

Славкин Геннадий Алексеевич, специалист, кафедра геофизики, Институт нефти и газа, Сибирский федеральный университет, Российская Федерация, г. Красноярск
E-mail: Slavkin.G.A@gmail.com

ВЕРТИКАЛЬНАЯ РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ КАРОТАЖА И МЕТОДЫ ЕЁ УВЕЛИЧЕНИЯ

Аннотация: Многие современные залежи углеводородов состоят из пластов с широко и быстро меняющимися физическими параметрами. В последние десятилетия вследствие усложнения добычи нефти и газа появилась необходимость разрабатывать подобные нефтяные пласты. Данная статья охватывает такую немаловажную проблему, как ошибочная интерпретация данных каротажей тонкослоистых коллекторов вследствие недостаточной разрешающей способности геофизических исследований, а также предложены и описаны оптимальные методы увеличения вертикальной разрешающей способности.

Ключевые слова: каротаж, вертикальная разрешающая способность, тонкослоистый коллектор, Alpha-processing, Cusp фильтр.

Abstract: Many modern hydrocarbon reservoirs consist of reservoirs with widely and rapidly varying physical parameters. In recent decades, due to the complexity of oil and gas production, it has become necessary to develop such oil reservoirs. This article covers such an important problem as the erroneous interpretation of thin-layered reservoir logging data due to insufficient resolution of geophysical surveys, as well as proposed and described optimal methods for increasing vertical resolution.

Keywords: logging, vertical resolution, thin-layered reservoir, Alpha-

processing, Cusp filter.

Для разработки пластов с широко и быстро меняющимися физическими параметрами были созданы новые методы с целью улучшения вертикальной разрешающей способности геофизических исследований, чтобы обеспечить лучшую оценку параметров тонких слоёв и определять характеристики нефтяного пласта.

Сущность любого геофизического метода состоит в измерении некоторой величины, характеризующейся одним или совокупностью физических свойств горных пород. Измерение необходимой величины происходит при подъёме каротажного инструмента вдоль скважины, результатом является записанная диаграмма каротажа. Качество каротажа, то есть его соответствие реальной геологической действительности зависит от вертикальной разрешающей способности прибора.

Вертикальное разрешение – это величина, описывающая способность инструмента каротажа считывать или разделять сигналы в осадочных отложениях ограниченной вертикальной протяженности.

Вертикальная разрешающая способность геофизических методов определяется следующими факторами:

- размерами зондов;
- шагом квантования;
- скоростью записи;
- скважинными условиями.

Масштаб вертикального разрешения существующих инструментов варьируется от 1,5 метров для каротажа сопротивления или индукционного каротажа с длинным зондом, до 0,5 метра для большинства ядерных каротажей, вплоть до сантиметров для волнового диэлектрического каротажа и микрокаротажа.

Результатом записи являются каротажные диаграммы, которые предоставляют основной источник информации для геологов, инженеров по

разработке и геофизиков. Современные зонды для каротажа скважин являются результатом более чем девяностолетнего опыта работы в полевых условиях в сочетании с современными электронными технологиями. С появлением новых типов каротажных зондов и компьютерных методов интерпретации интерпретатор данных каротажа находится в лучшем положении, чем когда-либо прежде, чтобы делать точные выводы о природе пластов, пересекаемых скважиной.

Проблематика состоит в том, что геофизические исследования вполне точно измеряют параметры массивных пластов, но недостаточно достоверно измеряют характеристики тонкослоистых пластов.

Показания приборов при измерении маломощных пластов могут искажаться из-за влияния соседних слоёв, что может привести к ошибочным интерпретациям. В таких случаях, где показания прибора были искажены, правильное определение истинных характеристик пласта может быть очень важным с финансовой точки зрения, поскольку на получение данных каротажа тратятся значительные средства, и любые усилия по обработке, которые могут улучшить доступную информацию, представляют собой стоящее достижение.

Таким образом, одним из примеров будет являться сравнение прогнозной пористости плотностного каротажа с эталонной пористостью по керну. Здесь показана часть каротажной диаграммы, которая в случае мощных однородных пластов показывает вполне истинные и достоверные данные, представлено на рисунке 1.

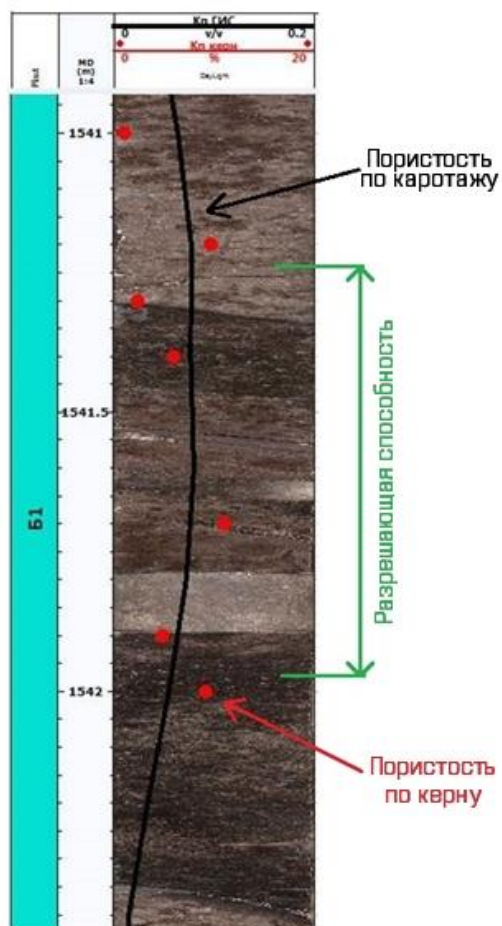


Рисунок 1 – Пример достоверного определения характеристик пластов

В случае недостаточной вертикальной разрешающей способности каротажный прибор не регистрирует маломощные неоднородные участки. Это показано на модели каротажа сопротивления (рисунок 2).

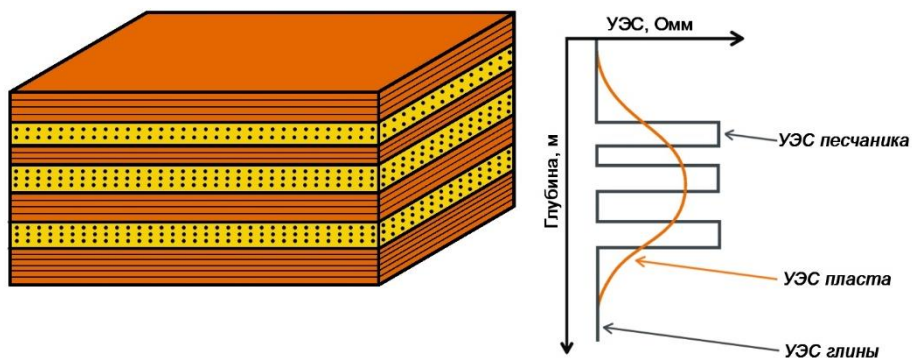


Рисунок 2 – Модель каротажа сопротивления, иллюстрирующая проблематику недостаточной разрешающей способности

Таким образом, при измерениях тонкослоистых участков, результатом будет являться заниженная интегральная оценка свойств из-за влияния соседних слоёв.

Увеличение вертикальной разрешающей способности (восстановление свойств тонкослоистых коллекторов) довольно сложная и обширная тема. Тем не менее существуют различные модели и методы, позволяющие добиться лучшего результата в увеличении вертикальной разрешающей способности.

Одними из самых оптимальных методов по увеличению вертикальной разрешающей способности каротажей стоит выделить такие методы, как метод Alpha-processing, метод трёхточечного cusp фильтра. В таблице 1 представим описание данных методов.

Таблица 1 – Методы по увеличению вертикальной разрешающей способности

Метод	Описание метода
Alpha-processing	Метод применяется к мультисенсорному устройству с двумя приёмниками - большим и малым. Здесь объединяются измерения, имеющие разную разрешающую способность, соответственно и разную глубину исследования, чтобы компенсировать эффекты буровой скважины или глинистой корки.
Метод трёхточечного cusp фильтра	Метод использует деконволюцию данных ядерных методов. Используется легкая деконволюция, для уменьшения усиление шума, за одно вычисление работает с тремя точками кривой.

Однако нельзя останавливаться только на представленных методах, поскольку существует ещё немало методов, позволяющих увеличивать вертикальную разрешающую способность различных видов каротажей. Необходимо продолжить обзор, оценить эффективность, провести расчёты на фактических данных, сравнить результаты между собой и с керновыми исследованиями.

Библиографический список:

1. Арманшин И.И., Виноградов В.Б. О вертикальной разрешающей способности монтажного метода // Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа-регионам», 2021, С. 72-73.
2. Flaum C., Galford J. E., Hastings A. Enhanced Vertical Resolution Processing of Dual Detector Gamma-Gamma Density Logs // Houston: Schlumberger Well Service, 1989. – 11 с.
3. Хабаров. А. В., Волокитин. Я. Е., Боркент. Э.-Я. Методика оценки пористости тонкослоистых пластов-коллекторов // Каротажник. – 2009. №12. С. 129 - 143.
4. Князев А. Р., Малиновский А. К., Некрасов А. Н. Повышение информативности при интерпретации двухзондовых приборов каротажа // Каротажник. – 2019. №5. С. 129 - 141.
5. Morland A. M. Special log Processing for thin zones using geological impulse response functions, with particular application to total and spectral gamma ray logs // South Australia: The University of Adelaide, 1984. – 13 с.