

Малышев, К. Н. Трубецкой, А. Т. Айруни. – М.: АГН, 2000.-519 с.

3. Кулезнев, В. Н. Химия и физика полимеров / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнев. – М.: Высшая школа, 1988.– 312 с

4. Методика геофизических исследований скважин Донбасса / И. А. Гаркаленко, В. Ю. Зайченко, А. Ф. Михедько, Н. П. Развалов. – Киев: Наукова Думка, 1971. – 156 с.

5. Некоторые результаты натурных исследований температуры угольных пластов в зоне влияния горных выработок / Г. И. Фейт, Э. И. Гайко, С. М. Денисенко, В. М. Кайдан // Вопросы вентиляции и борьбы с газом и внезапными выбросами в угольных шахтах. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1977. - Вып. 157. – С. 141-144.

УДК 622.411.332:550.832.012

А.А. Каргаполов, вед. инженер,
С.Ю. Макеев, канд. техн. наук, ст. научн. сотр.
(ИГТМ НАН Украины),
В.К. Свистун, директор (ГП «Днепрогеофизика»)
Д.П. Гуня, канд. техн. наук, зам. директора
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН СКОПЛЕНИЙ МЕТАНА

Стаття присвячена аналізу та обґрунтуванню можливості комплексного використання методів геофізичних досліджень свердловин, гравірозвідці і геологічних методів для виявлення та уточнення зон скупчення метану і місць локального прояву колекторів, сприятливих для буріння дегазаційних свердловин.

COMPLEX USE OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL METHODS FOR THE SELECTION OF METHANE ACCUMULATIONS

The article is sanctified to the analysis and ground of possibility by the complex use of geophysical methods researches of mining holes, gravitational exploration and geological methods for a discovery and clarification of methane zones accumulation and places of collectors local display, which friendly to the boring drilling of decontamination mining holes.

Метан, содержащийся в углепородном массиве, можно рассматривать в двух ипостасях: во-первых, как источник опасности при добыче угля, во-вторых, как ценное сырье для топливной промышленности. В каждом из этих случаев необходимо как можно более точно выделять зоны скопления метана для того, чтобы в последующем либо использовать эту информацию для прогноза выбросоопасности при разработке угольного месторождения, либо указать наиболее благоприятные места для заложения добычных скважин. Обнаружение и уточнение таких зон – одна из наиболее трудных и важных задач при решении проблемы угольного метана. В настоящее время двумя основными методами их выявления можно считать разведочное бурение и геофизику.

Неоспоримое преимущество первого метода заключается в возможности непосредственного изучения вещества и свойств горных пород. Но оно нивелируется ввиду высокой стоимости скважин, что делает его экономически не выгодным. Кроме того, здесь затруднено выявление локальных неоднородностей ввиду редкой сети скважин, из-за чего в ряде случаев

оказываются пропущенными резервуары скопления газов в малоамплитудных нарушениях.

Значительно меньшими затратами характеризуются методы разведочной геофизики, но их точность требует совершенствования. Опыт использования современных методов сейсморазведки для изучения угольных бассейнов Украины пока не достаточен. Таким образом, проблема экономически эффективного и достоверного метода обнаружения коллекторов метана в угленосной толще остается актуальной.

Подход к прогнозированию по геолого-геофизическим данным базируется на предположении, что вышеупомянутые зоны прямо или косвенно находят отражение в элементах геологической структуры (малоамплитудная нарушенность) и физических полях (литологический состав отложений).

Среди геофизических методов, которые прямо или косвенно влияют на качество прогноза горно-геологических условий угольных месторождений, наиболее перспективны геофизические исследования скважин (ГИС). Они проводятся в обязательном порядке во всех скважинах [1-3] и могут использоваться на любых стадиях существования шахты. При этом сопоставление измеренных геофизических параметров во времени может дать эффективную информацию об изменении свойств массива горных пород при техногенном влиянии на него.

Во многих случаях при исследовании газоносности углей с момента проведения доразведки проходит более 30 лет, накапливается значительное количество фактического материала, полученного в результате проведения геофизических исследований скважин (ГИС). Основной фонд скважин пробурен до 80-х годов прошлого века. Комплекс включает методы: кажущихся сопротивлений градиент и потенциал зондами (КС-ГЗ и КС-ПЗ), естественной J_g и наведенной радиоактивности (ГК и ГГК), резистивиметрии, кавернометрии, инклинометрии.

В настоящее время происходит пересмотр геологических моделей многих газовых месторождений с позиций современного уровня знаний и развития информационных технологий. Это требует переобработки материалов ГИС по разведочным и эксплуатационным скважинам разрабатываемых месторождений. Таким образом, данные ГИС являются одним из наиболее доступных способов получения геологической информации.

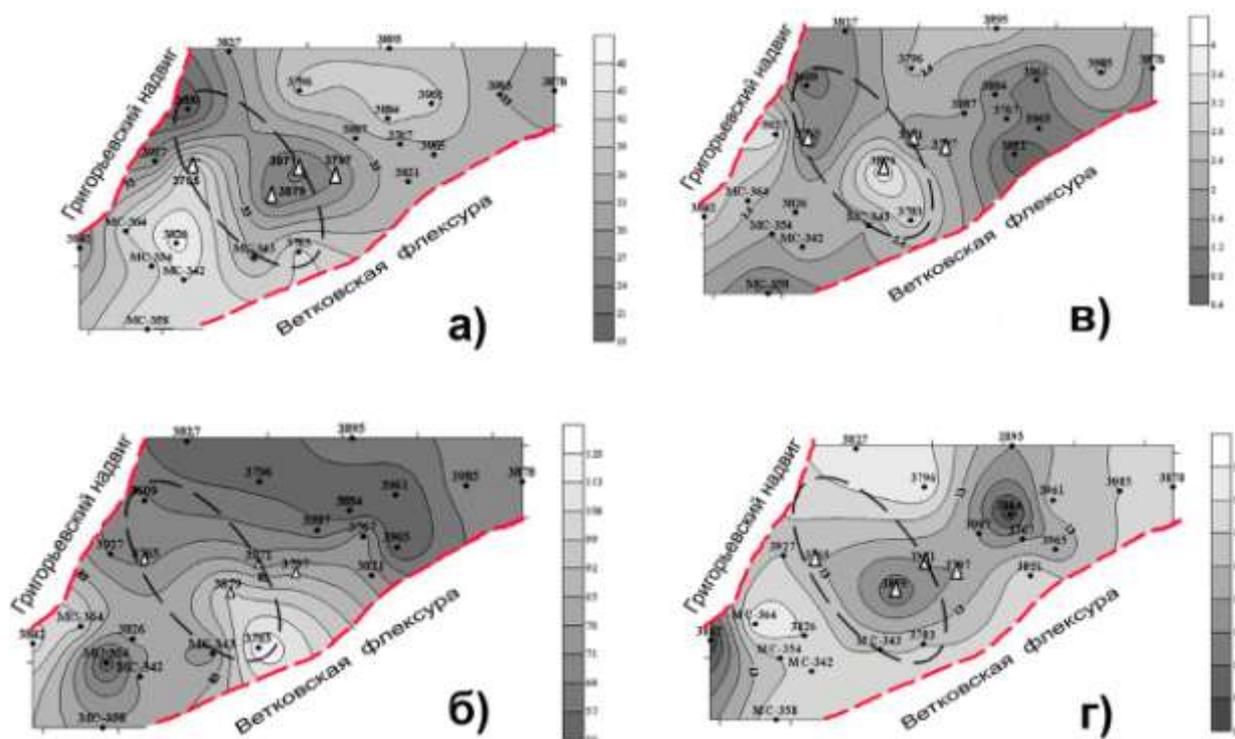
Целью данной работы является анализ и обоснование возможности комплексного использования методов ГИС, гравиразведки и геологических методов для обнаружения и уточнения зон скопления метана и мест локального проявления коллекторов, благоприятных для заложения дегазационных скважин.

Для исследования данного вопроса был выбран Кальмиусский рудник, который расположен между Григорьевским надвигом и Ветковской флексурой. Совместное их влияние на горно-геологические условия на участке исследований определяет высокую газоносность массива и неравномерное распределение газов по площади.

На данном участке были отобраны каротажные диаграммы геофизических исследований скважин в поисковом масштабе 1:200. Всего для анализа было привлечено 24 скважины, пробуренные во второй половине двадцатого столетия, когда в Донбассе были системно поставлены геологоразведочные (буровые и геофизические) работы. Стандартный комплекс ГИС на этих скважинах включал следующие методы: кажущихся сопротивлений градиент-зондом (КС-ГЗ), потенциал-зондом (КС-ПЗ), естественного и рассеянного гамма-излучения (ГК и ГГК). Максимальная глубина геофизических исследований составляла – 1812 м (скв. 3961), минимальная глубина – 704 м (скв. 3884).

Для исследования были выбраны песчаники, выдержанные по мощности и в разрезе в пределах участка и прослеживающиеся по всем исследуемым скважинам: $n_1Sn_1^1$, $m_8^1Sm_9$, $m_5^1Sm_6$, $m_4Sm_4^1$. Перечисленные песчаники в основном мелкозернистые, их средняя мощность составляет: $n_1Sn_1^1$ – 22 метра, $m_8^1Sm_9$ – 14 метров, $m_5^1Sm_6$ – 38 метров, $m_4Sm_4^1$ – 29 метров.

Для всех песчаников по каротажным диаграммам были определены средние значения параметров для каждого метода и также построены карты равных значений КС-ПЗ, КС-ГЗ, ГК, ГГК. Построения осуществлялись в программе Surfer. Типичные примеры приведены для песчаника $n_1Sn_1^1$ на рис. 1.

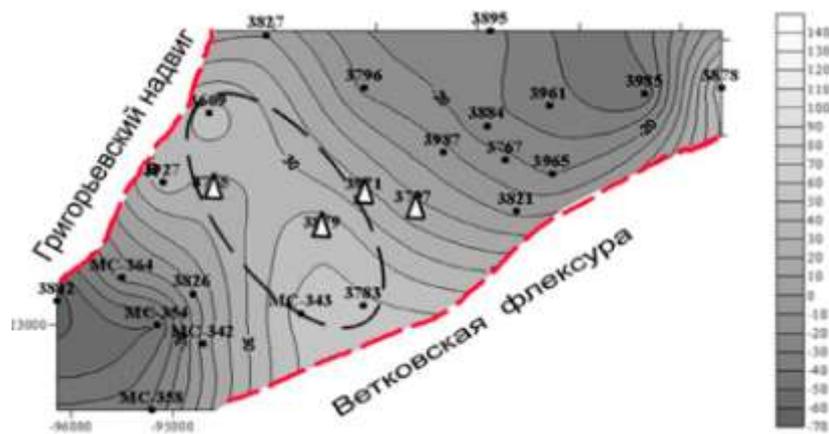


а – метод КС-ПЗ; б – метод КС-ГЗ; в – метод ГК; г – метод ГГК
 Δ – скважины с выделением газа и жидкости; ○ – область локальной структуры

Рис. 1 – Карты, построенные для различных методов ГИС

Для выявления структурных ловушек свободного метана в угленосной толще использована методика, разработанная и внедренная в практику в ИГТМ НАН Украины [4, 5]. В основе методики лежит детальное изучение структуры участка путем тренд-анализа поверхности кровли основных горизонтов песчаников, являющихся потенциальными коллекторами свободного метана. Тренд-анализ осуществлялся путем исключения регионального фона (построения аппроксимирующей плоскости) и позволил выявить неоднородности гипсометрических поверхностей исследуемых горизонтов, т.е. математическими методами выделить локальные складки, осложняющие общие структуры. Анализ построенных карт локальных структур, представляющих собой проекцию пласта на прямолинейную аппроксимирующую поверхность первого порядка позволил выделить структурные ловушки свободного метана в угленосной толще. Пример карты для песчаника $n_1Sn_1^1$ представлен на рис. 2.

Сопоставление карт локальных структур и данных ГИС (см. рис. 1 и 2), позволяет сделать следующие выводы.



△ – скважины с выделением газа и жидкости; ○ – область локальной структуры

Рис. 2 – Карта локальной структуры для песчаника $n_1Sn_1^1$

Метод КС-ПЗ. С помощью этого метода выделены зоны низких значений ρ_k приуроченные к локальной структуре, изолинии ρ_k имеют вытянутую форму. Форма вытянутости изолиний повторяется для всех рассматриваемых песчаников. Низкие значения ρ_k свидетельствуют о наличии повышенной проводимости, что характерно для пластов с водосодержащими флюидами. Наиболее четкая взаимосвязь с локальной структурой проявляется для песчаника $n_1Sn_1^1$.

Методом КС-ГЗ по каждому из песчаников получены противоречивые результаты, что по нашему мнению связано с геометрией зонда. Удельное сопротивление мощных пластов методом ПЗ определяется точнее, чем градиент-зондированием.

Метод ГГК. Качественная интерпретации результатов основывалась на том, что между интенсивностью рассеянного гамма-излучения и плотностью породы

наблюдается обратная зависимость. Зонами минимальных значений ГГК выделяются плотные породы – низкопористые известняки и песчаники. Зонами максимумов ГГК отмечаются высокопористые разности пород. Как видно из рис. 1в, области повышенных значений ГГК и как следствие пониженную плотность, имеют зоны, приуроченные к локальной структуре. Расхождения можно объяснить не достаточно точным снятием значений с первичного материала из-за отсутствия на отдельных интервалах масштаба.

Метод ГК. Геологическая интерпретация диаграмм интенсивности естественного гамма-излучения основана на зависимости между естественной гамма-активностью горных пород (их литологией и химическим составом). При геологической интерпретации диаграмм исходят из следующих положений. В разрезах скважин, вскрывающих осадочные породы, типичные для нефтяных и газовых месторождений, достаточно высокая гамма-активность наблюдается в глинах и особенно в глубоководных, битуминозных глинистых осадках. Существенно меньшую гамма-активность имеют глинистые песчаники и известняки, полимиктовые песчаные породы, углистые сланцы и континентальные глинистые осадки. К породам, характеризующимся низкой гамма-активностью относятся песчаники, известняки. Во всех рассмотренных методах изолинии полей в целом повторяют свою ориентацию.

Анализируя фактический результат, следует отметить, что в целом область «песчанистости» т.е. низких значений ГК приурочена к оси антиклинальной структуры, а «глинистость» (повышенных значений ГК) – к её крыльям. Расхождения могут быть обусловлены многими факторами, так как показания гамма – каротажа являются функцией не только радиоактивности и плотности пород, но и условий измерений в скважине (диаметр скважины, плотность промывочной жидкости и др.).

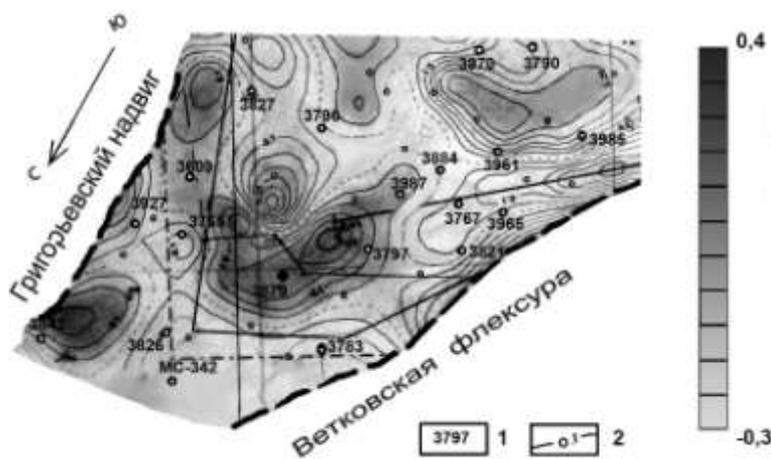
Таким образом, все рассмотренные методы ГИС с различной степенью точности позволяют предположить наличие зон скопления метана в области локальной структуры. Наибольшая корреляция наблюдается для методов ГГК и КС-ПЗ. Например, для расположенной в области локальной структуры скважины № 3879, во всех песчаниках по методу ГГК выделены зоны повышенных значений J_{gg} , т.е. зоны пониженной плотности, а по методу КС-ПЗ – пониженных значений ρ_k . По методу ГК для этой скважины также отмечаются пониженные значения J_g для большинства песчаников, кроме $m_8^1Sm_9$. Все это может свидетельствовать о высоких коллекторских свойствах рассматриваемых песчаников. Обратное можно сказать о скважине № 3821. Она расположена вне локальной структуры. Для неё методом ГГК выделены области повышенной плотности, методом КС-ПЗ – области повышенных значений ρ_k , а методом ГК области средних и высоких значений J_g . Это говорит о низких коллекторских свойствах песчаников вблизи этой скважины.

Полученные данные подтверждаются на ряде скважин (№ 3765, 3879, 3971, 3797), в которых в процессе бурения имело место выделение газа и жидкости. Их положение коррелируется с положением локальной структуры и зонами пониженных значений КС-ПЗ, ГГК во всех исследуемых песчаниках (рис. 1-2).

Для характеристики трещиноватости углепородного массива на шахте им. А.Ф. Засядько и Кальмиусском руднике ГП «Днепрогеофизика» было предложено использовать гравirazведку. На картах $\Delta g_{\text{ост}}$ (приращения гравитационного поля) антиклинальные складки, как правило, выделяются положительными значениями. Установлен целый ряд факторов, способствующих появлению гравитационных минимумов, одним из которых является разуплотнение пород в сводах складок, связанное с интенсивной трещиноватостью. Исходя из этого можно предположить, что при прочих равных условиях величины $\Delta g_{\text{ост}}$ отражают чередование участков различной степени разуплотнения (трещиноватости) в пределах структуры [6].

Сопоставление карты гравитационных аномалий $\Delta g_{\text{ост}}$ (рис. 3) со структурой исследуемого участка показало, что, в общем, гравитационные аномалии приближенно отражают структуру осадочных отложений. В центральной части поля выявлена субширотная гравитационная ступень, которая связана со сдвигом, фиксируемым в осадочных отложениях совмещением периклинальных частей синклинали и антиклинальной складок [7].

По результатам исследований установлено, что выделяемая в песчаниках методами локальных структур и гравirazведки область отличается повышенной пористостью или трещиноватостью. А так как она приурочена к антиклинальной локальной структуре, установленной методом тренд-анализа, то можно предположить, что песчаники в этой зоне могут иметь улучшенные коллекторские свойства. Обратное можно сказать об областях песчаников лежащих вне выделенной локальной структуры.



1 – скважина и её номер; 2 – изолинии гравитационных аномалий $\Delta g_{\text{ост}}$.

Рис. 3 – Карта гравитационных аномалий $\Delta g_{\text{ост}}$.

Очевидно, что, методы ГИС и гравirazведки дифференцируют изучаемые песчаники по свойствам и позволяют выделять в них области с заданными параметрами. Каждый из методов привносит свою лепту в повышение точности определения зон скопления метана. Полученная с их помощью информация на основе применения современных компьютерных технологий обработки и

интерпретации по площади и разрезам исследуемой углепородной толщи позволяет выполнить построение карт соответствующих геофизических полей. На их основе в сочетании с геологическими данными (локальная структура) можно выделить участки скоплений метана в углепородном массиве. Эти результаты подтверждаются данными о фактических газопроявлениях и могут служить основой для выбора рациональных точек заложения поверхностных скважин.

Таким образом, комплексное исследование ГИС, гравиразведки и геологических данных позволяют получить надежные и достоверные результаты для выделения зон скоплений угольного метана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах / Мингео СССР; Мин-во нефтяной пром. – М.: Недра, 1985. – 215с.
2. Применение геофизических методов исследования скважин при разведке твердых полезных ископаемых и подземных вод. – М.: Недра, 1986. – 112с.
3. Забигайло В.Е., Гончаренко В.А. Применение результатов геофизических наблюдений в геологоразведочных скважинах Донбасса для регионального прогноза выбросоопасности песчаников // ДАН УССР. – К., 1976. – №4 (серия Б).– С. 303–305.
4. Лукинов В.В. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса // В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко - К.: Наук. думка, 2008. – 350 с.
5. СОУ 10.1.00174088-011-2005. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ: Стандарт Мінвуглепрому України: Чинний від 2006-04-01. – К.: Мінвуглепром України, 2005. – 225 с.
6. Справочник геофизика. Гравиразведка / Под ред. В.В. Федынского. – М.: Недра, 1968. – Том V. – 512 с.
7. Геофизическая оценка параметров коллекторов-песчаников в зонах скопления метана на шахтах Донбасса / В.А Гончаренко, Т.В. Герасименко, В.К. Свистун, И.Н. Бендик // Геотехническая механика. – 2006. – Вып. 67. – С.224-229.

УДК 622.234:622.34.012.21.3

доктр техн. наук Л.Н.Ширин,
канд. техн. наук В.Ф.Сирик,
канд. техн. наук Н.А.Дудля,
инж. А.Н.Еременко

ШТАНГИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

В статті наведено технічні дані про конструкцію та експлуатаційні вимоги до бурових штанг горизонтально спрямованого буріння свердловин.

THE DRILL PIPE FOR DRILLING HORIZONTAL HOLE

Машиностроительные заводы Украины освоили производство буровых установок различного назначения и параметров технической характеристики: диаметр скважин 100...1500 мм, длина скважин 150...1500 метров, мощность привода 26...540 кВт, усилие протяжки 20,0...1360,0 кН. Буровые установки снабжены бурильными трубами различных конструкций и параметров: сварные трубы диаметром 28...110 мм для вращательного бурения с промывкой скважины, цельные штанги (без внутренних каналов) для образования скважин