинамических явлений за счет своевременного применения противовыбросных мероприятий, а также позволит свести к минимуму простой подготовительных забоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольчик И.Е. К вопросу о формировании выбросоопасных зон у забоя подготовительной выработки // Сб. научных докладов Межд. науч.-техн. конференции «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия». – Донецк: УкрНИИМИ НАНУ, 2004. – Часть 2. – С. 456-458.
2. Кольчик И.Е. Влияние нарушенности угольных пластов на динамику газовыделения // Геотехнічна механіка: Між від. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ, 2005. – Вип. 56. – С. 97-100.

УДК 550.8.07/08:553.94

Д-р техн. наук В.А. Гончаренко
(ІГТМ НАН України),

інж. Т.В. Герасименко, інж. В.К. Свистун,
інж. І.Н. Бендик (ДГЭ «Днепрогеофізика»)

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ КОЛЛЕКТОРОВ - ПЕСЧАНИКОВ В ЗОНАХ СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА НА ШАХТАХ ДОНБАССА

Пропонується прогнозувати потенційну газоносність колекторів у вуглепородному масиві на основі використання стандартного комплексу геофізичних методів в розвідувальних свердловинах.

GEOPHYSICAL ESTIMATION OF PARAMETERS OF COLLECTORS - SANDSTONES IN THE AREAS OF ACCUMULATION OF METHANE ON THE MINES OF DONBASS

It is suggested to forecast potential gas-bearing of collectors in the coal-rock massive on the basis of application of standard complex of geophysical methods in reconnaissance mining holes

Угольные месторождения на современном этапе развития горного дела в мире целесообразно разрабатывать таким образом, чтобы эффективно и безопасно было добывать не только уголь, но и сопутствующий газ метан. На шахтах Донбасса увеличение глубины разработки и интенсификация горных

224

работ обостряют проблему безопасности, которую можно решать путем создания эффективных способов дегазации углепородного массива. Каждое месторождение имеет определенные фоновые значения газоносности, которые обусловлены региональной степенью катагенетических преобразований, наличием определенного количества угольных пластов, специфической тектонической дислоцированностью, мощностью угленосной толщи и т.д. На этом фоне отдельные участки разведки и доразведки шахтных полей отличаются наличием локальных аномальных зон скопления метана, обусловленных в основном конкретными литолого-фациальными условиями углепородного массива и малоамплитудной тектоникой.

При этом возникает необходимость разработки научно-обоснованных методов для прогнозирования зон скопления метана (ЗСМ). К сожалению, пока такие методы прогнозирования используют в основном дорогостоящую и трудоемкую геологическую информацию [1], в то время как при разведке угольных месторождений имеется большое количество скважинных геофизических измерений, которые выполнялись по всем разведочным скважинам и в виде записанных аналоговых кривых отражают газоемкостные параметры углепородного массива.

Малоамплитудные нарушения, занимающие определенный объем угленосной толщи, в сочетании с благоприятными литолого-фациальными условиями являются основными объектами исследований при прогнозе ЗСМ. Такие объекты ограничены: снизу отработываемым пластом; сверху – газозакранивающим интервалом [2]. Из опыта эксплуатации газовых месторождений известно, что существование в массиве скоплений газа в свободном состоянии возможно при наличии коллектора и покрышки (экрана). В горно-геологических условиях Донбасса во вмещающих породах коллекторами газа могут быть в основном крупнозернистые песчаники, трещиноватые углистые прослои и вмещающие породы, экранами – аргиллиты либо известняки.

Весьма перспективными для решения задач связанных с прогнозом ЗСМ, могут быть скважинные геофизические методы исследования (каротаж), которые выполняются непосредственно вблизи основных объектов изучения – угольных пластов и вмещающих пород в этой зоне. В этот комплекс входят: метод кажущихся сопротивлений (КС-ГЗ) – параметр ρ_k ; методы бокового каротажа (БК), гамма-каротажа (ГК) и гамма-гамма-каротажа (ГТК-П), реализуемые аппаратурой БКР-3 – параметры ρ_k , σ_k , I_γ и $I_{\gamma\gamma}$; метод бокового токового каротажа (БТК) – параметр i_ϕ , акустического каротажа (АК) – параметр V_p и метод кавернометрии (КМ) – параметр Δd .

С помощью указанных методов каротажа 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 [3-5].

При изучении коллекторских свойств песчаников на поле шахты Южно-Донбасская № 3 и участке доразведки Южно-Донбасский 4 наиболее тесная

петрофизическая связь коэффициента общей пористости K_{π} оказалась со скоростью распространения продольных волн V_p (коэффициент корреляции 0,89), что позволяет надёжно определять K_{π} по данным АК с помощью уравнения [6]

$$K_{\pi} = 660,7 \cdot V_p^{-3,18}, \%$$

Далее было рассчитано уравнение для определения коэффициента открытой пористости $K_{\pi o}$

$$K_{\pi o} = 1,31 + 0,94 \cdot K_{\pi}.$$

Емкостные показатели были рассчитаны по данным АК для каждого из песчаников по всем скважинам в пределах указанных выше объектов. В процессе исследований была сделана оценка достоверности определения K_{π} и $K_{\pi o}$ по данным АК. Результаты этой оценки приведены в табл. 1. Анализ полученных статистических критериев свидетельствует о том, что существенных расхождений при сопоставлении исходных (лабораторных) и расчетных (по ГИС) данных нет. Итоговые критерии по сравнению средних значений выборок удовлетворяют условию $t_{\text{расч.}} < t_{\text{табл.}}$.

Таблица 1 – Оценка достоверности определения K_{π} и $K_{\pi o}$ по данным АК

Параметр	Количество пар	Средние значения данных		Ошибка измерений				Критерий Стьюдента	
		по керну, %	по АК, %	среднеарифметическая		среднеквадратическая		$t_{\text{расч.}}$	$t_{\text{табл.}}$
				абс., %	отн., %	абс., %	отн., %		
K_{π}	21	8,0	8,2	1,13	13,9	1,35	16,7	0,34	1,96
$K_{\pi o}$	20	6,9	6,1	1,09	16,8	1,30	16,8	1,45	1,96

Таким образом, определение пористости по данным АК можно с достаточной степенью достоверности использовать при оперативной оценке емкостных свойств пластов-коллекторов, подсчета запасов газа и т.п.

Далее выполнялась количественная характеристика пластов-коллекторов по данным ГИС – это определение их продуктивности и степени газоносности с помощью коэффициентов насыщения P_n и газоносности K_g .

Параметр насыщенности P_n определялся по формуле

$$P_n = \frac{\rho_n}{\rho_{\text{вп}}},$$

где: ρ_n – удельное электрическое сопротивление пласта коллектора неизвестного насыщения по данным БКЗ; $\rho_{от}$ – удельное электрическое сопротивление того же пласта-коллектора при 100 % насыщении его водой.

Параметр $\rho_{от}$ определялся по данным лабораторных исследований керна отобранного из скважин 1166-Ю, 1168-Ю, 1179-Ю, 1181-Ю. На основе этих данных был определен характер изменения P_n от удельного сопротивления и коэффициента водонасыщенности на объекте работ. Используя известную зависимость [6]

$$K_g = 1 - K_w$$

где K_g – коэффициент газонасыщенности пласта-коллектора; K_w – коэффициент водонасыщенности.

Затем определялся коэффициент газонасыщенности $K_g = 1 - K_w$.

На рис. 1 приведена корреляционная зависимость P_n от коэффициента водонасыщенности K_w для пластов-коллекторов поля шахты Южно-Донбасская № 3 и участка Южно-Донбасский 4.

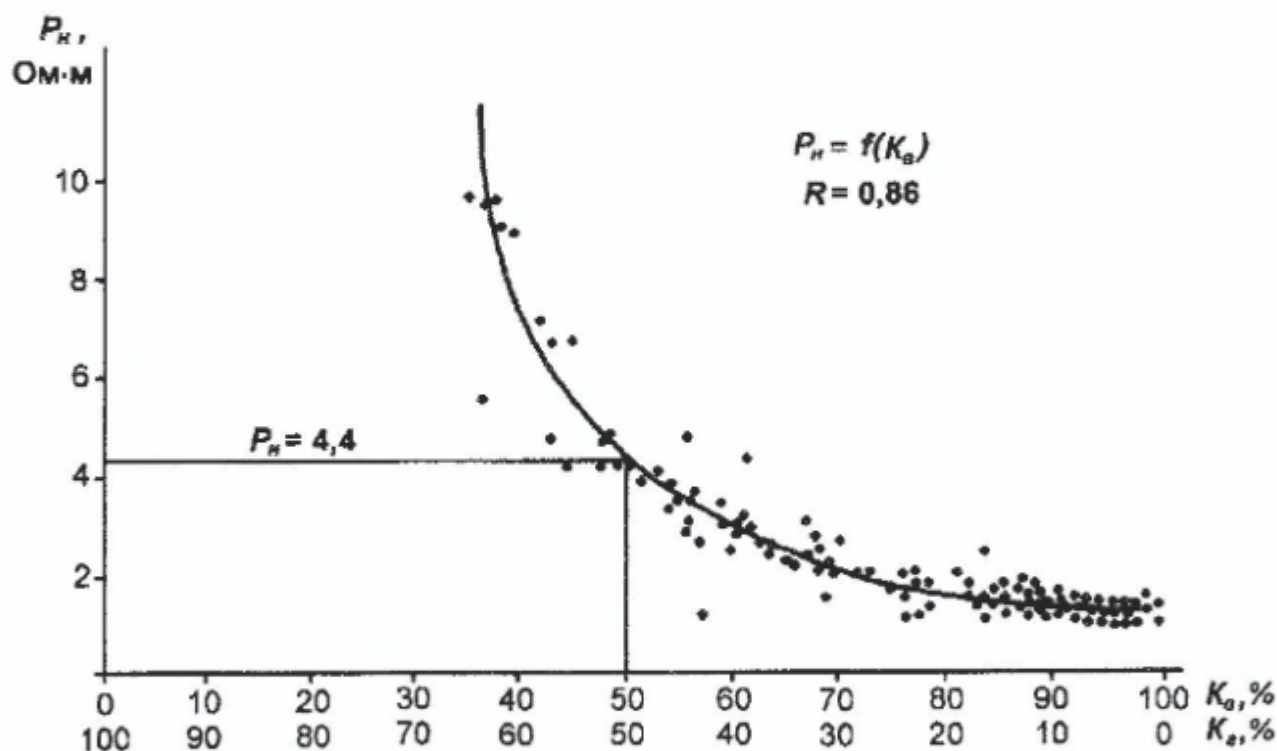


Рис. 1 – График зависимости параметра насыщенности P_n от коэффициентов K_g и K_w для песчаников на поле шахты Южно-Донбасская № 3

Проведенные исследования с учетом петрофизических свойств позволяют определить критическое значение параметру насыщенности P_n газоносных коллекторов на поле шахты Южно-Донбасская № 3, которое равняется 4,4. Пласт считается газоносным по ГИС при значениях P_n более чем 4,4. В

интервале значений $P_n = 4,4 \pm 0,3$ пласт может быть как водоносным, так и газоносным.

Таким образом, можно определить предельные значения P_n для оценки продуктивности пластов-коллекторов на поле шахты Южно-Донбасская № 3:

- водонасыщенные пласты имеют удельное электрическое сопротивление до $30 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, $P_n < 4,4$;

- газонасыщенные пласты имеют удельное электрическое сопротивление более $30 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ та $P_n > 4,4$.

Методика работ по определению продуктивности коллекторов и коэффициентов их газоносности применялась в опорных скважинах, где были выполнены исследования методом БКЗ. Для обработки результатов ГИС в рядовых скважинах использована следующая методика: с помощью данных БКЗ и результатов измерений КС-ГЗ в опорных скважинах была установлена корреляционная связь между параметром насыщения и кажущимся сопротивлением ρ_k для пластов-коллекторов. При этом ρ_k определялось по диаграммам КС, измеренным градиент-зондом А 2.25 М 0,25N. Далее по зависимости $P_n = f(\rho_k)$ определяется P_n (рис. 2) и затем, используя зависимость $P_n = f(K_e)$, определяют K_e и соотношение $K_z = 1 - K_e$ (см. рис. 1).

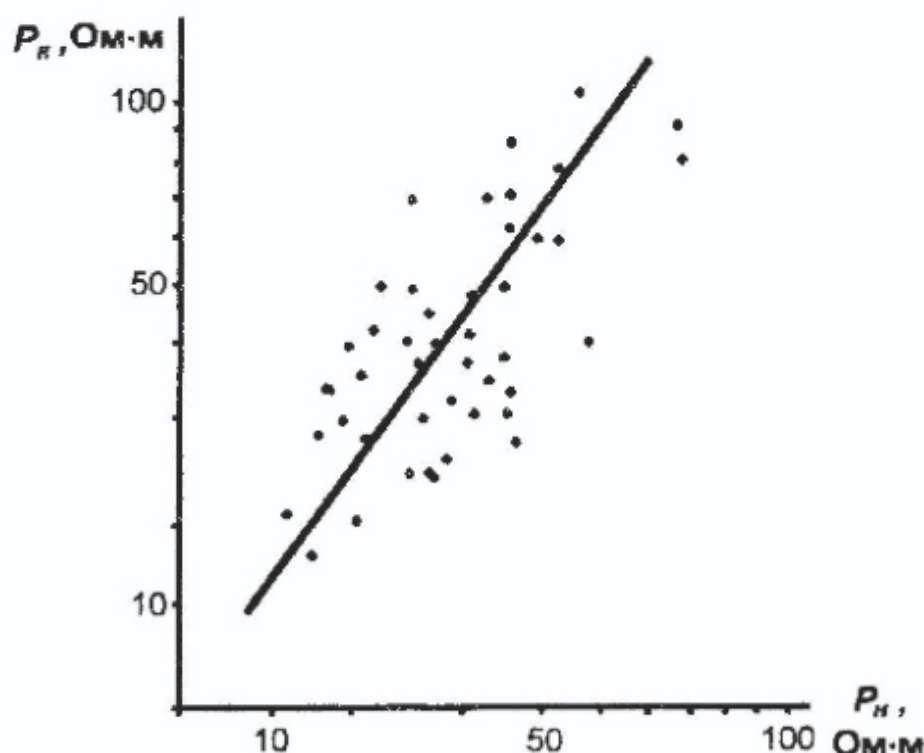


Рис. 2 – Зависимость параметра насыщенности P_n песчаников от кажущегося сопротивления ρ_k по КС-ГЗ

Эта методика позволила использовать дополнительное количество скважин Павловского купола, в районе шахты Южно-Донбасская № 3. Там ранее выполнялся стандартный комплекс ГИС для корреляции распространения песчаников-коллекторов, оценки их газоводонасыщенности и получения необходимых расчетных параметров – эффективной газонасыщенной

мощности, коэффициента газоносности, площади залежи (на основе прослеживания положения газоводяного контакта – ГВК) и т.п.

На объекте работ по данным ГИС выделено 54 пласта-коллектора с разным характером насыщения (скважины 1166-Ю, 1168-Ю, 1179-Ю, 1181-Ю, 1184-Ю). При этом 33 пласта определены как газоносные, что совпадает с данными прямого газового опробования пакером КИИ-65 [1]. В одиннадцати случаях по КИИ-65 не было получено притока флюида, а в девяти случаях газоносный по данным ГИС коллектор считался как газоводонасыщенный.

На основе полученных данных на поле шахты Южно-Донбасская № 3 и прилегающей территории были выделены три аномальные зоны скопления метана по песчанику C_3SC_4 в районе скважин 1166-Ю, 1179-Ю и 1184-Ю.

Таким образом, разработанные основы методики расчета продуктивных параметров газоносных коллекторов-песчаников (коэффициенты общей и открытой пористости, газоводонасыщенности) с помощью стандартных геофизических методов в разведочных скважинах позволяют достаточно надёжно прогнозировать и оценивать зоны скопления метана на угольных месторождениях в Донбассе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения газоносности вмещающих пород угольных месторождений при геологоразведочных работах. – М.: Недра, 1988. – 110 с.
2. Лукинов В.В., Баранов В.А., Капланец Н.Э. Методика построения карт газозакранирующих интервалов // Геотехн. механіка: Межвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ІТМ НАН України, 2002. – Вип. 37. – С. 57 – 61.
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. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. – М.: Недра, 1985. – 216 с.
5. Гречухин В.В. Петрофизика угленосных формаций. – М.: Недра, 1990. – 472 с.
6. Дахнов В.Н. Геофизические методы определения коллекторских свойств нефтегазонасыщенных горных пород. – М., Недра, 1985. – 213 с.