УДК 550.8

ОЦЕНКА ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЛЕКТОРОВ С УЧЕТОМ ИХ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ

ESTIMATION OF PETROPHYSICAL PARAMETERS OF RESERVOIRS WITH THE ACCOUNT OF THEIR LITHOLOGICAL TYPESIS

Искендеров Магал Мусадыр
заведующий лаборатории,
магистр, докторант,
Государственная нефтяная компания
Азербайджанской Республики, НИПИ «Нефтегаз»
mahal_isgander@yahoo.com

Аннотация. В работе проведена оценка петрофизических параметров коллекторов с учетом литологической типизации пород. В результате исследования получены петрофизические модели путем построения связей типа керн-керн для различных литологических типов пород. Выполнена интерпретация данных геофизических исследований скважин, используя соответствующие модели, определены фильтрационно-емкостные параметры пород-коллекторов изучаемого разреза.

Ключевые слова: литотипы, керн, петрофизические связи, геофизические исследования скважин, коллектор, параметры.

Isgandarov Magal Musadyr
Manager of Laboratory,
Master, Doctoral Candidate
State Oil Company of Azerbaijan Republic,
NIPI «Neftegaz»
mahal_isgander@yahoo.com

Annotation. The work assesses petrophysical parameters of reservoirs taking into account lithological typification of rocks. As a result of the study, petrophysical models were obtained by constructing core-core type bonds for various lithological types of rocks. Interpretation of well logging data was carried out using appropriate models, reservoir parameters of rocks of the studied section were determined.

Keywords: lithotypes, core, petrophysical relationships, well logging, reservoir, parameters.

Оценка петрофизических параметров является одной из актуальных задач при интерпретации данных геофизических исследований скважин.

Проведенный анализ петрофизических связей построенных для исследуемого месторождения показал, что сопоставляемые параметры изменяются в довольно большом диапазоне, что отражалось на оценке точности их определения.

Объктом исследования является месторождение Гум-дениз, которое находится в промышленной разработке с 1956 года и входит в состав Апшероно-Прибалханской зоны складчатости и приурочено южной переклинали Карачухур-Зыхской антиклинальной складки. Структура разбита многочисленными продольными и поперечными нарушениями на отдельные тектонические блоки. Продуктивность на месторождении связана с отложениями Продуктивной толщи – балаханской свитой, свитой «перерыва», надкирмакинской песчаной свитой, кирмакинской свитой, подкирмакинской и калинской свитами.

Разрез изучаемого месторождения представлен терригенными отложениями, характеризующийся чередованием песчаных, песчано-глинистых и глинистых пластов различной толщины. Пески, в основном, состоят из кварца, полевых шпатов и обломков глинистого материала.

В связи с тем, что наиболее изученным по отбору керна является балаханская свита, рассмотрим как изменяются коллекторские свойства по различным литологическим типам пород. Результаты расчетов приведены по данному горизонту в таблице 1. Как видно, из таблицы пески и песчаники характеризуются наиболее хорошими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС). С увеличением глинистости песков и песчаников коллекторские свойства ухудшаются. Алевриты обладают несколько средними значениями коллекторских свойств. Для глинистых алевритов характерно заметное уменьшение проницаемости, хотя пористость уменьшилась незначительно по сравнению с «чистыми» алевритами. Глинистые породы представлены плотными непроницаемыми известковыми породами.

Таблица 1 – Коллекторские свойства пород по литологическим типам пород

Горизонт	$С_{гл}$	$С_к$	$К_п$	$К_{пр}$	Тип породы
	%			мД	
Балаханская свита	6,9	8,7	21,1	308	Песок, песчаник
	14,8	9,9	19,4	186	Глинистые пески и песчаники
	10,9	11,1	18,4	147	Алевриты
	23,5	12,1	17,3	86	Глинистые алевриты
	–	18,5	7,2	не прон.	Глины

С целью выяснения как изменяются коллекторские свойства для различных типов пород сделано сопоставление проницаемости с пористостью и пористости с глинистостью (рис. 1). Образцы, при этом разделялись на пески, алевриты и смешанные глинисто-песчано-алевритовые породы. Как, видно из сопоставления хорошая связь наблюдается между проницаемостью и пористостью, а также для пористости и глинистости для различных типов пород.

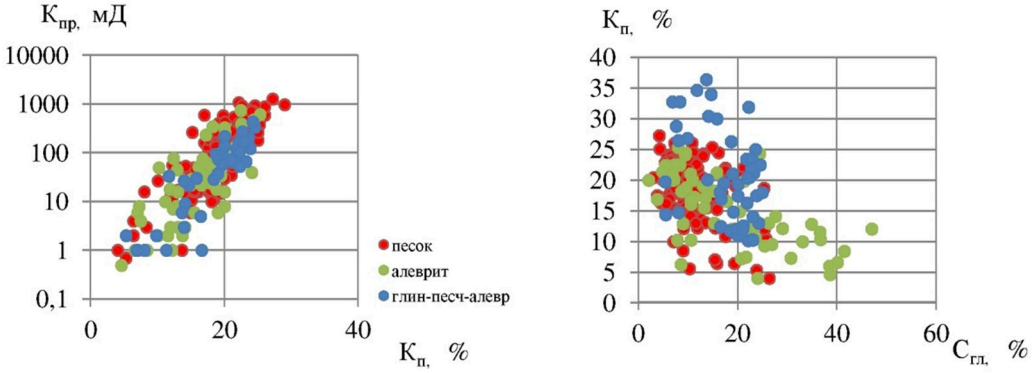

Рисунок 1 – Сопоставление параметров коллекторских свойств по данным керна разных литологических типов пород

Согласно графикам сопоставления если пески обладают высокими ФЕС, а смешанные глинисто-песчано-алевритовые породы характеризуются низкими значениями, то алевритам характерно промежуточное положение по фильтрационно-емкостным свойствам. Отсюда можно сделать вывод о целесообразности построения зависимостей между исследуемыми параметрами коллекторских свойств по различным литологическим типам пород.

В связи с этим, для построения зависимостей между изучаемыми коллекторскими свойствами пород параметры были осреднены по глубине с учетом литологических типов пород (рис. 2). В результате расчетов были уточнены петрофизические модели для разных литологических типов пород, которые представлены в аналитическом виде в таблице 2.

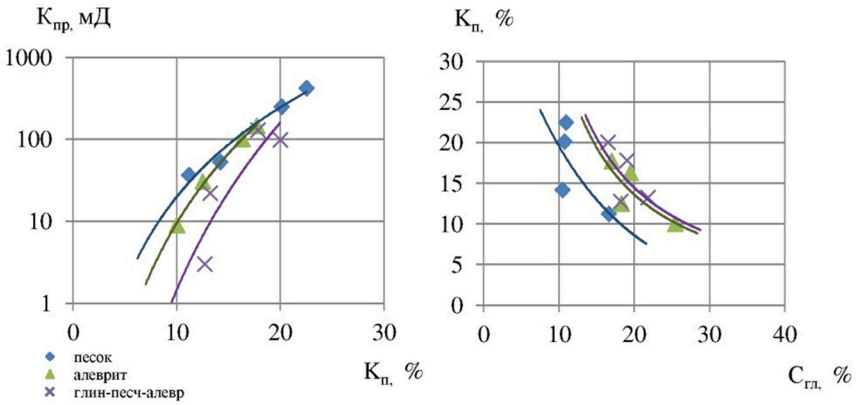

Рисунок 2 – Зависимости между коллекторскими свойствами по данным керна для разных литологических типов пород

Таблица 2 – Петрофизические модели с учетом литологической типизации пород

Тип зависимости	Тип породы	Аналитические уравнения моделей	*R*
$K_{пр}$–$K_п$	песок	$K_{пр} = 0{,}004 \cdot K_п^{3{,}631}$	0,98
	алеврит	$K_{пр} = 0{,}000142 \cdot K_п^{4{,}826}$	0,99
	глин.-песч.-алевр. породы	$K_{пр} = 0{,}0000002 \cdot K_п^{6{,}8786}$	0,88
$K_п$–$C_{гл}$	песок	$K_п = 44{,}48 \cdot e^{-0{,}08 \cdot Сгл}$	0,76
	алеврит	$K_п = 544{,}3 \cdot C_{гл}^{-1{,}23}$	0,83
	глин.-песч.-алевр. породы	$K_п = 565{,}6 \cdot C_{гл}^{-1{,}22}$	0,63

Для проведения литологического расчленения разреза в скважинах необходимо было выявить геофизические признаки для месторождения Гум-дениз. С этой целью, проведено сопоставление результатов анализа кернового материала совместно с результатами обработки данных геофизических исследований

[1, 2]. Всего было привлечено данные 27 скважин, по которым были рассчитаны параметры пластов по 159 интервалам. В результате были выделены следующие группы пластов: глинистые породы; глинистые алевриты; смешанные глинисто-песчаные алевриты и алевриты; глинистые пески; пески и песчаники. Для выделения литотипов пород определены вариации изменения геофизической характеристики $\alpha_{пс}$, определяемое по данным каротажа ПС [3]. Схематическая диаграмма показывает характер изменения размаха варьирования параметра $\alpha_{пс}$ от медианного значения (рис. 3).

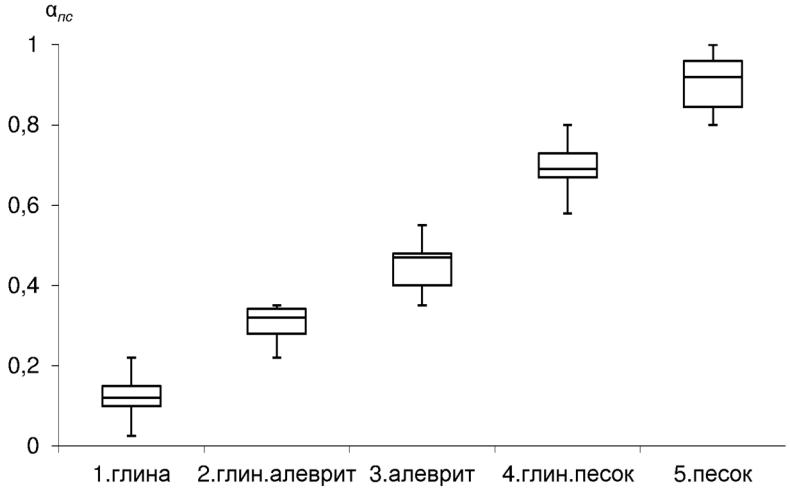

Рисунок 3 – Распределение параметра $\alpha_{пс}$ для разных литотипов

Для оценки ФЕС проведена интерпретация данных ГИС с помощью полученных петрофизических моделей (табл. 2) для разных литологических типов пород.

Интерпретация проводилась по следующей схеме. На первом этапе была проведена литологическая типизация пород по геофизическим признакам, полученным для месторождения Гум-дениз. В разрезе скважин выделялись разные по литологическому составу типы пород – пески, глинистые пески, алевриты, глинистые алевриты и глины. Затем осуществлялось определение пористости и проницаемости по моделям $K_{пр}$–$K_п$, $K_п$–$C_{гл}(K_{гл})$ для разных литологических типов пород.

На примере одной из скважин месторождения Гум-дениз проведена интепретация данных ГИС, рассчитаны пористость и проницаемость по соответствующим моделям, проведено сопоставление полученных результатов с результатами анализа керна. Как видно из рисунка 4 рассчитанные данные удовлетворительные, что подтверждает надежность используемых петрофизических моделей для оценки ФЕС. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

На планшете представлены исходные кривые каротажа – ПС, ГК, НГК, КС, БК, БКЗ, расчетные значения $\alpha_{пс}$, ΔJ_γ и $\Delta J_{n\gamma}$ полученные в результате обработки по кривым ПС, ГК и НГК, а также расчетные значения пористости и проницаемости. Пористость и проницаемость рассчитывались как по общему тренду, так и с уточнением по разным литологическим типам пород. Как видно из сопоставления, разница в

Таблица 3 – Сопоставление результатов оценок ФЕС с уточненным трендом

Горизонт	Интервал пласта, м		H, м	Литотип	$K_{п.общ.тр}$, д.е.	$K_п$, д.е.	Δ, %	$K_{пр.общ.тр}$, мД	$K_{пр}$, мД	Δ, %
VII	2434,2	2441,5	7,3	Песок	0,21	0,24	14	678	518	–24
	2442,1	2444,8	2,7	Алеврит	0,09	0,06	–33	3	6	125
	2449,2	2451,9	2,7	Песок	0,20	0,21	7	160	279	74
	2454,2	2457,9	3,7	Песок	0,20	0,20	–2	99	207	110
	2457,9	2461,1	3,2	Песок глинистый	0,21	0,24	14	324	527	63
	2463	2466,9	3,9	Песок глинистый	0,21	0,27	29	987	947	–4
	2467,6	2470,7	3,1	Песок глинистый	0,20	0,21	4	131	288	120
VIII	2483,6	2485,6	2	Алеврит	0,18	0,18	–3	48	147	206
	2487,7	2498,7	11	Песок глинистый	0,19	0,22	16	513	539	5
	2500,3	2503,1	2,8	Песок глинистый	0,15	0,10	–33	7	23	219
	2514,8	2522,5	7,7	Песок глинистый	0,18	0,16	–11	40	115	188
	2530,2	2533,2	3	Песок глинистый	0,15	0,08	–42	3	7	134
	2534,1	2541,3	7,2	Песок глинистый	0,17	0,14	–18	18	59	226

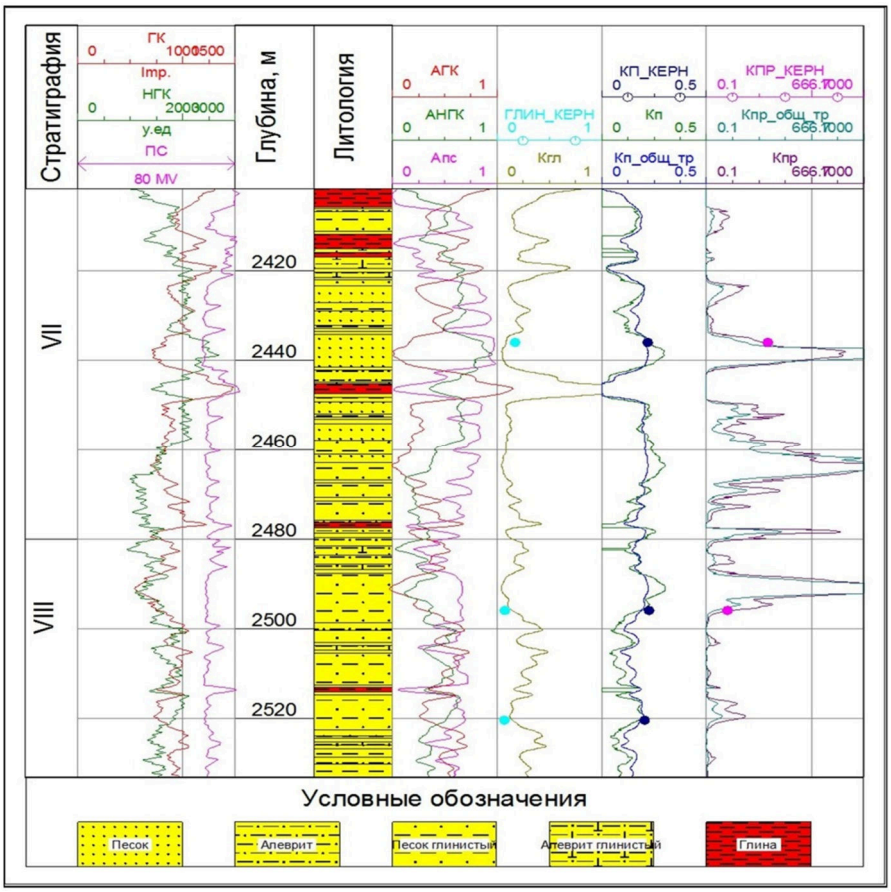

Рисунок 4 – Результаты интерпретации данных ГИС с учетом литологической типизации пород

процентном отношении пористости в некоторых случаях составляет более 30 % (табл. 3). Причем разница наблюдается как в увеличении, так и уменьшении пористости для рассматриваемых пластов. Значительное отличие отмечается при сопоставлении проницаемости рассчитанной по общему тренду и по тренду с учетом литологии. Для некоторых пластов она достигает более 200 %.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований получены уточненные петрофизические связи с учетом литологической типизации пород изучаемого разреза. Выполненная интерпретация данных ГИС способствовало более точной оценке ФЕС, что будет способствовать как достоверной оценке параметров пластов-коллекторов, так и достоверному подсчету запасов углеводородов изучаемого месторождения.

Литература:

1. Петерселье В.И., Пороскун В.И., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом. – Москва-Тверь : ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003.
2. Вендельштейн Б.Ю., Козяр В.Ф., Яценко Г.Г. Методические рекомендации по определению подсчетных параметров залежей нефти и газа по материалам геофизических исследований скважин с привлечением результатов анализов керна, опробований и испытаний продуктивных пластов. – Калинин, 1990.
3. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел-литологических ловушек нефти и газа. – Л. : Недра, 1984. – 260 с.

Reference:

1. Peterselie V.I., Poroskun V.I., Yatsenko G.G. Methodical recommendations on the calculation of geological reserves of oil and gas by the volumetric method. – Moscow-Tver : VNIGNI, SPC «Tvergeofizika», 2003.
2. Wendelstein B.Yu., Kozyar V.F., Yatsenko G.G. Methodical recommendations for determining the counting parameters of oil and gas deposits from materials of geophysical studies of wells with the involvement of the results of core analyzes, testing and testing of reservoirs. – Kalinin, 1990.
3. Muromtsev V.S. Electrometric geology of sandy bodies-lithological traps of oil and gas. – L. : Nedra, 1984. – 260 p.