



УДК 550.38

ГЕОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕЖДУРЕЧЬЯ КУРЫ И ГАБЫРРЫ

GEOLOGICAL AND PETROPHYSICAL FEATURES OF DEEP RESERVOIRS IN THE DEPOSITS BETWEEN THE KURA AND GABYRRA RIVERS

Султанов Л.А.

Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
latif.sultan@mail.ru

Аннотация. В связи с изучением перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений в последние годы в Азербайджане в значительном объеме проводились геолого-поисковые и геофизические работы. В статье рассмотрена, установления связей между глубинным геологическим строением междуречья Куры и Габырры и физическими параметрами пород осадочного чехла, проведен анализ данных об изменении объемного веса и скоростей упругих волн по площади и глубине.

С целью изучения характера изменения физических свойств пород глубиной для некоторых нефтегазоносных областей применен графо-аналитический метод. В результате применения этого метода найдены аналитические выражения изменения физических параметров с глубиной междуречья Куры и Габырры.

Ключевые слова: петрофизика, плотность, скорость распространения волн, пористость, скважина, породы.

Sultanov L.A.

Azerbaijan State University
Oil and Industry
latif.sultan@mail.ru

Annotation. In connection with the study of the prospects of oil and gas deep sediments in recent years, geological prospecting and geophysical work has been carried out to a significant extent in Azerbaijan. In the article of the relations between deep geological structure rivers Kura and Gabirri and physical parameters of sedimentary rock has been considered, analysis of data about changes of volume weight and velocities of elastic wave on the area and depth has been carried out.

For studying character of change of physical properties of the rocks for oil gaseous regions, grapho-analytic method has been applied. As a result of this application analytical expressions of the change of physical parameters with the depth Kura and Gabirri Rivers have been found.

Keywords: petrophysics, density, wave propagation velocity, porosity, well, rocks.

В связи с изучением перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений в последние годы в Азербайджане в значительном объеме проводились геолого-поисковые и геофизические работы. На основании этого выработаны критерии, которые являются основой для будущих работ. Отмечено, что залежи нефти и газа в основном были подвержены погружению в мезокайнозойским эпоху. Хотя исследователи не сомневаются, что эти отложения высокоперспективны в центральной части исследуемой территории и на больших глубинах, но количественное решение проблемы не осуществлено.

Изучение строения глубокозалегающих слоев сейсмическими методами является одним из способов прогнозирования неантиклинальных ловушек в нефтегазоносном районе междуречья Куры и Габырры (рис. 1, 2). Наряду с этим выяснение коллекторских свойств глубокозалегающих слоев является одной из важнейших задач.

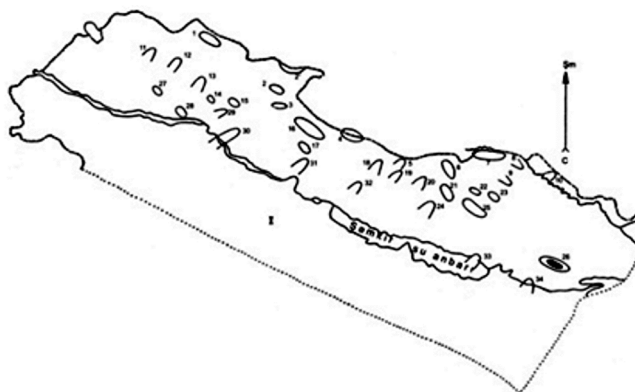


Рисунок 1 – Расположения нефтяных и газовых месторождений и локальных поднятий междуречья Куры и Габырры

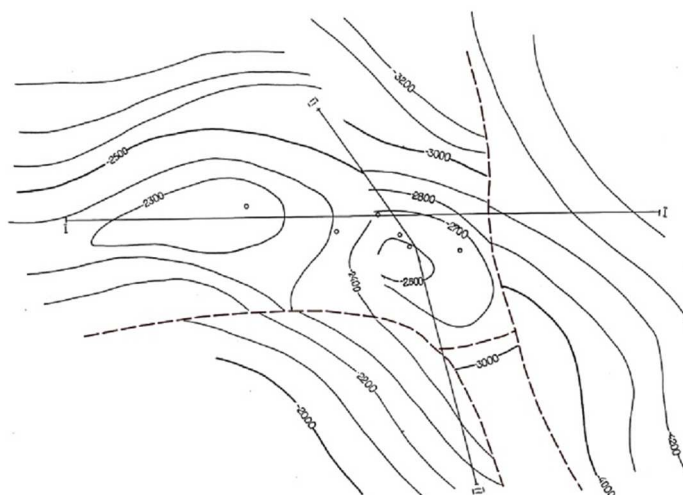


Рисунок 2 – Схематическая структурная карта (по сред. оцен)

В результате сейсморазведочных работ были выявлены асимметричные поднятия, осложненные поперечными и продольными разрывами и отмечены палеоподнятия по поверхности среднего эоцена между структурами (рис. 3) [1].

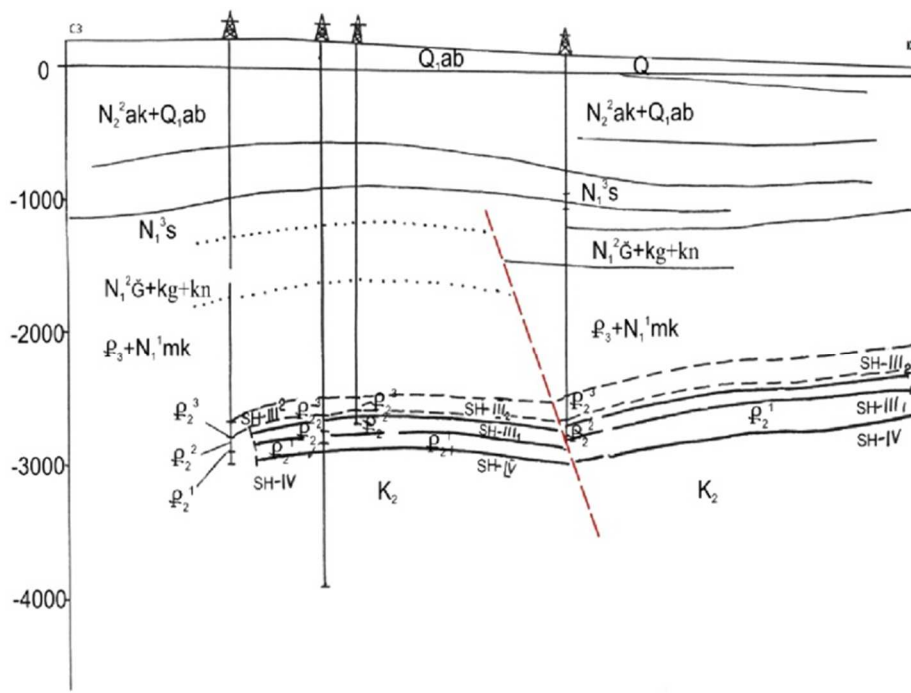


Рисунок 3 – Сейсмогеологический профиль II-II

В нефтегазоносном районе междуречья Куры и Габырры выявлено 34 локальных структур, одна из которых – месторождение нефти и газа Тарсдаллар, введенное в эксплуатацию.

В этом районе сейсморазведочной было выявлено 7 локальных поднятий, которые были подготовлены к глубокому поисково-разведочному бурению. К ним относятся структуры: Саждаг, Большой Палантокан, Восточный Гюрзундаг, Западный Гюрзундаг, Молладаг, Агтепе и Джахандар.

Месторождение Тарсдаллар приурочено к брахиантиклинальной складке расположенной в восточной части междуречья Куры и Габырры, на левом берегу реки Куры. Рельеф месторождения напоминает равнину, наклоненную к Куру, осложненную небольшими сопками и оврагами. Это месторождение, а также структуры, расположенные недалеко от него, хотя и считаются перспективными, но их потенциал недостаточно изучен.

Буровые работы выявили перспективность междуречья Куры и Габырры, кроме того они показали, что имеются трудности и проблемы в изучении структурных особенностей локальных поднятий, а также в прогнозировании их нефтегазоносности [2].



Как указано выше, с целью изучения коллекторских свойств месторождения Тарсдаллар, осложненного разрывными нарушениями, был проведен ряд геолого-геофизических работ, проанализированы керны, взятые из пробуренных скважин. Изучены карбонатность (%), пористость (м, %), проницаемость (10–15 м²), плотность (σ, г/см³, в сухом и влажном виде) и распространение скорости ультразвуковых волн (V, м/с) в кернах. Соответственно составили таблицу, отражающую коллекторские свойства площади района (табл. 1) [3, 4].

Как выше отмечено, были изучены свойства палеогеновых и эоценовых отложений, участвующих в геологическом строении структуры Тарсдаллар. Палеоген представлен алевролитами, мергелями, известняками и туфо-алевролитами. Плотность мергелей составляет 2,16 г/см³, пористость – 2,5 %, магнитная восприимчивость очень низкая, а скорость распространения ультразвуковых волн составляет 3500 м/мин. Палеогеновые известняки почти диамагнитные, их плотность составляют 2,56 г/см³, пористость – 5,1 %, а скорость распространения ультразвуковых волн до 3000 м/мин.

Таблица 1

Скважин №	Стратиграфия	Интервал, м	Карбонатность, % $\frac{m_{\min} - m_{\max}}{\text{сред}}$	Пористость, % $\frac{m_{\min} - m_{\max}}{\text{сред}}$	Проницаемость, % 10^{-15} м^2	Плотность, г/см ³	Скорость распространения волн м/сек
						$\frac{\sigma_{\min} - \sigma_{\max}}{\sigma_{\text{орта}}}$	$\frac{V_{\min} - V_{\max}}{V_{\text{орта}}}$
1	Чокрак	1695–2900	$\frac{1,6-32,7}{13,13(4)}$	$\frac{10,0-17,9}{14,34(5)}$	$\frac{0,1-2,1}{1,4(3)}$	$\frac{2,34-2,46}{2,40(2)}$	$\frac{2750-3100}{2920(2)}$
3	Верхний эоцен	1613–1623	0	$\frac{21,5-21,5}{12,5(2)}$	–	$\frac{2,18-2,35}{2,27(2)}$	$\frac{1950-2780}{2360(2)}$
5	Верхний эоцен	2625–2823	$\frac{11,5-73,6}{50,76(7)}$	$\frac{3,53-18,1}{8,2(10)}$	0,001(8)	$\frac{2,41-2,61}{2,52(7)}$	$\frac{1760-2540}{2150(5)}$
	Верхний мел	2915–2941	$\frac{28,8-92,4}{74,0(4)}$	$\frac{4,01-5,75}{5,09(7)}$	0,001–0,003	$\frac{2,63-2,73}{2,68(6)}$	$\frac{2720-3750}{3240(2)}$
9	Средний эоцен	2906–3169	$\frac{0,8-81,7}{32,45(64)}$	$\frac{1,7-20,1}{8,85(69)}$	$\frac{0,001-0,04}{0,01(40)}$	$\frac{2,33-2,72}{2,52(18)}$	$\frac{2215-4040}{3280(9)}$
	Верхний эоцен	3155–4012	$\frac{1,0-83,9}{27,06(29)}$	$\frac{2,23-30,0}{8,32(33)}$	$\frac{0,01-385,0}{27,6(15)}$	$\frac{2,27-2,90}{2,70(17)}$	$\frac{2450-4360}{3070(13)}$
11	Средний эоцен	2485–3705	$\frac{1,0-85,4}{17,8(22)}$	$\frac{6,0-15,6}{14,1(36)}$	0,001–0,05	$\frac{2,19-2,65}{2,43(19)}$	$\frac{2630-3660}{3000(7)}$
24	Верхний эоцен	3243–4236	$\frac{0,6-51,2}{16,3(19)}$	$\frac{3,7-13,2}{9,8(9)}$	0,01(6)	$\frac{2,27-2,48}{2,35(12)}$	$\frac{2780-3100}{2940(2)}$
	Средний эоцен	4276–4342	$\frac{1,0-78,7}{38,7(10)}$	$\frac{4,3-18,4}{11,7(10)}$	0,01–8,5	$\frac{2,45-2,69}{2,52(4)}$	$\frac{3150-3780}{3370(4)}$
	Нижний эоцен	4395–4452	$\frac{16,1-38,0}{26,8(6)}$	$\frac{8,0-12,5}{11,2(5)}$	$\frac{0,01-0,07}{0,03(5)}$	$\frac{2,56-2,58}{2,57(2)}$	3400(2)
26	Верхний эоцен	3335–3476	$\frac{7,5-33,2}{21,7(5)}$	$\frac{3,1-19,1}{8,9(5)}$	0,01–0,03	$\frac{2,36-2,47}{2,41(2)}$	$\frac{2800-3100}{2950(2)}$

Плотность эоценовых алевролитов составляют 2,45 г/см³, пористость – 50 %, а скорость распространения ультразвуковых волн составляют 1300 м/мин, плотность известняков составляют 2,65 г/см³, пористость – 5,74 %, скорость распространения ультразвуковых волн составляет 2950 м/мин, а магнитная восприимчивость отсутствует. Плотность аргиллитов – 2,25 г/см³, пористость – 15,5 %, магнитная восприимчивость очень слабая, а скорость распространения ультразвуковых волн составляет 2700 м/мин.

Исследования показывают, что физические особенности одновозрастных и одноименных пород изменяются в результате геолого-физических процессов, приводя к разным результатам. Эти результаты нашли свое отражение и в петрофизических исследованиях, которые проводились в условиях высоких давлений и температур. По таблицам, отражающим физические свойства кернавого материалов, можно сказать, что месторождение Тарсдаллар, имеющее полузамкнутую форму и ограниченное разломами, в котором отсутствует закономерность.

Плотность пород и распространение скорости ультразвуковых волн, в основном, зависит от глубин и тектонических процессов. Поэтому на различных глубинах значения плотности и скорости изменяются в широком диапазоне.



Для установления связей между глубинным геологическим строением междуречья Куры и Габырры и физическими параметрами пород осадочного чехла проведен анализ данных об изменении плотности и скоростей упругих волн по площади и глубине [5].

Изучением охвачены песчано-глинистые породы миоцен-палеоценовых отложений междуречья Куры и Габырры.

Результаты изучения физических свойств пород площади междуречья Куры и Габырры представлены в таблице 2.

Таблица 2

Стратиграфия	Литология	Плотность, г/см ³		Скорость продоль. волн, м/сек	
		Среднее значение	Пределы изменений	Среднее значение	Пределы изменений
Площадь Армудлы					
Сармат	Глины	2,38	2,21–2,52	1840	740–2700
	Песчаники	2,47	2,32–2,72	3650	1230–5000
	Карбонатные породы	2,62	2,61–2,67	4950	4200–5580
Конк-Караган-Чокрак	Глины	2,37	2,20–2,47	1590	1100–3600
	Песчаники	2,58	–	3680	–
	Карбонатные породы	2,64	2,59–2,71	4950	4230–5750
Майкоп	Глины	2,21	2,19–2,25	–	–
Площадь Гырахкесаман					
Акчагыльский ярус	Глины	2,15	2,14–2,16	1100	–
Миоцен	Глины	2,13	2,03–2,26	1450	1190–1800
	Песчаники	2,16	2,12–2,20	–	–
Майкоп	Глины	2,18	2,08–2,52	1780	880–3620
	Песчаники	2,26	2,05–2,57	890	–
	Карбонатные породы	2,57	2,48–2,64	4280	3940–4370
Фораминиферовые слои	Глины	2,24	2,17–2,35	1620	1040–2970
	Песчаники	2,27	2,09–2,43	1470	760–2630
Площадь Хатунлы					
Акчагыльский ярус	Глины	2,15	2,09–2,38	2210	780–3500
	Песчаники	2,45	2,42–2,49	4340	–
Миоцен	Глины	2,13	2,07–2,25	2220	860–3840
	Карбонатные породы	2,59	2,55–2,60	3310	–
Майкоп	Глины	2,17	2,09–2,31	1350	770–1830
	Песчаники	2,18	2,12–2,25	1250	–
	Карбонатные породы	2,58	2,55–2,67	5230	4740–5640
Вехнефораминиферовые слои	Глины	2,26	2,18–2,32	1500	1360–1910
Площадь Мамедтепе					
Акчагыльски ярус	Глины	2,19	2,13–2,39	–	–
	Песчаники	2,50	2,50–2,51	–	–
Миоцен	Глины	2,19	2,17–2,20	–	–
Сармат	Песчаники	2,22	2,21–2,25	–	–
Майкоп	Глины	2,19	2,16–2,26	–	–

Наибольшими значениями плотности и скорости продольных волн обладают глины и песчаники сарматского яруса, вскрытые на площади Армудлы, которые могут служить репором при геофизических исследованиях. Отложения майкопской свиты, которые повсеместно распространены на исследуемых площадях, незначительно изменяют свои физические свойства по области. Песчано-глинистые породы верхнего и среднего миоцена на площадях Гырахкесаман и Хатунлы на 0,38 г/см³ отличаются по значениям объемных весов от песчано-глинистых пород того же возраста площади Армудлы. Песчано-глинистые породы всех возрастов, вскрытые на площадях Гырахкесаман и Ха-



тунлы, имеют почти одинаковые объемные веса. Однако скорости в образцах пород площади Хатунлы имеют большие значения, что связано с высокой карбонатностью образцов, отобранных с этой площади по сравнению с образцами площади Кырахкесаман [6, 7].

Таким образом, в междуречье Куры и Габырры отмечено значительное изменение значений физических параметров пород верхнемиоценовых отложений с СЗ (Армудлинское поднятие) на ЮВ (Гырахкесаман-Хатунлинское поднятие). Значения физических свойств песчано-глинистых пород эоценовых отложений также значительно уменьшаются с СЗ на ЮВ и снова увеличиваются в Гянджинской области.

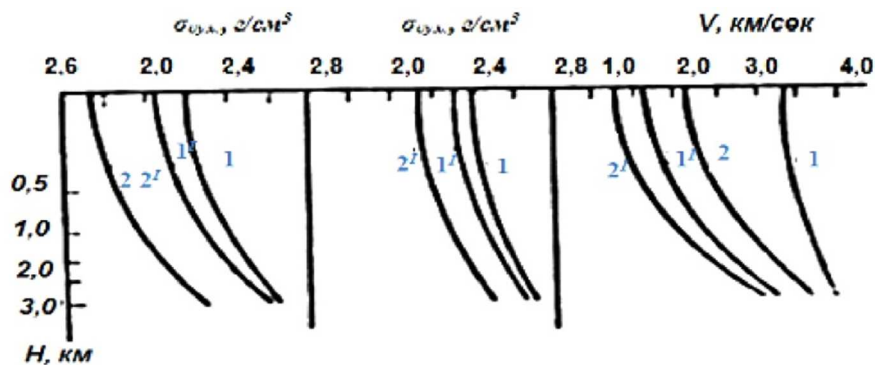
С целью изучения характера изменения свойств пород с глубиной для некоторых нефтегазоносных областей применен графо-аналитический метод (М.Л. Озерская).

В результате применения этого метода найдены аналитические выражения изменения физических параметров пород с глубиной в междуречье Куры и Габырры, которые приведены в таблице 3 и рисунке.

Таблица 3

Область	Возраст	Литология	$\Sigma = f(H)$	$\bar{V} = f(H)$
Междуречье Куры и Габырры	Сармат	Глины	$2,73-0,81 e^{-0,45H}$ $2,70-0,51 e^{-0,45H}$	$3,17-1,2 e^{-0,45H}$
	Майкоп	Песчано-глинистые породы	$2,68-0,81 e^{-0,45H}$ $2,68-0,81 e^{-0,45H}$	$3,17-2,6 e^{-0,45H}$

На рисунке показано изменение физических свойств с глубиной в разновозрастных комплексах междуречье Куры и Габырры. Из анализа полученных данных и построенных кривых видно, что, несмотря на незначительное изменение объемных весов пород сармат и майкопа с глубиной, скорости продольных волн в них сильно увеличивается. Это, по-видимому, связано с тем, что в них развиты трещины, из-за которых прохождение упругих волн затруднено. Закономерность изменения скорости с глубиной в глинистых и песчано-глинистых породах почти одинакова, отличие имеется только в начальных значениях. Следует отметить, что в тектонически-сложных участках Куры и Габырры области для сармат-майкопской отложений применение графо-аналитического метода не дало ожидаемых результатов. Здесь наблюдается непоследовательное и скачкообразное изменение физических параметров по разрезу, что отражает смену условий осадконакопления.



Распределение физических свойств пород с глубиной в междуречье Куры и Габырры:
1, 11 – песчано-глинистые породы и глины сармата;
2, 21 – песчано-глинистые породы майкопа

В междуречье Куры и Габырры майкопские глины на поверхности имеют низкое значение объемного веса по сравнению с сарматскими. Объемные веса для различных комплексов пород междуречье Куры и Габырры с глубиной изменяются одинаково, отличаясь лишь в начальных значениях. Изменение скорости продольных волн с глубиной в сарматских глинах и песчаниках неодинаково с майкопскими породами.

Полученные зависимости могут быть применены, при интерпретации геолого-геофизических материалов.

Результаты:

- изменения коллекторских свойств пород по площади связаны с неоднородностью литофашии пород, глубинами их залегания, а также с сложностью тектонического строения;
- по результатам графо-аналитических исследований плотность пород и распространение скорости ультразвуковых волн с глубиной увеличиваются, а коллекторские свойства пород ухудшаются;
- для прогнозирования нефтегазоносности структур кроме упомянутых геофизическо-разведочных методов, целесообразно использовать методы емкости фильтрации.

**Литература:**

1. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана / А.А. Али-заде [и др.] // Недра, 1966. – С. 390.
2. Ахундов Ш.Х., Алиев Н.М. О возможности выявления неантиклинальных ловушек и прогнозирование осложнений при бурении в НГР междуречья Куры и Габырры // АНХ, 2010. – № 5. – С. 10–13.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (под редакцией Н.Б. Дорман). – М. : Недра, 1976. – 527 с.
4. Составление каталога коллекторских свойств Мезокайнозойских отложений месторождений нефти-газа и перспективных структур Азербайджана // Отчет Научно-Исследовательского Института Геофизики. – 2009. Фонды Управления Геофизики и Геологии. Баку. – 2010.
5. Юсубов Н.П., Гулиев Г.А. Некоторые результаты геофизических исследований в нефтегазоносном районе междуречья Куры-Габыр Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 23–27.
6. Суваров Д.Г. Султанов Л.А. Результаты петрофизических исследований Куринской впадины // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 1–6.
7. Гурбанов В.Ш., Нариманов Н.Р., Мансурова С.И. Перспективы нефтегазоносности кристаллического фундамента Куринской межгорной впадины // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2013. – № 11. – С. 10–18.

References:

1. Geology of oil and gas fields of Azerbaijan / A.A. Ali-zade [et al.] // Nedra, 1966. – P. 390.
2. Akhundov Sh.Kh., Aliev N.M. About possibility of revealing non-antiklinal traps and prediction of complications during drilling in OGR between Kura and Gabirra rivers // ANKh, 2010. – № 5. – P. 10–13.
3. Physical properties of rocks and minerals (edited by N.B. Dorman). – M. : Nedra, 1976. – 527 p.
4. A catalog of reservoir properties of Meso-Cenozoic deposits of oil-gas fields and prospective structures of Azerbaijan // Report of Research Institute of Geophysics. – 2009. Funds of Administration of Geophysics and Geology. Baku. – 2010.
5. Yusubov N.P., Guliyev G.A. Some results of geophysical researches in oil-gas-bearing area of Kury-Gabir interfluvium Azerbaijan Oil Economy. – 2008. – № 2. – P. 23–27.
6. Suvarov D.G. Sultanov L.A. Results of petrophysical studies of the Kura Depression // Azeri-Badakhshan Oil Industry. – 2008. – № 3. – P. 1–6.
7. Gurbanov V.Sh., Narimanov N.R., Mansurova S.I. Prospects of oil and gas bearing capacity of crystalline basement of Kurinsk intermountain trough // Azerbaijani Oil Economy. – 2013. – № 11. – P. 10–18.