УДК 550.3

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯДЕРНОГО ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

IMPROVING THE METHODOLOGY FOR USING THE NUCLEAR PHYSICAL METHOD FOR STUDYING SANDY-CLAYEY ROCKS

Пашаев Намед Велиш
доцент,
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
namat.pashayev@mail.ru

Шабанов Мехраб Ибадулла
докторант
Mehrab.shabanov@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные факторы влияющие на величину интенсивности вторичное гамма излучение а также гамма активности горных пород. Разработанные методика и алгоритм проверены на фактическом материала ряда месторождений Азербайджана. Их эффективность показана на практическом примере.

Ключевые слова: глинистый коллектор, пористость, скважина, водородосодержания, глинистость, радиоактивность.

Pashayev Named Velish
Assistant Professor,
Azerbaijan State University Oil and Industry
namat.pashayev@mail.ru

Shabanov Mehrab Ibadulla
Doctoral Student
Mehrab.shabanov@mail.ru

Annotation. The main factors influencing the intensity of secondary gamma radiation as well as gamma activity of rocks are considered. The developed methodology and algorithm were tested on actual material from a number of fields in Azerbaijan. Their effectiveness is shown in a practical example.

Keywords: clayey reservoir, porosity, well, hydrogen content, clay content, radioactivity.

Введение

Важным преимуществом ядерно физического метода (ЯФМ) является возможность его использования в скважинах, обсаженных стальной колонной. Однако количественная интерпретации в обсаженных скважинах еще более затрудняется из-за влияния на показани ЯФМ , в первую очередь НГК с изменяющимся по длине ствола эксцентриситетом обсадной колонны. Последнее обстоятельство особенно сказывается в скважинах большого диаметра при низком содержании водорода в пласте, т.е. в низкопористом или газоносном разрезе. Таким образом, возможности применения НГК для получения количественных данных о пористости в низкопористом разрезе и газонасыщенности в обсаженных скважинах весьма ограничены.

С другой стороны НГК используется (в том числе в комплексе ГИС) не только для определения пористости, но и с целью контроля за изменением коэффицентов нефтегазонасыщенности коллекторов и для решения других задач [3]. Расширение круга задач, решаемых при участии ЯФМ , обусловлено возможностью получения из радиоактивных полей большего количества информативных параметров многие из которых могут быть надежно определены только современными математическими методами. При большом количестве материала обработка данных НГК, особенно в сложных геологотехнических условиях , становится трудоемкой задачей.

Работы по усовершенствованию методики и интерпретации НГК были направлены на преоделение указанных и ряд других недостатков.

Теоретические и методические аспекты

Для изучения глинистых терригенных коллекторов недостаточно только одного повышения чувствительности метода нейтронного каротажа к изменению водородосодержания. Необходимо также найти способ определения содержания глинистого материала, поскольку суммарное водородосожержание глинистого коллектора $\boldsymbol{\omega}_{\Sigma}$, определяемое по данным нейтронного каротажа, слагается из суммы величин открытой пористости $К_{П}$ и кристаллизационной воды глинистого материала $\boldsymbol{\omega}_{г}^{кр}$т.е.:

$$\boldsymbol{\omega}_{\Sigma}=\boldsymbol{K}_{\boldsymbol{n}+}\boldsymbol{\omega}_{г}^{кр}.$$

В разрезах с достаточно постоянной радиоактивностью скелета $i_{ск}$и глинистого материала $i_{г}$ глинистость, а следовательно и содержание кристаллизационной воды может быть найдено по данным гамма-каротажа (ГК). В тех случаях , когда радиоактивность скелета и глин соизмеримы между собой ($i_{г}$ превышает $i_{ск}$ не более , чем в 3–4 раза) глинистость, определенная по дананным ГК , существенно зависит от типа глинистого материала и структуры пласта (глинистого коллектора). Для учета влияния типа глинистости на показания гамма- и нейтронного каротажа целесообразно выделить рассеянную $С_{гр}$ или глинистый цемент и слоистую или вкрапленную глинистость $С_{гт}$.

Рассеянная глинистость замещает практически нерадиоактивный флюид в поровом пространстве, тогда как слоистая и вкрапленная глинистость замещает неглинистую породу, радиоактивность которой может быть существенной [1, 3]. В последнем случае радиоактивность пласта с увеличением глинистости изменяется на величину разности значений радиоактивности глины и неглинистой породы.

Изменение водородосодержания глинистого пласта также существенно зависит от типа глинистого материала . Рассеянная глинистость замещает воду или нефть на глинистый материал, водородосодержание которого ниже чем у флюида воды и нефти не менее, чем в два раза. Слоистая или вкрапленная глинистость замещает породу, водородосодержание которой обычно близки или меньше водородосодержания глинистого материала.

Однако в пределах одной залежи часто скелетная пористость песчано-глинистых коллекторов изменется в узлах пределах и с допустимой погрешноностью может быть принята в качестве постоянной величины. В этом случае можно определить составляющие глинистого материала по типам глин (велиины $С_{гр}$ и $С_{гт}$) и, пользуясь известной величиной скелетной пористости ,вычислить открытую пористость пласта по формуле:

$$K_n = [К_{пск} - С_{гр}(1-K_{пг})](1-C_{гт}) + С_{гт}К_{пг},$$

где $K_{пг}$ – пористость глинистого материала.

Полученные результаты и их обсуждение

Как было отмечено выше , эффективность НГК определяется многими геологическими и технологическими факторами, число наиболее важных из которых , влияющих на результаты измерений методами НГК, невелико, а сами эти факторы поддаются оценке. Для решения поставленной задачи разработаны приемы определения пористости коллекторов по данным НГК. Сущность их заключается в нахождении более точного значениея относительной интенсивности пластов посредством последовательного учета этих факторов. Из геологических факторов были учтены влияние глинистости контролирующей объем и структуру порового пространство [4]. Глинистость (Сгл) рассчитывалась отдельно, с использованием диаграмм ГК (табл. 1). При этом была использована методика двух опорных пластов. Формальное и физическое сходство уравнений средней относительной интенсивности НГК и среднего времени акустического каротажа (АК) облегчает взаимную увязку данных этих методов.

Таблица 1 – Результаты вычислений КП по данным НГК, АК и керну (Площадь Мурадханлы)

Интервал, м	Н, м	dскв., м	ГК Сгл, %	Кп, %		
				НГК	АК	керн
2869–2882	13	0,17	25	13,1	13,8	13
2882–2886	4	0.17	12	12,9	12,0	13,1
2886–2889	3	0,16	16	14,1	13,1	14,0
2892–2895	3	0,16	21	18,1	16,9	17,7
2896–2900	4	0,16	22	13,8	12,8	13,3
2901–2903	2	0,15	26	9,1	7,8	8,8
2903–2905	2	0,15	25	11,3	9,9	11
2909–2912	3	0,16	24	10	8	9,7
2915–2918	3	0,15	14	10,9	11,8	11,2

При этом использован метод опорных пластов , являющийся наиболее распространенными универсальным методом. Оценка пористости произведена линейной интерполяцией по известным значениям кп двух пластов (плотного и высокопористого) одного и того же возраста и тем самым устранено искажающее влияние различных скважинных и геологических факторов, обычно трудно поддающихся учету другими способами.

Рассчитанные коэффициенты пористости пород с использованием уточненных поправками сравнивались с данными АК и керна.

Как видно из таблицы значения кп, определенные по НГК, хорошо согласуются с результатами исследования керна, а также АК, что потверждает обоснованность предлагаемых подходов.

Выводы

Усовершенствована методика использования НГК для изучения песчано- глинистых пород.

Исследованы возможные способы введения поправок в результаты НГК и ГК , обоснован и реализован соответствующий алгоритм.

Использованные предлагаемой методики позволяет достаточно уверенно и с большей степенью достоверности определять пористость коллекторов.

Список литературы:

1. Элланский М.М. Модель электроповодности глинистых водоносных и нефтегазоносных пород с межгранулярной пористостью // НТВ «Каротажник». – Тверь, 2001. – Вып. 80. – С. 86–107.

2. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промысловой геофизике / Под общ. ред. В.Г. Мартынова, Н.Е. Лазуткиной, М.С. Хохловой. – М. : Инфра-инженерия, 2009. – 960 с.

3. Логовская Г.К. Оценка характера насыщения слоистых глинистых коллекторов. Комплексная интерпретация результатов каротажа в разрезах с коллекторами сложного строения / Г.К. Логовская, Е.А. Саркисова; Под ред. д-ра техн. наук С.М. Аксельрода // Сборник научных трудов. – Баку, 1990. – С. 72–77.

4. Пашаев Н.В. Геологическая оценка кирмакинской и подкирмакинской свит месторождения Бинагади по данным ГИС и петрофизики / Н.В. Пашаев, Л.Н. Халилова, Ш.В. Пашаева // научно-технический журнал Геофизические новости в Азербайджане. – Баку, 2017. – № 1–2. – С. 22–25.

List of references:

1. Ellansky M.M. Model of electrical conductivity of clayey aquifers and oil and gas bearing rocks with intergranular porosity. – Tver : Karotazhnik, NTV, 2001. – Iss. 80. – P. 86–107.

2. Geophysical surveys of wells: a master's guide to field geophysics / Under the general editorship of V.G. Martynova, N.E. Lazutkina, M.S. Khokhlova. – M. : Infra-engineering, 2009. – 960 p.

3. Logovskaya G.K. Assessment of the nature of saturation of layered clayey reservoirs. Complex interpretation of logging results in sections with complex reservoirs / G.K. Logovskaya, E.A. Sarkisova; Edited by Doctor of Technical Sciences S.M. Axelrod // Collection of scientific works. – Baku, 1990. – P. 72–77.

4. Pashaev N.V. Geological assessment of the Kirmakinsky and sub-Kirmakinsky formations of the Binagadi field according to GIS and petrophysics data / N.V. Pashaev, L.N. Khalilova, Sh.V. Pashayeva // scientific and technical journal Geophysical news in Azerbaijan. – Baku, 2017. – № 1–2. – P. 22–25.