

Алчаков Хизри Солтансаидович

студент

Долгушин Семён Сергеевич

студент

Научный руководитель

Гибайдуллина Луиза Флюровна

мастер производственного обучения

ГБПОУ ЯНАО «Тарко-Салинский профессиональный колледж»

г. Тарко-Сале, Ямало-Ненецкий АО

МЕТОДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

Аннотация: в статье приводится обзор методов электрического каротажа с фокусированными зондами или без них, применяемых при исследовании параметров профиля скважины.

Ключевые слова: каротаж, геология, недры, полезные ископаемые, исследование скважин.

Электрические методы включают в себя каротаж сопротивлений: кажущегося сопротивления – измерение удельного сопротивления горных пород; боковой каротаж – разновидность кажущегося сопротивления экранированными электродами и их микрозондовые модификации кажущегося сопротивления микрозондовые и боковой каротаж микрозондовые. Применяются различные виды токовых каротажей. К электрическим также можно отнести индукционный каротаж – измерение удельной проводимости горных пород при помощи катушек индуктивности. Метод измерения и интерпретации естественных электрических потенциалов горных пород в скважинах или каротаж методом самопроизвольной поляризации.

Электрический каротаж нефокусированными зондами получил название метода кажущегося сопротивления. Обычно зонды кажущегося сопротивления трехэлектродные. Четвёртый электрод заземляют на поверхности. Два электрода, обозначаемые буквами А и В, соединяют с генератором тока, два других –

М и N – включают на вход измерителя разности потенциалов. Иногда в скважину помещают все четыре электрода или только два А и М. Электроды А и В питают переменным током низкой частоты, что позволяет исключить влияние на измеряемый сигнал постоянных или медленно меняющихся потенциалов электрохимического происхождения. Поскольку диапазон частот, применяемых в методе кажущегося сопротивления, как и в других электрических методах, не превышает нескольких сотен герц, теория метод базируется на законах постоянного тока.

Существуют следующие модификации метода кажущегося сопротивления: вертикальное профилирование одиночными зондами, боковое каротажное зондирование, микрозондирование, резистивиметрия. Две первые модификации можно называть макро-, две последние микромодификациями. Условно к макро-модификациям метода кажущегося сопротивления относят также токовый каротаж. Прямая задача метода кажущегося сопротивления требует найти связь между известными параметрами породы скважины, источников тока и измеряемыми значениями. Для решения этой задачи применяют аналитические методы, методы физического и математического моделирования.

Существуют две микромодификации метода кажущегося сопротивления – микрозондирование и резистивиметрия. Микрозондирование состоит в детальном исследовании ближней зоны потенциал- и градиент-зондами существенно меньшей длины, чем при макро-модификациях метода кажущегося сопротивления. Данные микрозондирования служат для детального расчленения разрезов скважин, уточнения границ и выделения тонких прослоев. Резистивиметрия служит для определения удельного сопротивления промывочной жидкости. Её выполняют градиент-зондами столь малой длины – резистивиметрами, что влиянием стенок скважины можно пренебречь.

Влияние скважины и вмещающих пород может быть в значительной степени преодолено за счёт применения фокусированных зондов. Метод, основанный на применении зондов с фокусированной системой питающих электродов,

называют боковым каротажем. Существуют его 7-ми, 9-ти и 3-х электродные модификации.

Семиэлектродные зонды предназначены преимущественно для изучения неизменной части пласта. Наряду с этим существуют 9-ти электродные зонды, предназначенные для изучения зоны проникновения. Трудности создания сложных электронных устройств в ограниченных габаритах скважинного прибора привели к распространению трехэлектродных зондов бокового каротажа, не требующих применения автоматических компенсаторов и управляемых генераторов.

Боковой микрокаротаж основан на применении микрозондов с фокусировкой тока. Показания зондов бокового микрокаротажа менее искажены влиянием глинистой корки и промывочной жидкости. Скважинные приборы, содержащие несколько расположенных по окружности прижимных устройств, на каждом из которых размещен зонд боковой микрокаротаж, называют пластовыми наклономерами. По вертикальному сдвигу диаграмм, зарегистрированных с помощью входящих в наклономер зондов, можно оценить наклон пласта, а по показаниям встроенного в скважинный прибор инклинометра – азимут угла падения.

Задачи, решаемые методом бокового каротажа, связаны с его высокой разрешающей способностью по вертикали и возможностью получения удовлетворительных результатов при больших отношениях. В благоприятных условиях метод бокового каротажа позволяет осуществить детальное расчленение разреза, оценить его литологию, выделить пласты-коллекторы, определить их коллекторские свойства. При отсутствии зоны проникновения или понижающей зоне эффективность бокового каротажа значительно выше, чем у метода кажущегося сопротивления.

Ядерно-геофизические методы различают по виду первичного (возбуждающего) и вторичного (регистрируемого) излучения, типу изучаемой ядерной реакции или эффекта взаимодействия излучения с веществом, способу и режиму измерений. Наиболее распространённый из ядерно-геофизических методов

гамма-метод основан на измерении интенсивности потока или спектра гамма-излучения естественных радиоактивных нуклидов, содержащихся в горных породах (главным образом гамма-излучения, продуктов распада урана и тория, а также радионуклида К). В интегральном варианте по данным гамма-метода изучают общую гамма-активность горных пород, в спектрометрическом – гамма-активность отдельных радионуклидов и их концентрацию. Гамма-гамма-методом измеряют поток или спектр рассеянных горных пород гамма-излучения, возникающего при облучении их гамма-квантами внешнего источника. Гамма-гамма-методы применяют в основном для определения плотности горных пород, в первую очередь при геофизических исследованиях скважин.

Нейтронные методы основаны на облучении горных пород нейтронами внешних источников и регистрации нейтронного или гамма-излучения, возникающего в результате различных реакций взаимодействия нейтронов источника с ядрами элементов, входящих в состав горных пород. Методы, основанные на регистрации естественного нейтронного потока горных пород, не нашли широкого применения. Нейтронные методы включают стационарные, и импульсные нейтрон-нейтронные и нейтронные гамма-методы и нейтронные активационные методы. Каждая из этих групп методов содержит ряд модификаций. Наиболее информативными являются спектрометрические варианты нейтронные гамма методы, импульсные нейтрон-нейтронные гамма методы, нейтронные активационные методы, в которых по спектрам вызванного нейтронами гамма-излучения определяют элементный состав исследуемых геологических объектов. Нейтронные методы – самые информативные из ядерно-геофизических методов и используются для решения широкого круга геологических задач.

Рентгенорадиометрический метод, применяемый в рудной геофизике, основан на облучении горных пород или руд низкоэнергетическим (до 200 кэВ) гамма-излучением от радионуклидных источников и измерении характеристического рентгеновского излучения атомов. Гамма-нейтронным методом регистрируют фотонейтроны, образующиеся при облучении горных пород гамма-

квантами высоких энергий с целью выявления бериллиевых руд. Метод ядерного гамма-резонанса, основанный на эффекте Мёссбауэра, используется при поисках и разведке руд олова и железа.

К другим видам относится кавернометрия, т. е. измерение фактического диаметра необсаженной скважины и его изменение вдоль ствола. Кавернограмма в сочетании с другими видами каротажа указывает на наличие проницаемых и непроницаемых пород. Увеличение диаметра соответствует глинам и глинистым породам; сужение обычно происходит против песков и проницаемых песчаников. Против известняков и других крепких пород замеряемый диаметр соответствует номинальному, т. е. диаметру долота. Кавернограммы используются при корреляции пластов и в сочетании с другими методами хорошо дифференцируют разрез, так как хорошо отражают глинистости и проницаемости разреза. Термокаротаж – изучение распределения температуры в обсаженной или необсаженной скважине. Термокаротаж позволяет дифференцировать породы по температурному градиенту, а следовательно, по тепловому сопротивлению. Кратковременное охлаждение ствола скважины или нагрев при закачке холодной или горячей жидкости позволяет получить новую информацию о теплоемкости и теплопроводности пластов. Это позволяет определить: местоположение продуктивного пласта, газонефтяной контакт, места потери циркуляции в бурящейся скважине или дефекта в обсадной колонне зоны разрыва при ГРП и зоны поглощения воды и газа при закачке.

Особняком стоят геофизические исследования в эксплуатационных нефтяных и газовых скважинах, применяемых для определения дебита скважины, технического состояния колонны, профиля притока или профиля приемистости, гидродинамических параметров пластов. При этом используют термометрию; расходомерию; барометрию; СТИ; ЛМ – локатор муфт; акустическую шумомерию; электромагнитную дефектоскопию и толщинометрию; СНГК – спектрометрический нейтронный гамма-каротаж; ИННК-импульсный нейтронный каротаж, гидродинамические исследования скважин (регистрация

кривых восстановления уровней и восстановления давления – КВУ – КВД, гидропрослушивание) и некоторые другие виды и методы каротажей.

Список литературы

1. Мстиславская Л.П. Основы нефтегазового производства: учебное пособие / Л.П. Мстиславская, М.Ф. Павличич, В.П. Филиппов. – М.: Нефть и газ; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 3-е изд., испр. и доп. – 276 с.
2. Мартынов В.Г. Геофизические исследования скважин. Справочник мастера по промысловой геофизике / В.Г. Мартынов, Н.Е. Лазуткина, М.С. Хохлова [и др.]. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. – 960 с.
3. Дарлинг Т. Практические аспекты геофизических исследований скважин / Т. Дарлинг. – М.: Премиум Инжиниринг, 2008. – 400 с.
4. Коршак А.А. Основы нефтегазового дела: учебник для вузов / А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2001. – 544 с.
5. Ширковский А.И. Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений / А.И. Ширковский. – М.: Недра, 1987. – 309 с.
6. Геофизические методы исследования скважин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gdta.ru/uslugi/geofizicheskie-issledovaniya/geofizicheskie-metody-issledovaniya/> (дата обращения: 22.11.2019).