

НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 550.83

МРНТИ 37.01.77; 38.53.19

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС

АХМЕТЖАНОВА Г.А.¹, АБИРОВ Р.Ж.²

¹Satbayev University

²Казахстанско-Британский технический университет

Аннотация: Работы по поисково-разведочному бурению в пределах изучаемой площади проведены в 1943-1950 годах. Геофизические исследования в скважинах выполнены ограниченным комплексом, включающим методы ПС, КС (кровельный градиент-зонд), ГК, НГК, кавернометрия. Основными задачами исследований являлись литологическое расчленение и корреляция разрезов скважин, выяснение закономерностей залегания однотипных пластов и их прослеживание по площади, выделение пластов-коллекторов и определение характера их насыщения. Выполнена предварительная обработка исходных каротажных данных для последующего определения фильтрационно-емкостных свойств коллекторов по ограниченному комплексу исследований.

Ключевые слова: геофизические исследования скважин, предварительная обработка, фильтрационно-емкостные свойства, пористость, насыщение

CONDITIONING OF INITIAL WIRELINE LOGGING DATA FOR INCREASING OF RELIABILITY OF INTERPRETATION RESULTS

Abstract: Search and exploration drilling within the study area was carried out in 1943-1950. Geophysical surveys in the wells were performed in a limited complex, including SP, Resistivity, GR, NGR, Caliper. The main objectives of the research were lithological decomposition and correlation of well sections, elucidation of patterns of occurrence of the same type of reservoirs and their tracking over the area, identification of reservoir layers and determining the nature of their saturation. The preliminary processing of the initial logging data was carried out for the subsequent determination of the reservoir properties of the reservoirs according to a limited set of studies.

Key words: Wireline logging, data conditioning, reservoir properties, porosity, saturation

ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРІН ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ТУРАЛЫ

Аңдатпа: Зерттеу аймағында іздеу-барлау бұрғылау 1943-1950 жж. жүргізілді. Ұңғымалардағы геофизикалық зерттеулер шектеулі кешенде жүзеге асырылды, соның ішінде ПС, КС (градиент зонды), ГК, НГК және кавернометрия әдістері. Зерттеудің негізгі міндеттері: литологиялық ыдырау және ұңғымалар секцияларының өзара байланысы, бір типтегі су қоймаларының пайда болу заңдылықтарын анықтау және олардың ауданды бақылау, резервуар қабаттарын және олардың қанығу сипатын

анықтау. Шектелген зерттеулер жиынтығына сәйкес резервуарлардың коллекторлық қасиеттерін кейіннен анықтау үшін бастапқы тіркеу деректеріне алдын ала өңдеу жүргізілді.

Түйінді сөздер: ұңғымаларды геофизикалық зерттеу, алдын ала өңдеу, резервуардың қасиеттері, кеуектілік, қанықтылық

Введение

На начальной стадии обработки данных ГИС большинство операций имеет одинаковый характер, поэтому они объединяются в единую процедуру - предварительная обработка, включающая редактирование исходных данных, увязку кривых по глубинам, приведение зарегистрированных данных к стандартным условиям измерений.

Этапу предварительной обработки предшествовал стоящий несколько обособленно процесс преобразования аналоговых записей в цифровую форму. Учитывая низкое качество и ограниченный объем каротажных данных, в рамках настоящей работы выполнена оцифровка и коррекция исходных каротажных данных, а также восстановление отсутствующих данных по известным, либо разработанным в рамках работы зависимостям методами моделирования и статистического анализа.

Любая интерпретация невозможна без знания сведений о скважине: удельном весе и электрическом сопротивлении раствора, номинальном диаметре скважины, альтитуде устья, необходимы сведения по стратиграфической разбивке и геологическим условиям проведения буровых работ. Эта информация вместе с оцифрованными каротажными диаграммами использована в процессе предварительной обработки и последующей интерпретации.

Исходные данные

Геофизические исследования в скважинах выполнены ограниченным комплексом, включающим методы ПС, КС (кровельный градиент-зонд), ГК, НГК, кавернометрия. Основными задачами исследований являлись литологическое расчленение и корреляция разрезов скважин, выяснение закономерностей залегания однотипных пластов и их

прослеживание по площади, выделение пластов-коллекторов и определение характера их насыщения. На примере скважины N_157, результаты регистрации данных которой были записаны в аналоговой форме (рис. 1) и оцифрованы для последующего ввода поправок за скважинные условия измерений и последующей интерпретации, предлагается следующая технологическая схема.

Применение технологии предварительной обработки данных ГИС

В зарегистрированной в скважине кривой ПС (рис. 1, 2) наблюдается постепенное увеличение отклонения «линии глин» с глубиной, связанное с влиянием экзотермического градиента, уплотнением глин, поляризацией электродов и другими причинами, которые можно объединить в одно понятие – влияние геотехнологических условий (ГТУ).

Поправка за ГТУ в кривые метода ПС выполнена построением кросс-плота $ПС=f(h)$ (рис. 3а) и выражается как тренд первого (реже более высокого) порядка функции глубины и имеет вид:

$$y = -0.0251x + 10.705, \quad (1)$$

с коэффициентом корреляции $r^2 = 0.8576$.

Исправленное значение кривой метода ПС вычисляется по формуле

$$ПС_i = ПС \cdot y^* (H_b - h), \quad (2)$$

где $ПС_i$ – исправленная кривая;

y – угловой коэффициент тренда;

H_b – глубина подошвы изучаемого интервала;

h – текущая глубина скважины.

Результат ввода поправки приведен на рисунке 3б. Качество ввода поправки оценивается по сопоставлению общего характера изменения кривых ПС и диаграммы ГК, заре-

гистрированной в скважине в интервале 17-280 м., а результат сравнения диаграммы метода ПС и диаграммы ГК позволяет сделать

вывод о возможности определения коэффициента глинистости по методу потенциалов самопроизвольной поляризации (рис. 4).

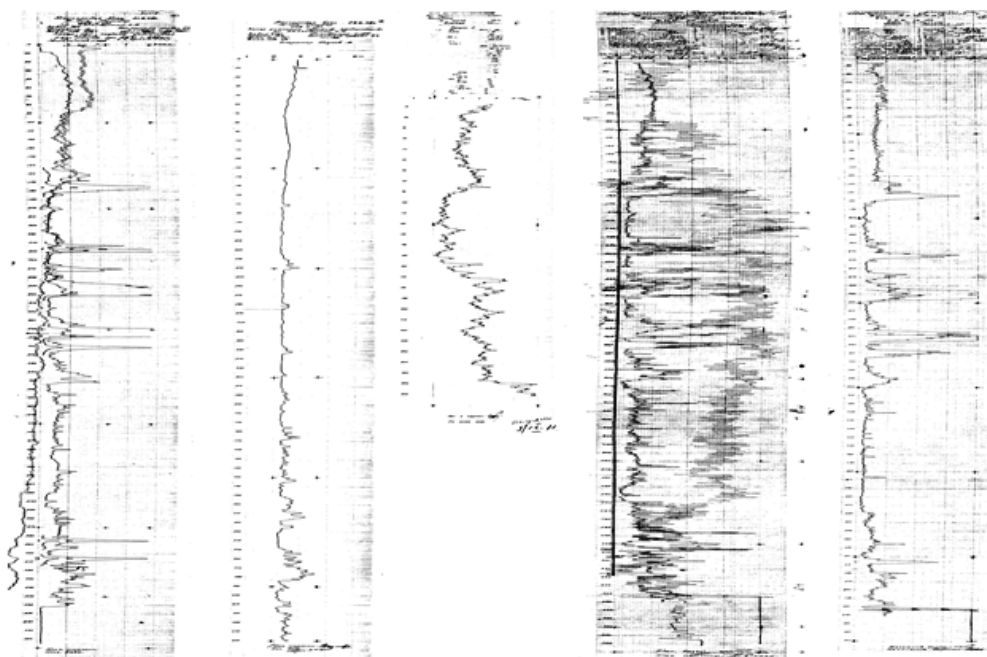


Рис. 1 – Исходные данные ГИС по скважине N_157

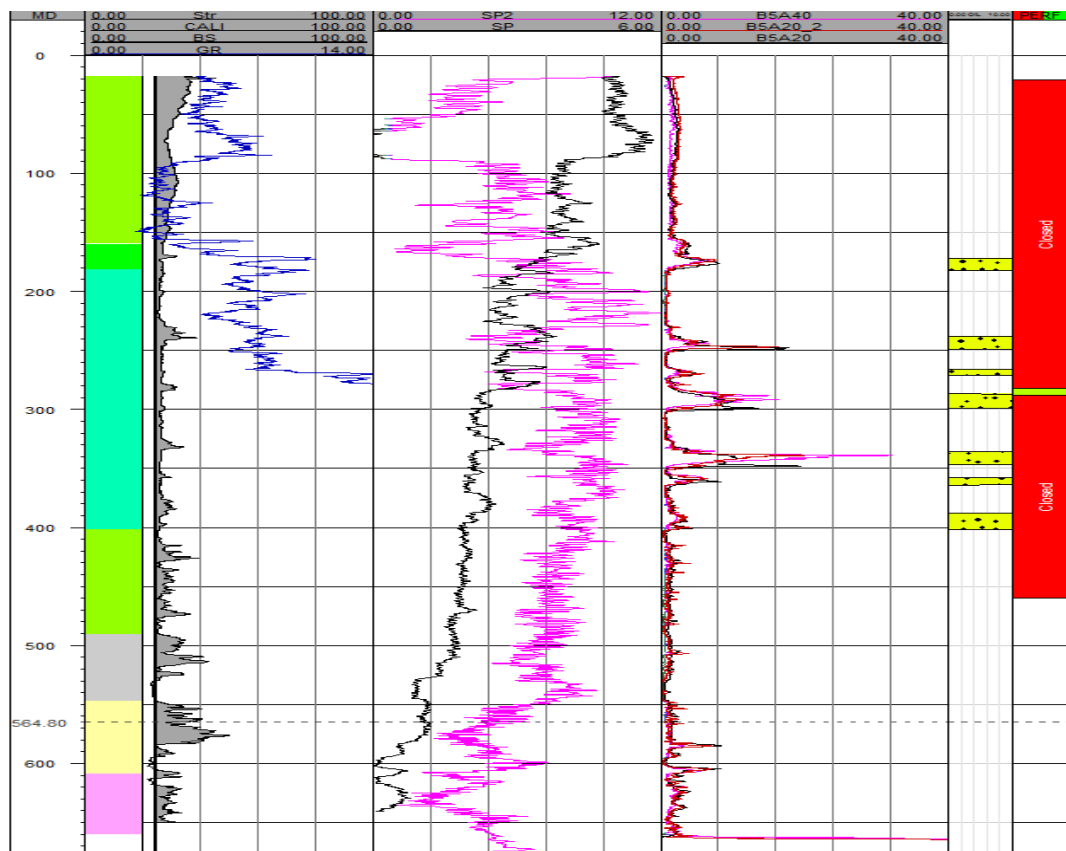


Рис. 3 – Результаты оцифровки исходных данных ГИС по скважине N_157

Коэффициент глинистости рассчитывается с использованием известного уравнения двойного разностного параметра по гамма-методу:

$$\Delta GK = \frac{GK - GK_{\min}}{GK_{\max} - GK_{\min}}, \quad (3)$$

где $GK_{\max}$ и $GK_{\min}$ – максимальные и минимальные показания, наблюдаемые против глинистых пластов и песчаников на кривой GK.

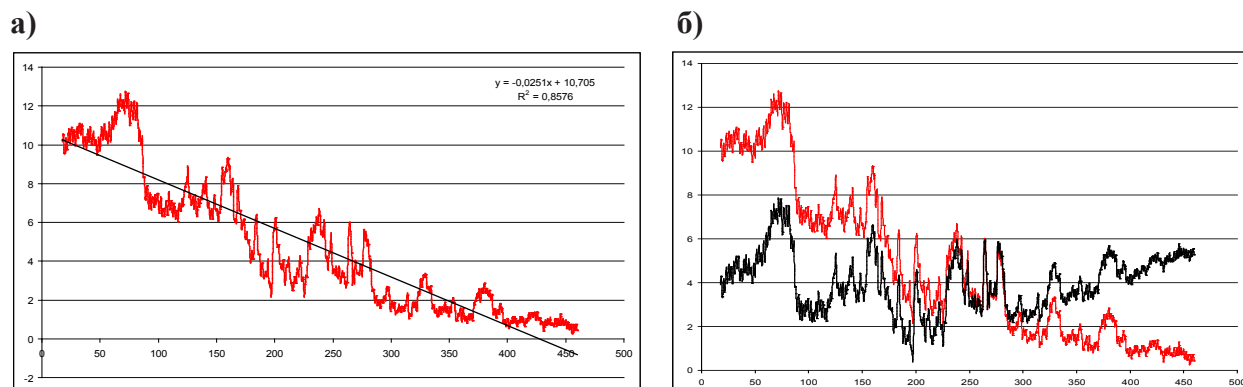


Рис. 3 – Определение уровня изменения показаний ПС из-за влияния поляризации электродов

Для оценки объемной глинистости используется выражение, предложенное В. Ларионовым, а в случае отсутствия материалов ГК (как в рассматриваемом примере), глинистость определялась по диаграмме ПС [2, 3].

Поскольку для определения коэффициента пористости необходимо наличие кривых НГК, АК, ГГКп и др., которые не были зарегистрированы в скважине, предлагается использовать методы статистического анализа и моделирования каротажных данных с использованием диаграмм электрокаротажа с использованием уравнений Smith, Faust, Gardener, Lindseth [4, 5]. Кривые кажущегося сопротивления в ряде скважин слабо дифференцированы и, зачастую, пригодны только для качественного анализа, тем не менее эти данные могут быть использованы для восстановления скоростной характеристики разреза. Расчет ΔT по данным электрического каротажа выполнен по уравнениям Smith, Faust:

$$\Delta T, \text{ ft/s} = A * (rk)^b, \quad (4)$$

где $A = 94,20$; $B = -0,15$.

$$1 / \Delta T, \text{ mks/ft} = V, \text{ ft/s} = A * (rk * h)^b, \quad (5)$$

где $A=1948,0$; $B=1/6=0,166667$.

Расчет плотности по данным Акустического каротажа с использованием уравнений Gardener, Lindseth:

$$s, \text{ g/cm}^3 = a * (Vp)^{1/4}, \quad (6)$$

где $a = 0,31$ при Vp , м/с (при Vp , ft/s, $a=0,23$); Vp – скорость распространения продольных волн.

$$s, \text{ g/cm}^3 = (V, \text{ ft/s} - A) / (B * V, \text{ ft/s}), \quad (7)$$

где $a=0,23$; $B=0,25$.

Пористость по диаграммам АК и ГГК-П осуществлялась по известным уравнениям, приведенным в работах [6,7]. Еще одним методом определения пористости при ограниченном объеме входных данных является расчет пористости по водоносным пластам законтурных скважин по уравнению:

$$Kп = \sqrt{\frac{Rw}{Rt}} \quad (8)$$

где Rw – сопротивление пластовой воды; Rt – сопротивление пласта.

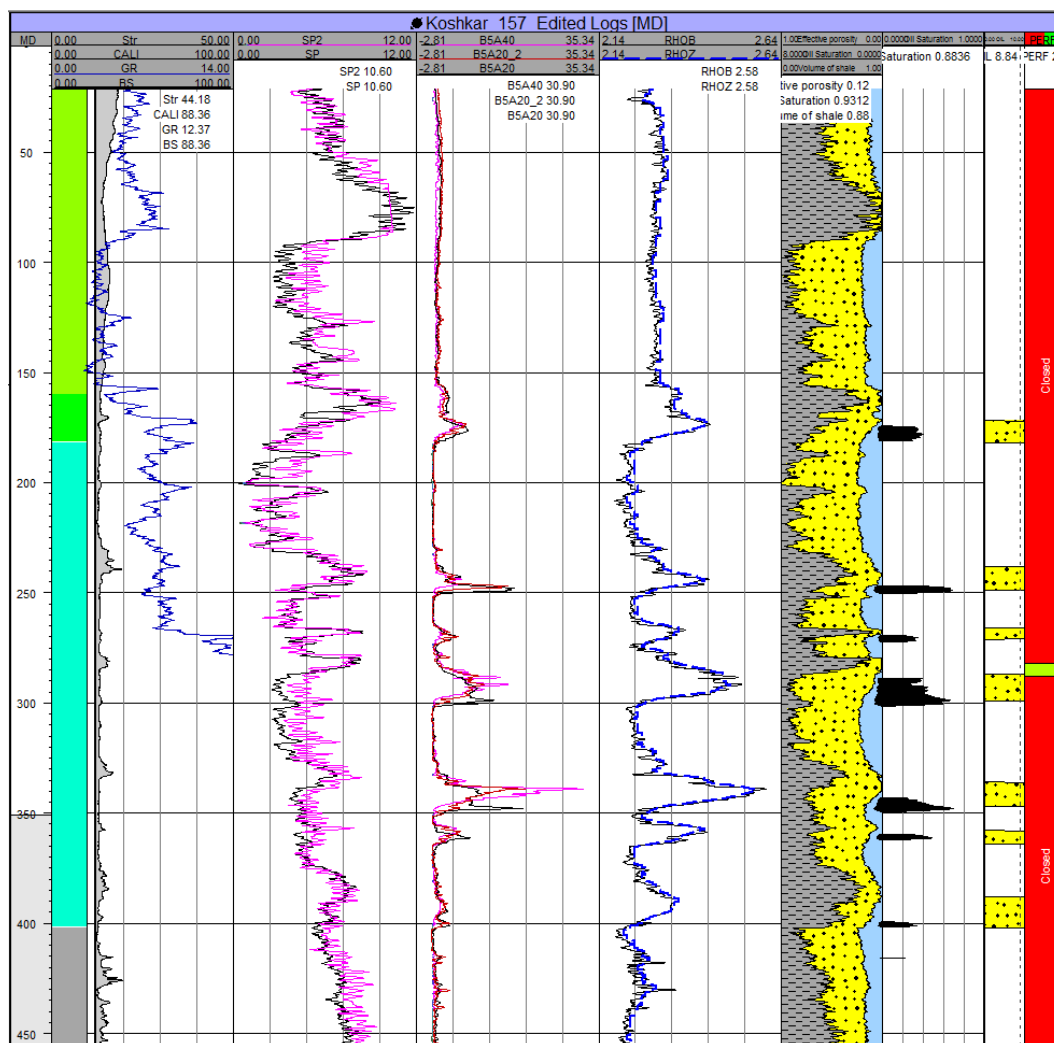


Рис. 4 – Результаты интерпретации данных ГИС по скважине 157

При этом, для расчета K_p необходимо выбирать чистые водоносные песчаные пласты с выдержанной мощностью, где кривая сопротивления хорошо дифференцирована. Полученные значения пористости усредняются и принимаются как среднее значение продуктивных горизонтов.

Расчет коэффициента водонасыщенности выполнен с использованием уравнения Арчи. Результаты интерпретации приведены на рисунке 4. На планшете показаны:

- цветом стратиграфические интервалы;
- в первой колонке номинальный диаметр скважины, фактический диаметр скважины и диаграмма метода ГК;
- вторая колонка – диаграммы метода ПС с введенными поправками;

- диаграммы электрических методов B5A20M, B5A20M(2), B5A40M, зарегистрированные в скважине N_157;
- диаграмма метода ГГК-П, рассчитанная с использованием уравнений (6, 7);
- литологическая колонка с рассчитанными $K_{гп}$, K_p , $K_{нг}$;
- рассчитанный коэффициент нефтенасыщенности;
- ранее выделенные нефтенасыщенные интервалы;
- интервал перфорации.

Закключение

Таким образом, учитывая, что в большинстве скважин на площади зарегистрированы электрические методы исследований, а так-

же, получив уравнения регрессии, описывающие зависимости между различными методами исследований, можно рассчитать кривые ГГК-П, АК в других скважинах в пределах месторождения и определить литологическую характеристику и фильтрационно-емкостные свойства изучаемого разреза.

Следует отметить, что предлагаемая схема обработки и интерпретации геофизических данных не претендует на полноту и не свободна от недостатков, однако, она содержит резервы для улучшения и, с учетом накопленных за период разработки геологических материалов по месторождению, позволяет выполнить оценку изучаемого разреза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булекбаев З.Е., Воцалевский Э.С., Искужиев Б.А. и др. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник. – Алматы, 1996 г. – 325 с.
2. Ларионов В.В., Резванов Р.А. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка. – М.: Недра, 1976 г. – 301 с.
3. Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А. Геофизические методы определения параметров нефтегазовых коллекторов (при подсчете запасов и проектировании разработки месторождений). – М.: Недра, 1978. – 318 с.
4. Gardner, G.H.F., Gardner, L.W., and Gregory, A.R. [1974] Formation velocity and density – The diagnostic basics for stratigraphic traps. *Geophysics*, 39, 770-780.
5. Lindseth, R. [1979] Synthetic sonic logs - a process for stratigraphic interpretation: *Geophysics*, 44, 3-26.
6. Латышова М.Г., Дьяконова Т.Ф., Цирульников В.П. Достоверность геофизической и геологической информации при подсчете запасов нефти и газа. – М.: Недра, 1986. – 121 с.
7. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. – М.: Недра, 1982. – 448 с.