

7. Руководство по оборудованию и эксплуатации системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микрон 1Р»: 4217.01.000.000 РЭ. – Екатеринбург, 1997-2009. – Т.1. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/files/geologic/ventilation/> свободный. Загл. с экрана.

8. Системы контроля загазованности оптического типа / Р.М. Хамадиев, Д.Н. Федосеев, И.И. Лукица, О.Г. Зверев // Экспозиция Нефть Газ. – Казань: Логос, 2007. – № 11. – С. 43 – 45.

9. Берикашвили, В.Ш. Волоконно-оптические системы контроля атмосферы угольных шахт / В.Ш. Берикашвили, М.В. Хиврин. – М.: Радиотехника, 2001. – №5. – С. 21-27.

10. Королев А.В. Акустическая диагностика режимов течения двухфазного потока /А.В. Королев // Тр. одесского политехн. ун-та. – 2001. – Вып. 3 (15). – С. 40-42.

УДК 622.411.332: 550.832.012

Канд. техн. наук С.Ю. Макеев,
инж. А.А. Каргаполов,
канд. техн. наук С.Ю. Андреев
(ИГТМ НАН Украины)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФЛЮИДОСОДЕРЖАЩИХ УЧАСТКОВ В ГОРНОМ МАССИВЕ ПО ДАННЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использование первичных материалов угольного каротажа и тренд-анализ поверхности кровли основных горизонтов песчаников позволили повысить достоверность выявления газовых скоплений и флюидонасыщенных областей. Для исследований был выбран Кальмиусский рудник, который является естественным продолжением по падению полей шахт им. А.Ф. Засядько и им. Поченкова. На основе базы данных геолого-геофизических исследований построена 3D модель исследуемого участка.

PROGNOSTICATION OF AREAS IN A ROCK MASS CONTAINING FLUIDS, USING DATA OF GEOPHYSICAL RESEARCHES

Use of primary materials of the coal logging and the trend - analysis of roof surface of basic horizons of sandstones made it possible to increase authenticity of exposure of gas accumulations and fluids saturated areas. For researches Kalmius mine was chosen which is natural continuation A-dipping the fields of mines named after A.F. Zaszjadko and Pochenkov. On the basis of these data geological and geophysical researches the 3D model of the analyzed area is developed.

Прогнозирование и обнаружение в углепородном массиве флюидосодержащих участков различной степени влаго- и газонасыщенности – одна из наиболее трудных и важных задач горной науки. Выявить их возможно двумя основными методами: разведочным бурением или геофизикой. Бурение имеет неоспоримое преимущество, состоящее в непосредственном изучении вещества и свойств горных пород. Однако, из-за высокой стоимости скважин применение данного метода не является целесообразным. Значительно меньшими затратами характеризуются методы разведочной геофизики, но их перспективность остается недостаточно освещенной. Таким образом, проблема сводится к отсутствию экономически эффективного и достоверного метода обнаружения коллекторов в угленосной толще.

Разведочное бурение на уголь не предусматривает исследования состава и морфологии пород-коллекторов [1], поэтому оно изначально дает лишь общее представление о гранулярных коллекторах. Остаются необнаруженными и

трещиноватые породы, связанные с малоамплитудными нарушениями, поскольку последние не всегда охватываются бурением [2]. В данных случаях выявлению локальной неоднородности препятствует редкая сеть скважин.

К подобному выводу приходят и другие ученые [3], указывая, что в ряде случаев после разведочного бурения оказываются пропущенными значительные резервуары скопления газов.

При изучении газоносности угленосных формаций Донецкого бассейна в последнее время начали применяться сейсморазведочные исследования методом отраженных волн (МОВ), одной из основных задач которых является поиск перспективных метаноносных и водонасыщенных структур. МОВ успешно используется на угольных месторождениях для выделения малоамплитудных тектонических нарушений [3]. С этими нарушениями генетически связаны зоны повышенной трещиноватости, представляющие собой коллекторы определенного рода.

Опыт использования современных методов сейсморазведки для комплексного изучения угольных бассейнов Украины не реализован в полной мере. Об этом свидетельствует тот факт, что к настоящему времени в нашей стране было выполнено только два проекта угольной 3D сейсморазведки (на полях шахт «Западно-Донбасская» и «Краснолиманская»). До этого сейсморазведка проводилась лишь по методике 2D и ориентировалась, в основном, на прогнозирование разрывной тектоники, напряженного состояния и физико-механических свойств углепородного массива. Также к недостаткам данного метода относится то, что осуществление его не всегда технически возможно, ввиду интенсивной застройки в местах перспективных месторождений.

Из геофизических методов, которые прямо или косвенно влияют на качество прогноза горно-геологических условий угольных месторождений, наиболее перспективны и доступны методы геофизических исследований скважин (ГИС). Эти методы непрерывно исследуют углепородный массив на любых стадиях проведения работ, задействуются в обязательном порядке во всех разведочных скважинах [4, 5]. Сопоставление измеренных геофизических параметров во времени может дать эффективную информацию об изменении свойств массива горных пород при техногенном воздействии.

Во многих случаях при исследовании газоносности углей с момента проведения доразведки проходит более 30 лет, накапливается значительное количество фактического материала, полученного в результате бурения скважин и проведения ГИС. Большинство скважин пробурено до 80-х годов прошлого века. Комплекс включает методы измерения кажущихся сопротивлений, естественной и искусственной радиоактивности, а также резистивиметрия, кавернометрия, инклинометрия.

Сейчас происходит пересмотр геологических моделей многих месторождений с позиций современного уровня знаний и развития информационных технологий. Требуется новое осмысление материалов ГИС по разведочным и эксплуатационным скважинам разрабатываемых залежей. В свое время геофизические исследования скважин были выполнены аппаратурой различного типа, а при измерениях использовались разные технологии. Изменения технологии

проходки скважин также сказываются на показаниях методов ГИС. Даже с учетом указанных факторов они несут определенную полезную информацию.

Выполненные исследования направлены на обоснование возможности переинтерпретации методов ГИС для обнаружения и уточнения влаго- и газонасыщенных зон и мест локального проявления коллекторов, благоприятных для скопления метана.

Для проведения экспериментов был выбран Кальмиусский рудник, который расположен между Григорьевским надвигом и Ветковской флексурой (рис. 1). Участок является естественным продолжением по падению полей шахт им. А.Ф. Засядько и им. Поченкова, обрабатывающих угольные пласты свит C_2^7 , C_2^6 . Горно-геологические условия на участке исследований весьма сложные, характеризуются высокой газонасыщенностью углевмещающих пород. Участок полностью находится в зоне с высоким содержанием метана.

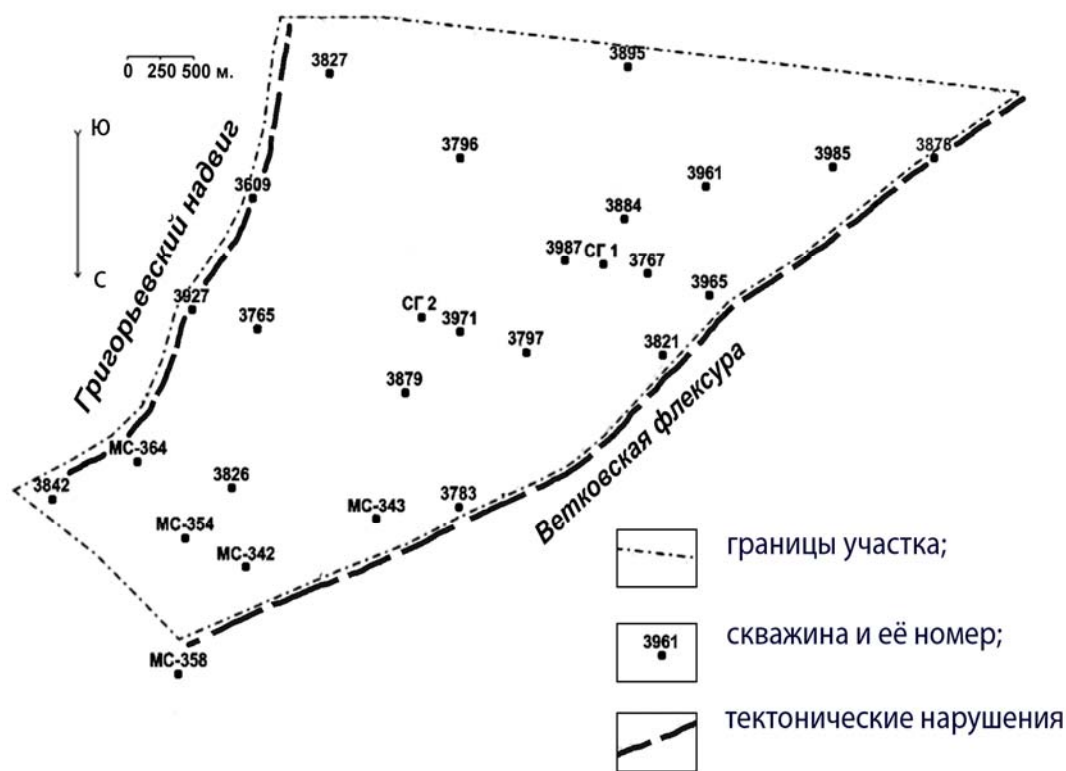


Рис. 1 – Схема расположения скважин на Кальмиусском участке.

По данной площади 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 ГКК). Максимальная глубина геофизических исследований составляла – 1812 м (скв. 3961), минимальная глубина – 704 м (скв. 3884).

Анализировались песчаники, выдержанные по мощности и в разрезе в пределах участка и прослеживающиеся по всем 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.

У всех песчаников по каждой скважине определены значения глубины залегания кровли и почвы. По отметкам значений кровли песчаников построены карты гипсометрии, а по разности значений кровли и почвы – карты равных мощностей (изопахит). Построения осуществлялись в программе Surfer 8. Типичные примеры приведены для песчаника $n_1Sn_1^1$ на рис. 2.

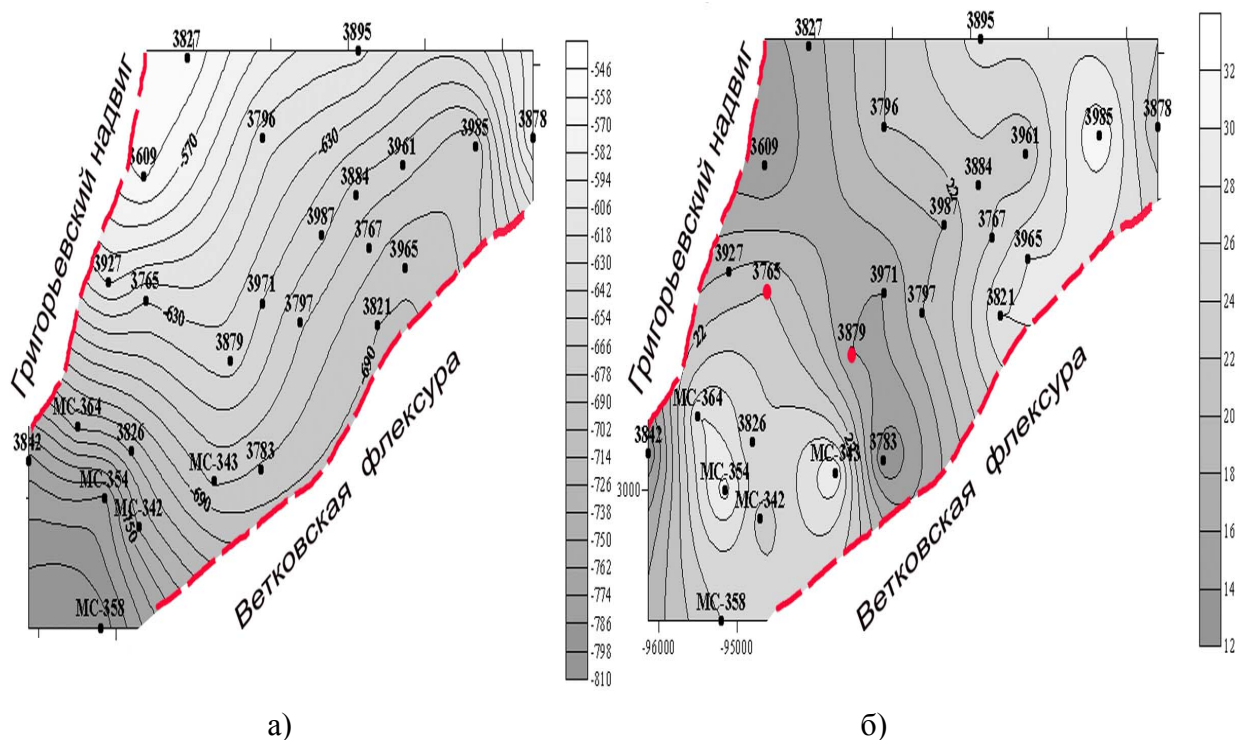


Рис. 2 – Карты гипсометрии (слева) и изопахит для песчаника $n_1Sn_1^1$.

На картах гипсометрии явно видна антиклинальная структура, прослеживающаяся вплоть до дневной поверхности с падением оси на северо-запад. При сравнении карт гипсометрии и изопахит наблюдается их взаимная корреляция: в зоне структурного «носа» отмечаются минимальные значения мощности, а по крыльям – максимальные. Особенно четко это выражается для пласта $n_1Sn_1^1$, где хорошо видно, что минимальные значения мощности пласта колеблются от 6 до 12 м и отмечаются на оси складки, а максимальные значения – 32-35 м – по крыльям складки.

Для выявления структурных элементов с высоким флюидонасыщением в угленосной толще по методике, разработанной в ИГТМ НАН Украины [6], был проведен тренд-анализ поверхности кровли основных горизонтов песчаников, являющихся потенциальными коллекторами. В основе метода лежит анализ построенных карт локальных структур, представляющих собой проекцию пласта на прямолинейную (или криволинейную) аппроксимирующую поверхность. Тренд-анализ осуществлялся путем исключения регионального фона (построе-

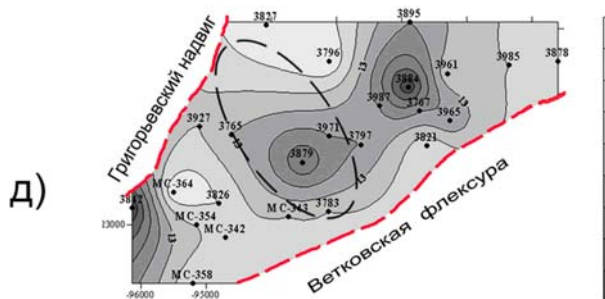
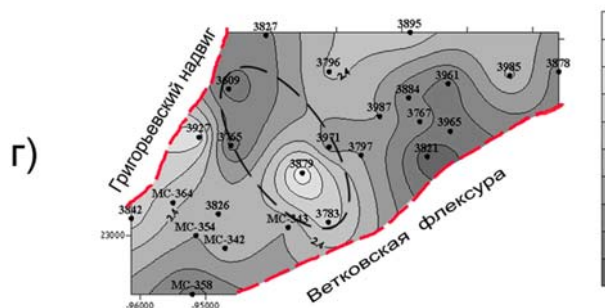
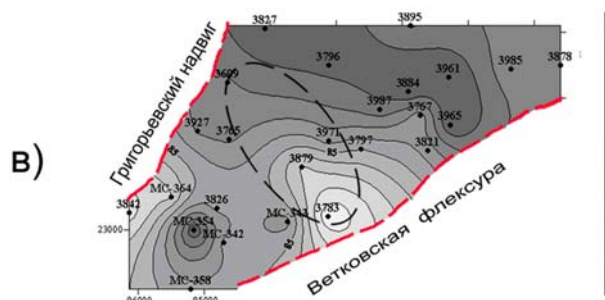
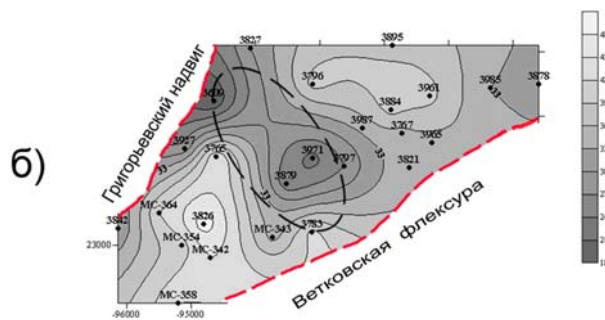
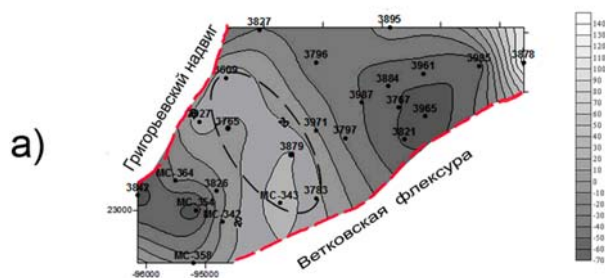
ния аппроксимирующей плоскости) и позволил выявить локальные неоднородности гипсометрических поверхностей исследуемых горизонтов, т.е. математическими методами выделить складки, осложняющие общие структуры изучаемого участка. Результаты представлены на рис. 3а, где пунктиром показана область расположения предполагаемой локальной структуры.

Для всех песчаников по каротажным диаграммам определены средние величины параметров по каждому методу, а также построены изолинии значений КС-ПЗ, КС-ГЗ, ГК, ГГК.

На рис. 3б-3д приведены примеры такого построения для песчаника $n_1Sn_1^1$, на которые спроецирована область расположения предполагаемой локальной структуры. Сравнительный анализ позволил сделать следующие выводы.

По методу КС-ПЗ выделены зоны низких значений кажущихся сопротивлений ρ_k , приуроченных к локальной структуре. Область пониженных значений ρ_k прослеживается на всех изучаемых песчаниках. Изолинии имеют вытянутую форму. Форма вытянутости изолиний повторяется для всех пластов. Низкие значения ρ_k свидетельствуют о наличии повышенной электропроводности, что характерно для высокоминерализованных флюидов. Наиболее четкая взаимосвязь с локальной структурой проявляется для песчаника $n_1Sn_1^1$.

Геологическая трактовка диаграмм интенсивности естественного гамма-излучения J_g (метод ГК) основана на зависимости между естественной радиоактивностью горных пород и их вещественным составом. При этом учитывается, что в разрезах скважин, вскрывающих осадочные породы, типичные для нефтяных и газовых месторождений, достаточно высокая радиоактивность наблюдается в глинах и, особенно, в глубоководных, битуминозных глинистых отложениях. К породам, обладающим низкой радиоактивностью относятся песчаники и известняки. В целом область «песчанистости» т.е. низких значений ГК приурочена к локальной структуре, а «глинистости» (повышенных значений ГК) – к её «крыльям».



а – локальная структура; б – метод КС-ПЗ; в – метод КС-ГЗ; г – метод ГГК; д – метод ГК.
 Рис. 3 – Сравнение карт, построенных для различных методов ГИС с картами локальных структур на данном участке:

Качественная интерпретации результатов методом ГГК основывалась на том, что между интенсивностью рассеянного гамма-излучения J_{gg} и плотностью породы наблюдается обратная зависимость. Зоны с минимальными значениями ГГК характеризуются плотными породами – низкопористыми известняками и песчаниками. Зоны же максимумов ГГК – высокопористыми породами.

В местах, приуроченных к локальной структуре, выявлены области повышенных значений ГГК и, как следствие, имеющие пониженную плотность. То есть, всеми методами ГИС на участках локальной структуры выделено отклонение от фонового значения всех исследуемых параметров. При этом наибольшая корреляция наблюдается для методов ГГК и КС-ПЗ.

Все вышеперечисленные данные послужили основой для построения 3D модели исследуемого участка. На изображении 3D модели хорошо просматривается корреляция пониженных значений кажущегося сопротивления КС-ПЗ с локальной структурой, как в плане, так и с глубиной (рис. 4).

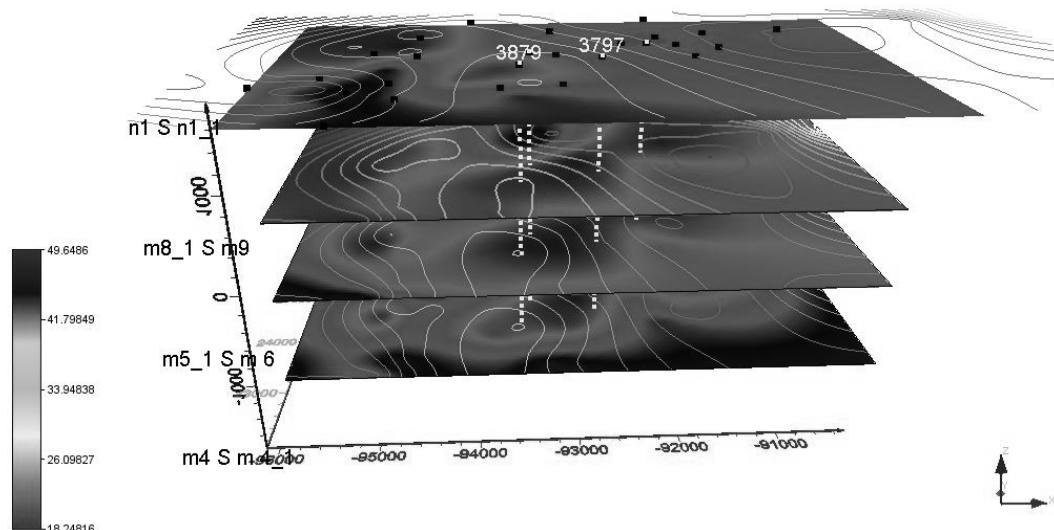


Рис. 4 – Изображение 3D модели совмещения локальной структуры и карт изолиний кажущегося сопротивления ρ_k (КС-ПЗ) по песчаникам

Таким образом, использование первичного материала – каротажных диаграмм, полученных ранее на стадии разведки, позволяет повысить достоверность выявления газовых скоплений и флюидонасыщенных участков. Методы ГИС косвенно отражают фильтрационно-емкостные свойства изучаемых песчаников. Каждый из них привносит свою лепту в повышение точности.

По результатам исследований установлено, что выделяемая в песчаниках методами ГИС область характеризует повышенную пористость или трещиноватость, что подтверждается низкими значениями КС-ПЗ. Об этом также говорит тот факт, что с выделенной по низким значениям ρ_k областью совпадает область пониженной плотности (метод ГГК) и повышенной «песчаности» (метод ГК). А так как она приурочена к локальной структуре, можно предположить, что песчаники в этой зоне могут иметь улучшенные коллекторские свойства.

Обратное можно сказать об областях песчаников лежащих вне выделенной локальной структуры. Для них отмечаются повышенные значения кажущегося сопротивления, а также повышенные значения плотности и глинистости. Вышеизложенное свидетельствует о том, что данные участки не обладают теми свойствами, на основании которых можно характеризовать их как районы с улучшенными коллекторами. Таким образом, методы ГИС (КС-ПЗ, ГГК, ГК) дифференцируют изучаемые песчаники по свойствам и позволяют выделять в них области с заданными параметрами (ρ_{κ} , J_g , J_{gg}). Наиболее полная картина может быть получена при использовании методов ГИС в комплексе. Совместное изучение диаграмм электрического и радиоактивного каротажа позволяет достовернее определять разуплотненные зоны с повышенными трещиноватостью, газо- и влагонасыщенностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна. – М.: Недра, 1972. – 351 с.
2. Газоносность угольных месторождений Донбасса / А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М.Т. Хохлов и др. / Под ред. Н.Я. Азарова. – К.: Наук. думка, 2004. – 231 с.
3. Применение наземных геофизических исследований в комплексе работ по решению проблемы дегазации шахтных полей и поискам скоплений метана в углевмещающей толще / Н.Н. Верповский, Ю.А. Гладченко, В.В. Музыка, В.М. Полохов // Горная геология, геомеханика и маркшейдерия: Сб. научн. докл. УкрНИМИ НАН Украины. – Донецк, 2004. – С. 170-178.
4. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах / Мингео СССР; Мин-во нефтяной пром-ти. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
5. Применение геофизических методов исследования скважин при разведке твердых полезных ископаемых и подземных вод. – М.: Недра, 1986. – 112 с.
6. Лукинов В.В. Тектоника метанугольных месторождений Донбасса / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко. – К.: Наук. думка, 2008. – 352 с.

УДК 505.8.08:543.421.424

Канд. биол. наук А.К. Балалаев
(ИГТМ НАН Украины)

НЕОДНОЗНАЧНОСТИ В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОВ ДИФФУЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ УГЛЕЙ В МИНИМАЛЬНО НАРУШЕННОМ СОСТОЯНИИ

Проведено аналіз можливих причин виникнення невизначеностей у тлумаченні характеристичних смуг інфрачервоних спектрів вугілля. Намічено шляхи подолання труднощів для підвищення точності розпізнавання функціональних груп у молекулярній структурі вугільної речовини.

DIFFERENT INTERPRETATIONS FTIR DIFFUSE REFLECTIONS OF COALS IN IS MINIMUM BROKEN CONDITION

The analysis of the possible reasons of occurrence uncertainty in interpretation individual strips of oscillatory spectra of coals is carried out. Ways of overcoming of difficulties for increase of accuracy of recognition of functional groups in molecular structure of coal substance are planned.

Колебательная спектроскопия является эффективным и доступным методом исследования молекулярной структуры угольного вещества. Отдельные части стандартного спектрального диапазона, содержащие всего несколько характеристичных полос, позволяют делать важные выводы об особенностях молекулярной структуры улей. Весь спектр обладает определенной информационной избыточностью, за счет присутствия валентных и деформационных пиков од-