

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРНОГО НАКЛОНА И АЗИМУТА ПАДЕНИЯ ПЛАСТОВ, ОЦЕНКИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МИКРОСКАНИРОВАНИЯ СКВАЖИН

А. И. ГУБИНА – Профессор ПГНИУ, доктор геолого-минералогических наук, главный геолог ООО «Пермский инженерно-технический центр «Геофизика»

П. Н. ГУЛЯЕВ – Начальник отдела новых технологий ООО «Пермский инженерно-технический центр «Геофизика»

Е. В. СОСНИНА – Инженер-геофизик отдела новых технологий ООО «Пермский инженерно-технический центр «Геофизика»

Стандартный комплекс методов ГИС не всегда позволяет полноценно изучить скважинное пространство. Развитие имиджинговых технологий при исследовании скважин дает возможность по-новому взглянуть на характеристики горных пород, особенности геологического строения месторождений.

Емкостные свойства низкопористых коллекторов обусловлены, главным образом, наличием вертикальной и наклонной трещиноватости, кавернозных структур. И именно трещины являются основными путями миграции флюидов. Поэтому для успешной разработки низкопористых залежей необходимо знание их строения, распространенности и протяженности по площади, присутствия трещиноватости, параметров трещин (углы наклона, направление падение, раскрытость, проницаемость и т.д.).

В настоящее время более 60% мировой добычи нефти и значительная часть нефти Пермского Прикамья приходится на карбонатные и терригенно- карбонатные трещинно-кавернозно-поровые коллекторы. Для карбонатных коллекторов интервал изменения проектного коэффициента извлечения нефти (КИН) необычайно широк и колеблется от 0,15 до 0,50 [6]. Это обосновывает необходимость уточнения геологических моделей сложнопостроенных коллекторов с помощью дополнительных исследований.

С 2010 года в ООО «ПИТЦ «Геофизика» проводятся исследования дополнительными методами ГИС для решения задач оценки трещиноватости карбонатных коллекторов. Одним из ведущих методов с 2012 года является электрическое микросканирование скважин (ЭМС).

Скважинный электрический микросканер предназначен для получения изображения (развертки) стенки скважины методом электрических сопротивлений с целью определения наклона пластов, структуры осадочных пород, наличия и расположения трещин, исследования тонкослоистых структур [5]. При изменении литологического состава и структуры пластов, при наличии трещин и полостей на развертке электрического микросканера наглядно отображается изменение различных характеристик пластов. Данные ЭМС могут быть использованы для определения обстановки осадконакопления, тектонических условий формирования горных пород, их структурных и текстурных особенностей, для стратиграфической корреляции.

Применяемый скважинный микросканер КарСар МС-110 является первым российским прибором ЭМС.

КарСар МС-110 имеет 160 электродов диаметром 5 мм, расположенных в шахматном порядке в два ряда, что обеспечивает разрешающую способность по вертикали и горизонтали 5 мм, радиальная глубинность исследования 25 мм. Диапазон измерения сопротивлений 0.2–5000 Ом.

Электроды расположены на 8 независимых прижимных устройствах, обеспечивающих хорошее покрытие стенки скважины. Для скважин диаметром 216 мм площадь исследования покрывающей поверхности стенки скважины составляет ~ 60%. [5].

В состав прибора входят: модуль памяти, модуль инклинометра, позволяющего правильно ориентировать в пространстве полученную информацию и модуль сканера.



Рис. 1. Прибор КарСар МС-110

На планшетах, после обработки данных ЭМС, изображены статический имидж, отображающий истинное удельное электрическое сопротивление пород от 0 до 5000 Ом (более светлый цвет изображения соответствует более высокому УЭС, темный – низкому УЭС породы) и динамический имидж, позволяющий улучшать локальный контраст изображения, т.е. более детальные изменения электрических свойств горных пород. Также прилагаются диаграммы Шмидта (распределение углов и азимутов падения пластов) и гистограммы углов падения пластов (распределение частоты углов падения от их величины).

На рис. 3 представлен пример выделения субвертикальной трещиноватости на имиджах ЭМС. Наблюдаем субвертикальную открытую трещину с углом наклона $85,87^\circ$ и азимутом падения $48,44^\circ$, направление северо-восточное.

На рис. 4 представлен интервал хаотично направленных наклонных микротрещин на фоне переслаивающихся пропластков (выделены синусоидами).

Метод ЭМС показал себя достаточно эффективным для оценки трещиноватости карбонатных коллекторов, что подтверждается результатами других методов.

В комплексе с ЭМС могут применяться методы:

- волновой акустический каротаж дипольный (ВАК-Д);
- скважинное акустическое сканирование (САС);
- боковой каротаж сканирующий (БК-С);
- индукционная пластово-трещинная наклонметрия (ИПТН);
- гидродинамический каротаж–пробывание пластов (ГДК-ОПК).

Метод ЭМС позволяет не только выявлять особенности структуры порового пространства коллекторов, а также определять азимуты падения и углы наклона пластов, что является важной задачей при изучении месторождения.

В связи с имеющимися возможностями, с 2013 года предприятием ООО «ПИТЦ «Геофизика» проводятся опытно-промышленные работы направленные на решение следующих задач:

- определение структурного наклона пластов (угол наклона и азимут);
- по данным пластовой наклонметрии изучение текстурных особенностей терригенных коллекторов;
- преобладающее направление пластов в карбонатном разрезе.

Под структурным наклоном понимается преимущественный угол и азимут падения комплекса осадочных горных пород значительной мощности в пределах их сечения данной скважиной [4].

Определение в скважине азимута и угла структурного падения пластов имеет важное значение для изучения формы геологических залежей. Особенно необходимы эти данные при бурении поисковых скважин и на площадях со сложным геологическим строением [4].

В платформенных областях самые пологие падения характеризуют структурный наклон. Довольно часто величина угла падения по разрезу скважины колеблется в небольших пределах относительно среднего значения, тогда как азимут остается почти постоянным. Структурный наклон может быть определен непосредственно из наклонограммы путем проведения условной линии корреляции элементов залегания с близкими значениями углов и азимутов падения [3].

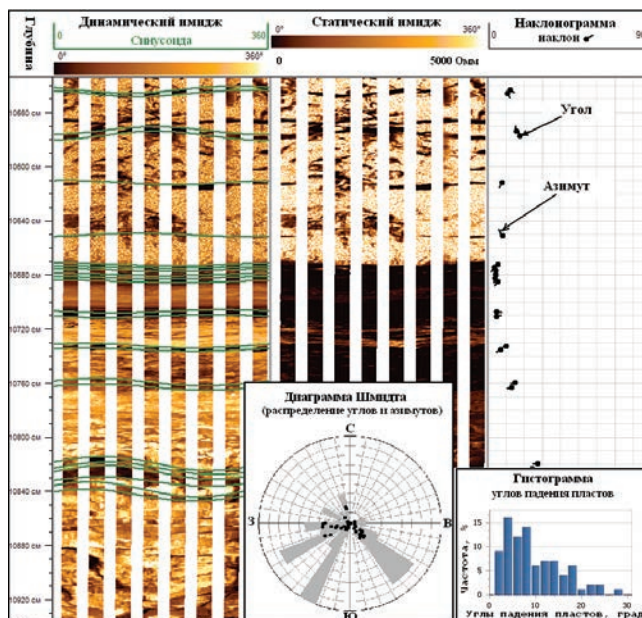


Рис. 2. Результаты обработки данных ЭМС

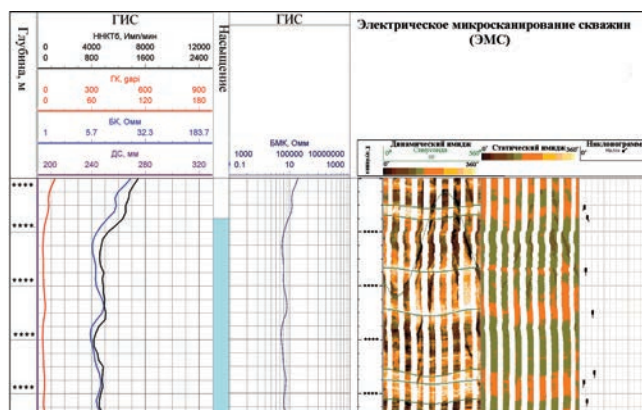


Рис. 3. Выделение субвертикальной трещины на имиджах ЭМС

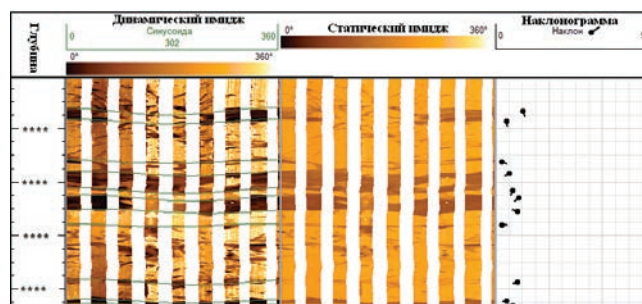


Рис. 4. Наблюдение на имиджах ЭМС хаотично ориентированных наклонных микротрещин

В условиях Пермского Прикамья [2], где в геологическом разрезе преобладают малоамплитудные структуры, сложенные в основном карбонатными породами, определение структурного наклона пород с целью уточнения формы структур и положения на них скважин следует проводить в интервалах глинистых пород, характеризующихся номинальным диаметром скважины и малыми углами падения в отложениях P1к, C2vr, C1tl, C1t.

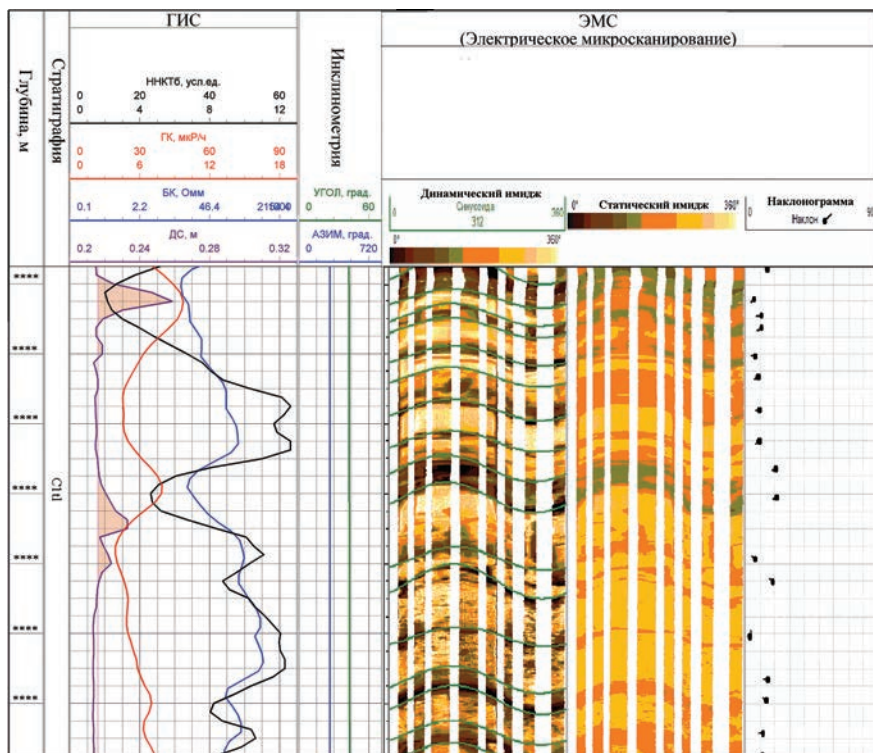


Рис. 5. Интервал определения структурного наклона пластов

На рис. 5 приведен интервал определения структурного наклона пластов на скважине одного из месторождений Пермского Прикамья: данные стандартного комплекса ГИС, данные инклинометрии, динамический и статический имиджи ЭМС, наклонограмма. На рис. 6 представлена структурная карта данного месторождения. Стрелкой указано направление падения пластов по скважине 303, структурный наклон пластов: угол наклона 2–10°, азимут 270–290°, направление преимущественно западное.

По данным пластовой инклинометрии изучение текстурных особенностей терригенных коллекторов (тип слоистости в песчаниках, направление слоистости в русловых песчаниках (если такие есть)), определение направления русел в терригенных отложениях. Полученные результаты необходимы для дальнейшей разработки месторождения, в частности, для заложения новых скважин.

Таким образом, исследования методом ЭМС позволяют полноценно изучить разрез скважины:

- определить особенности структуры порового пространства карбонатных коллекторов;
- выделить и визуально наблюдать интервалы трещиноватости и кавернозности;
- рассчитать коэффициент трещиноватости и по полученным данным построить карты трещиноватости для отдельных месторождений;
- определить структурный наклон пластов;
- изучить текстурные особенности терригенных коллекторов;
- определить типы слоистости песчаников и направление русел в терригенных отложениях;
- уточнить геологическое строение, полученные данные использовать для дополнения модели месторождения.

Уже проведенные опытно-промышленные работы методом ЭМС с использованием аппаратуры КарСар МС-110 показали высокую результативность.

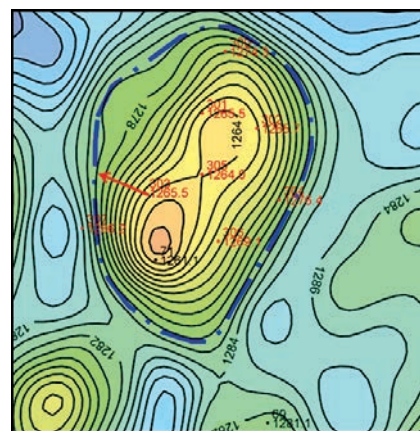


Рис. 6. Фрагмент структурной карты месторождения по кровле пласта Тл2-б

Литература:

1. Балдин А. В., Губина А. И., Уточкин Ю. В. Диагностика нефтяных скважин сканирующими и спектральными методами/ ж. «Геофизика» № 5, 2011. – с.65–69.
2. Губина А. И. Основы фацальной цикличности осадочных толщ по результатам геолого-геофизических исследований скважин. – Пермь: Престайм, 2007. – 271с.
3. Губина А. И., Гуляев П. Н., Бабуров В. Н., Механошина Е.М. Опыт применения пластовых наклономеров и микросканеров в разрезах Пермского Прикамья/ ж. «Геофизика» №5, 2013.
4. Кривонос Р. И. Пластовая инклинометрия скважин – М.: Недра, 1988. – 169 с.
5. Микросканер скважинный КарСар МС-110: паспорт прибора.- Саратов, 2012.– 5с.
6. Некрасов А. С. Геолого-геофизические исследования карбонатных коллекторов нефтяных месторождений. – Пермь: Перм. ун-т, 2006. – 422с. ●



ООО «ПИТЦ «Геофизика»:
 614000, г. Пермь,
 ул. Петропавловская,
 д.16А, офис 408
 тел./факс (342) 217-10-90
 e-mail: pitc@pitc.ru
 www.pnsh.ru