

направления вязкой остаточной компоненты путем определения геометрической разности векторов намагниченности, выделенных на всех этапах размагничивания и отношений между ними. ВОН как правило выделяется в диапазоне температур 25-250°C

Точность ориентировки зерна определяется параметром  $\alpha_{95}$  (радиус круга, внутри которого лежит истинное направление вектора с вероятностью 95%). Допустимыми значениями параметра  $\alpha_{95}$  являются значения  $<20^\circ$ . К примеру, если  $\alpha_{95}=12^\circ$ , значит полученное направление, совпадающее с направлением горизонтальной проекции вязкой остаточной намагниченности, будет указывать на географический север (с учетом магнитного склонения) с точностью  $\pm 12^\circ$ . Оптимальными значениями параметра  $\alpha_{95}$  являются  $\pm 10^\circ$  и ниже.

Естественную остаточную намагниченность и ее компоненты, выделяемые при магнитной чистке измеряют на спиннер-магнитометрах, для проведения магнитной чистки используются терморазмагничивающие печи. В конструкции печи соблюдаются следующие условия: материалы, из которых изготовлена печь, немагнитны; низкая внешняя теплоотдача; обеспечение равномерного прогрева каждого образца; неоднородности температуры в рабочем объеме, не превышающие  $10^\circ\text{C}$ ; измерение и поддержание температуры с погрешностью до нескольких градусов.

Из числа осадочных горных пород, наиболее предпочтительными для подобных исследований являются темноокрашенные полимиктовые песчаники, алевролиты и аргиллиты, которые не были подвержены процессам метаморфизма и гипергенеза. Также для палеомагнитных исследований подходят карбонатные породы с примесью терригенных частиц, среди которых встречаются зерна гематита и магнетита, но из-за низкой концентрации магнитных зерен остаточная намагниченность карбонатных пород очень низка, что не всегда позволяет получить значимый результат.

Успех магнитной ориентации кернов в большинстве случаев зависит от времени, прошедшего от бурения до магнитометрических измерений; этот интервал нужно стараться свести к минимуму.

#### Литература

1. Описание изобретения (к авторскому свидетельству) Способ ориентирования зерна скважин, Бузов Б.В., Балабанов Ю.П., Ясонов П.Г., Храмов А.Н., Ржевский Ю.С. – М.: 1978. – 2 с.
2. Гужиков А.Ю. Геологическая информативность зерна и шлама осадочных пород, полученных при бурении разведочных скважин // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2013. – № 4. – С 51–61.
3. Дорогиницкая Л.М., Исаев Г.Д., Скачек К.Г., Шалдыбин М.В. К методике исследования анизотропии продуктивных пластов месторождений нефти и газа // Вестник недропользователя ХМАО. – 2009. – № 20. – 54 с.
4. Ошкордин О.В., Мецгер А.А. Технология и технические средства бурения с отбором ориентированного зерна: Учебное пособие. – Свердловск: СГИ, 1987. – С 30–34.
5. Храмов А.Н., Гончаров Г.И., Комиссарова Р.А. и др. Палеомагнитология - Л.: Недра, 1982. – 312 с.
6. Шипунов С.В. Элементы палеомагнитологии. – М.: Геологический Институт РАН, 1994. – 64 с.

### ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА МАГНИТОРАЗВЕДКИ ДЛЯ ПОИСКОВ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

**И.Б. Ковалев**

Научный руководитель доцент Е.В. Гусев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

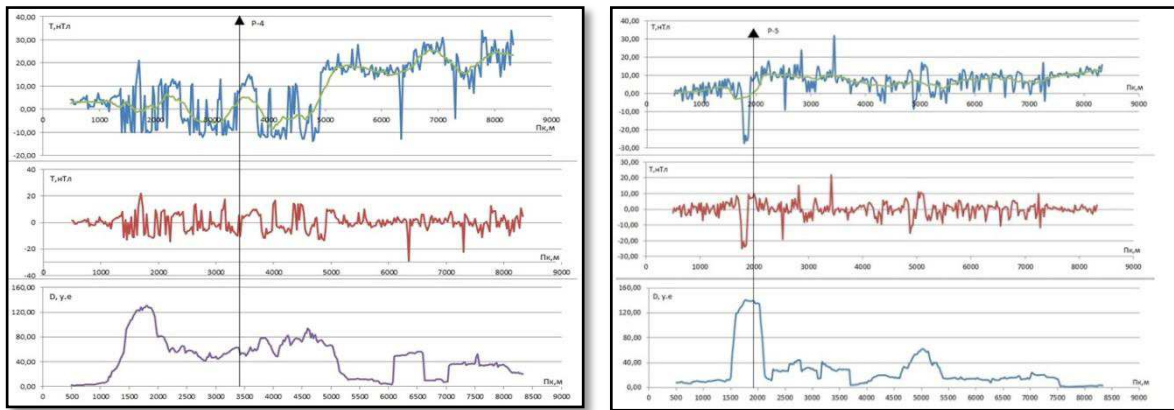
Область применения магнитных съемок при нефтегазопроисследовательских работах обычно ограничивалась изучением региональных особенностей геологического строения территорий, исследованием структуры и вещественного состава кристаллического фундамента молодых и древних платформ и решением общих задач геокартирования. Осадочный чехол из-за очень слабых магнитных свойств пород, как правило, исключался из объектов исследования. С появлением новой высокоточной аппаратуры и проведением с ее помощью массовых съемок были выявлены новые специфические аномалии магнитного поля малой амплитуды, пространственно приуроченные к залежам углеводородов [1, 2, 3].

К настоящему времени в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты на нескольких месторождениях проведены наземные детальные высокоточные магнитные съемки. Анализ полученных данных был проведен сотрудниками Томского политехнического университета [4, 6].

В области залежи наблюдаются «микромагнитные аномалии», представляющие собой участки резко дифференцированного по амплитуде высокочастотного магнитного поля, наложенного на плавно меняющийся фон средне- и низкочастотных аномалий. Региональные магнитные аномалии, связанные с глубоко залегающими объектами, исключаются осреднением, остаточные аномалии содержат информацию об осадочном чехле и областях его эпигенетического преобразования, включая верхнюю часть разреза.

Зоны повышенной дисперсии амплитуд фиксируют участки с резко дифференцированными магнитными свойствами – «магнитные шляпы» (по В. П. Меркулову), которые приурочены к залежам углеводородов и субвертикальным зонам эпигенетических преобразований.

В рамках данного исследования были произведены трансформации магнитного поля с целью изучения их эффективности, определения условий применения и подбора оптимальных параметров трансформаций. В качестве исходного материала использовались данные магнитной съемки на Селимхановской площади по пяти профилям длиной 9 км с шагом 25 метров.

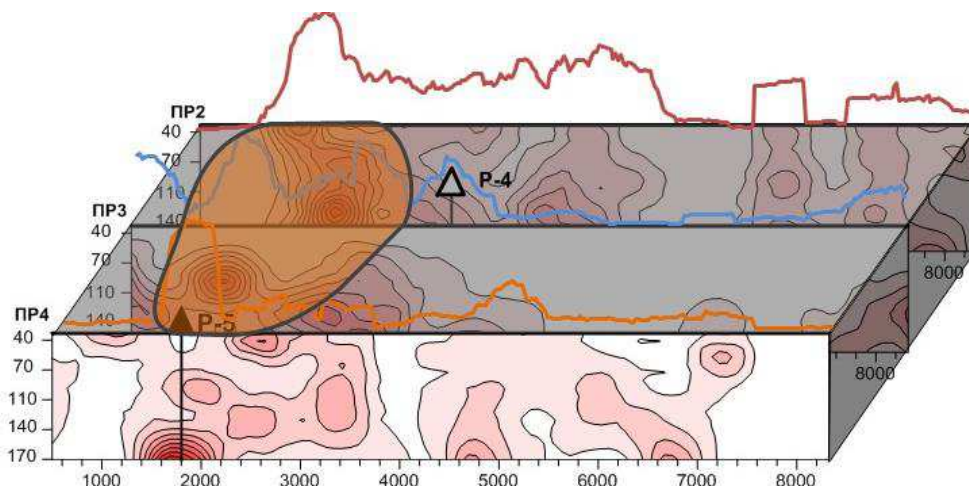


**Рис.1. Структура магнитного поля и его трансформант по 2 и 4 профилям Селимхановской площади.  
На левом рис. скважина 4 – сухая, на правом скважина 5 – продуктивная.**

Локальные аномалии определялись как разность наблюдаемого и осреднённого полей, при этом оптимальное окно осреднения определялось опытным путем – считались усреднённые значения по профилям с окнами от 11 до 51 точки. В качестве оптимального выбрано окно осреднения в 21 точку (500 метров). На рис. 1 приведены результаты вычисления остаточного магнитного поля (средние графики) и дисперсии (нижние графики) по двум профилям, один из которых проходит поблизости от «сухой» скважины, а другой – поблизости от продуктивной скважины. На графиках видно, что продуктивная скважина находится в области максимума дисперсии.

Кроме того, В. П. Меркулов [5] применял спектрально-энергетический анализ магнитного поля. При этом скользящим окном (способом периодограмм) по профилю рассчитывались спектры Фурье и строились разрезы спектров в вертикальной развертке при условии, что глубина аномалиеобразующих источников находится в прямой зависимости от периода аномалий. На разрезах спектров обнаружилось аномально высокие значения спектральной плотности на всю глубину в зонах залежей (Колотушная, Южно-Черемшанская площади и др.). Аналогичный подход мы опробовали на Селимхановской площади.

Расчеты спектра Фурье для Селимхановской площади производились по специально написанной автором программе на базе Visual Basic в двухмерном виде. Далее в программе Surfer строились развертки спектральной плотности, с использованием осреднения. Материалы представлены в виде 3D модели, которая объединяет развертки спектров по трем профилям, расположение скважин, графики дисперсии, и прогнозную область расположения залежи (рис.2).



**Рис.2. Результаты расчетов трансформант магнитного поля для Селимхановской площади  
представленные в виде 3D модели спектров.Скважина P-5 нефтеносная, P-4 «сухая»;  
цветом выделена прогнозная область расположения залежи**

Расчеты производились по скользящему окну размером 500 м, вертикальная шкала в метрах отображает полупериод аномалии. Неверно было бы связывать период с глубиной и расположением залежи, так как высокие

частоты связаны с приповерхностными объектами глубиной до 200 м, залежь же находится на глубине более 1000 м. Как это видно из рис. 2, нефтеносная скважина расположена в максимальных значениях спектра высоких гармоник, а сухая скважина – в его минимальных значениях.

Таким образом, на основании приведенных сведений, можно сказать, что представленная методика позволяет прогнозировать залежи углеводородов. Наиболее эффективно использовать магниторазведку на месторождениях, для которых сейсморазведка дает недостаточно точные данные, это месторождения со сложной структурой, нарушенным залеганием. Однако, в любом случае включение детальной магниторазведки в геофизический комплекс позволит увеличить точность прогноза при незначительном увеличении стоимости.

Для проведения спектрального анализа следует использовать гармоники, начиная с 3, так как 0,1,2 гармоники зачастую имеют значения на порядок выше остальных, несмотря на исключение фоновой составляющей. Это делает невозможным сравнительный анализ высоких частот, поэтому рекомендуется исключать эти гармоники из анализа и рассматривать их отдельно.

#### Литература

1. Березкин В.М., Киричек М.А., Кунарев А.А. Применение геофизических методов разведки для прямых поисков месторождений нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
2. Еремин В.Н. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение минералов железа в зонах влияния углеводородов // Геология нефти и газа. – 1986. – № 4. – С. 28 – 32.
3. Каштанов В.А. Локальный нефтепрогноз по данным аэромагнитной съемки. // Геология нефти и газа. – 1988. – № 12. – С. 7 – 12.
4. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Нетрадиционные возможности применения некоторых геофизических методов в нефтяной геологии Западной Сибири // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Том 2. – Томск, 2000. – с. 492 – 495.
5. Меркулов В.П. Магнитные поля месторождений нефти и газа и возможности их использования при картировании залежей углеводородов: Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири // Известия Томского политехнического университета. – Томск: 2002. – Т. 305, вып. 6. – С. 218 – 224.
6. Меркулов В.П., Зятев Г.Г. Гравимагнитные исследования при локальном прогнозе нефтегазоносности (на примере Лавровского наклонного вала). // Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях: Материалы науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Д.С. Микова. Вып. 2. Томск: Изд. ТПУ, 2003. – С. 120 – 125.

### ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ПЛАСТОВЫХ ДАВЛЕНИЙ В РАЗРЕЗАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

**С.А. Кофанов**

Научный руководитель доцент Г.Г. Номоконова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Аномально высокие пластовые давления (АВПД) – распространенное явление в разрезах нефтегазоносных территорий. АВПД наблюдаются на гигантских месторождениях Западной Сибири, сопровождают процессы преобразования рассеянного органического вещества в углеводороды и характерны для нефтегазоматеринских пород, могут быть следствием субвертикальных движений флюидов, в том числе и дегазации мантии. Во всех случаях наличие АВПД – это признак замкнутости системы. АВПД увеличивает естественную энергетику пластов, улучшает их фильтрационно-емкостные свойства. В то же время АВПД могут приводить к аварийным ситуациям при бурении, особенно глубоком (обвалы, выбросы и др.). Выявление зон АВПД в конкретных разрезах, изучение закономерностей их распространения является актуальной задачей.

Аномально высоким пластовым давлением принято считать давление пластовой жидкости, которое минимум в 1,3 раза превосходит гидростатическое давление на соответствующей глубине залегания пласта. Давление из пластов-коллекторов или нефтематеринских пород, например, баженовской свиты в разрезах Западной Сибири, может передаваться в глинистые породы, что приводит к их разуплотнению, повышенной пористости и водонасыщенности в сравнении с глинами, залегающими на тех же глубинах, но находящими под нормальными (гидростатическими) давлениями.

Выявлять зоны АВПД по данным геофизических исследований скважин (ГИС) удобнее именно в глинистых образованиях, а не в пластах-коллекторах или в самой баженовской свите. Геофизическая характеристика последних сильно зависит от их переменной пористости и нефтенасыщенности коллекторов, от содержания (для баженовской свиты) и степени катагенеза органического вещества.

Признаками АВПД в глинистых образованиях по данным методов ГИС являются: понижение плотности и скорости упругих волн по данным метода плотностного гамма-гамма-каротажа и акустического каротажа; понижение удельного электрического сопротивления по методам сопротивления (КС, БК и др.), повышение водородосодержания (W) по данным нейтронного каротажа. В случаях интенсивного проявления АВПД могут происходить понижения естественной радиоактивности пород (ГК) и потенциалов самопроизвольной электрической поляризации (ПС).

Для уверенного выделения зон АВПД необходимо произвести нормализацию данных ГИС, предполагающую приведение показаний отдельных методов к единому уровню значений и их размаху. В настоящей статье в качестве параметров нормализации были взяты среднее арифметическое и стандартное отклонение геофизического признака (рис.1).