

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД
В ПРИСКВАЖИННОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРСДАЛЛЯР

Пашаев Н.В., Пашаева Ш.В.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности
AZ1010, Баку, Азербайджан, просп. Азадлыг, 34: namat.pashayev@mail.ru

A STUDY OF THE STRESS STATE OF ROCKS IN THE NEAR-WELLBORE ZONE
OF THE MIDDLE EOCENE SEDIMENTS IN THE TARSDALLAR DEPOSIT

Pashayev N.V., Pashayeva Sh.V.

Azerbaijan State Oil and Industry University
34, Azadlig ave., Baku, Azerbaijan, AZ1010: namat.pashayev@mail.ru

Keywords: lateral pressure,
radial and azimuthal stress,
wellbore zone, drilling mud,
temperature stress

Summary. The goal of geophysical well logging (GWL) is to assess the physical properties of rocks composing the studied section.

The solution of this problem is complicated by the fact that the properties of rocks in the wellbore zone differ from the unaltered part of the rock mass as a result of mechanical collapse of rock integrity during the drilling, redistribution of tension in the wellbore zone, and the formation of a permeable zone as a result of absorption of drilling mud into the reservoir. The research depth of most GWL methods does not extend beyond the limits of the permeability zone. The permeability zone differs from the unaltered part of the formation (beyond the wellbore wall) due to its physical properties. They affect the readings of GWL methods, distorting them in comparison with the results of measurements on models of homogeneous media. In this sense, it is of considerable interest to assess the stress state of rocks near the wellbore and the impact of this state on the physical characteristics of the rocks.

The paper provides recommendations on the necessity of stress state accounting of the near-wellbore zone to reduce errors in the quantitative interpretation of GWL data and to obtain reliable results. The analytical calculations of stresses are carried out to assess changes in the stress state of rocks in the near-wellbore zone over time. A numerical implementation of the approach and examples comparing the proposed approach with practical examples are given.

© 2021 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Введение

В каждом массиве горных пород существует поле естественных напряжений. Оно в основном обусловлено действием силы тяжести и тектоническими силами.

Необходимость изучения естественных напряжений обуславливается их существенным влиянием на устойчивость горных пород и их физико-механическими свойствами (Knez, 2014; Shiming He et al., 2017).

Строгая зависимость между величиной всестороннего напряжения и геостатической нагрузкой наблюдается лишь в песчано-глинистых породах, в то время как в других породах отмечаются случаи наличия значительных горизонтальных напряжений, иногда превосходящих вертикальные (Савич и др., 1969; Манаков, 2014). Это

связано с остаточными напряжениями в породах, обусловленными взаимодействием горного и пластового давлений. Если допустить, что напряженно-деформационное состояние горных пород всецело зависит от внешней нагрузки, т.е. от геостатического давления, то здесь следовало бы ожидать постоянства порового давления, чего на самом деле не бывает (Гусейн-заде и др., 1992; Сейтмуратов и др., 2014). Особый интерес в этом плане с точки зрения промысловой геофизики и бурения скважин представляет перераспределение напряжений.

Теоретические и методические аспекты

В окрестности скважин при вертикальной выработке кругового сечения скважины в среде возникают радиальные и азимутальные напряжения.

Следует отметить, что азимутальное и радиальное напряжения создают так называемый боковой распор, действующий на породы вблизи стенок скважины.

Величина бокового распора с момента выработки в массиве горных пород меняется во времени вследствие релаксационных процессов. Установившееся состояние напряженности в пласте наступает после вскрытия пласта через определенное время, зависящее от типа пород и в частности от степени их пластичности (Аксельрод, Пашаев, 1991; Ковалев, 2014).

В окрестностях нефтяных и газовых скважин одновременно с горным действует давление столба промывочной жидкости, пластового флюида, потока фильтрации и пр. Оценивая роль фильтрации, следует учесть обстоятельство, что с течением времени образуются зоны проникновения, создающие дополнительное напряжение, имеющее, скорее всего, кратковременный характер. Поэтому для данной задачи достаточно ограничиться рассмотрением избыточных напряжений, а также давления промывочной жидкости.

Вокруг заполненной жидкостью скважины радиальное и азимутальное распределение напряжений имеет вид (Савич и др., 1969; Коптев, 1971):

$$\sigma_r = \sigma_{cp} \cdot H \frac{\vartheta}{1-\vartheta} \left(1 - \frac{r_c}{R^2}\right) + \sigma_{пж} H_{пж} \frac{r_c^2}{R^2} \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = \sigma_{cp} \cdot H \frac{\vartheta}{1-\vartheta} \left(1 + \frac{r_c}{R^2}\right) - \sigma_{пж} H_{пж} \frac{r_c^2}{R^2}, \quad (2)$$

где $H_{пж}$ – высота столба промывочной жидкости, r_c – радиус скважины, R – текущий радиус, H – глубина скважины, ϑ – коэффициент Пуассона, $\sigma_{пж}$ – удельный вес промывочной жидкости.

Величины этих напряжений на стенках скважины зависят от глубины залегания пластов и удельного веса промывочной жидкости, используемой при бурении. Поэтому рассмотрение распределения напряжений в прискважинной зоне целесообразно проводить с учетом влияния этих факторов. Это необходимо в связи с тем, что количественные значения напряжений тесно связаны с величиной горного давления и свойствами промывочной жидкости (Аксельрод, Пашаев, 1991).

Практическая значимость

Количественная оценка влияния удельного веса промывочной жидкости и глубины залегания на упругое состояние среды осуществляется

с использованием теоретических формул расчета (1) и (2) для конкретных геологических условий.

При выборе района исследования предпочтение отдавалось скважинам с наиболее полными каротажными и лабораторными данными. Исходя из этого, были отобраны вулканогенно-осадочные отложения среднего эоцена в Тарсдаллярском месторождении, расположенном в Среднекуринской впадине.

Проведенными в 1983 г. поисково-разведочными работами на площади было открыто нефтяное месторождение, являющееся на сегодняшний день единственным объектом разработки между речья Куры и Габырры.

Основным нефтегазоносным горизонтом здесь является средний эоцен, отложения которого представлены карбонатной и туфогенно-осадочной фацией.

Многообразие минерального состава вулканогенно-осадочных пород, сложность их пустотного пространства, представленного порами и кавернами разного размера, которые сообщаются между собой тонкими капиллярами и трещинами, предопределили необходимость совместного анализа данных керна и результатов современных комплексов ГИС специфично для этого типа пород.

По данным ГИС и керна установлено, что в целом туфогенные породы среднего эоцена характеризуются пористостью, изменяющейся в пределах 1.5%-26.6%, карбонатностью от 0% до 25% и глинистостью от 11.6% до 29%. Известняки характеризуются наибольшей плотностью ($\delta_{cp}=2.68$ г/см³) и наименьшей пористостью ($k_n=4.9\%$). Они отличаются также высокими значениями скорости ($v_p^{cp} = 3240$ м/сек). В разрезе среднего эоцена выделяются аргиллиты с более низкой плотностью ($\delta_{cp}=2.23$ г/см³), открытой пористостью ($K_n=15.5\%$), скоростью продольных волн 2700 м/сек, относительной проницаемостью $0.001 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ и карбонатностью 50,76%.

Как показал анализ, среднеэоценовый туфогенный коллектор имеет здесь сложную структуру пустотного пространства, что обусловлено развитием различных по генезису пор и трещин. Общее пустотное пространство исследованных пород-коллекторов представлено, во-первых, первичными матричными межзерновыми порами; во-вторых, вторичными порами, образованными в результате аутигенного преобразования туфогенного материала, и, в третьих, сетью вторичных микро- и макротрещин, обеспечивающих фильтрационные свойства вулканогенно-осадочных пород.

Недостатком некоторых (несущих) основных методов ГИС является глубина исследования, которая не превышает десятков сантиметров. Принимая во внимание вышесказанное, учет напряженного состояния горных пород в прискважинной зоне является необходимым (Манаков, 2014).

Для количественной оценки влияния плотности промывочной жидкости и глубины залегания на поведение пород при условиях упругого состояния, используя теоретические формулы (1) и (2), произведены расчеты для среднеэоценовых отложений площади Тарсдалляр. На рис.1 представлено распределение напряжений в прискважинной зоне по двум скважинам на исследуемом месторождении.

Как следовало ожидать, увеличение удельного веса промывочной жидкости ведет к снижению влияния скважины и аномальное распределение напряжений несколько сглаживается. Например, в скважине № 5 при удельном весе промывочной жидкости $1.8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ азимутальная и радиальная составляющие напряжений на стенках скважины для случая, когда $R/r_c=1$, соответственно равны значениям 51 и 45 МПа. На такой же глубине в скважине № 26 удельный вес промывочной жидкости равен $1.5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, значения азимутальных

и радиальных составляющих изменялись и составляли соответственно 58.5 и 37.5 МПа (табл.1)

Как видно, затухание прискважинных напряжений, приводящих к упругим деформациям, происходит достаточно быстро и на расстоянии 2-2.5 радиусов скважины ими уже можно пренебречь. В то же время в ближней зоне, т.е. в слое $r_c - 2r_c$, напряжения могут быть значительными. По мере удаления вглубь массива напряжение σ_θ уменьшается, а σ_r увеличивается, асимптотически приближаясь к σ_θ и σ_r в ненарушенном массиве. Таким образом, мощность кольца повышенных напряжений вокруг скважины практически составляет примерно два радиуса скважины.

Согласно приведенным расчетам, было также установлено, что общая тенденция увеличения концентрации напряжений с глубиной усложняется неоднородностью строения массивов и известным явлением концентрации напряжений вокруг скважин. Возрастание величины напряжений с глубиной в общем случае пропорционально горному давлению, однако характер этого изменения в пласте в радиальном направлении от стенки скважины вглубь массива имеет более резкий характер для больших глубин (рис. 1).

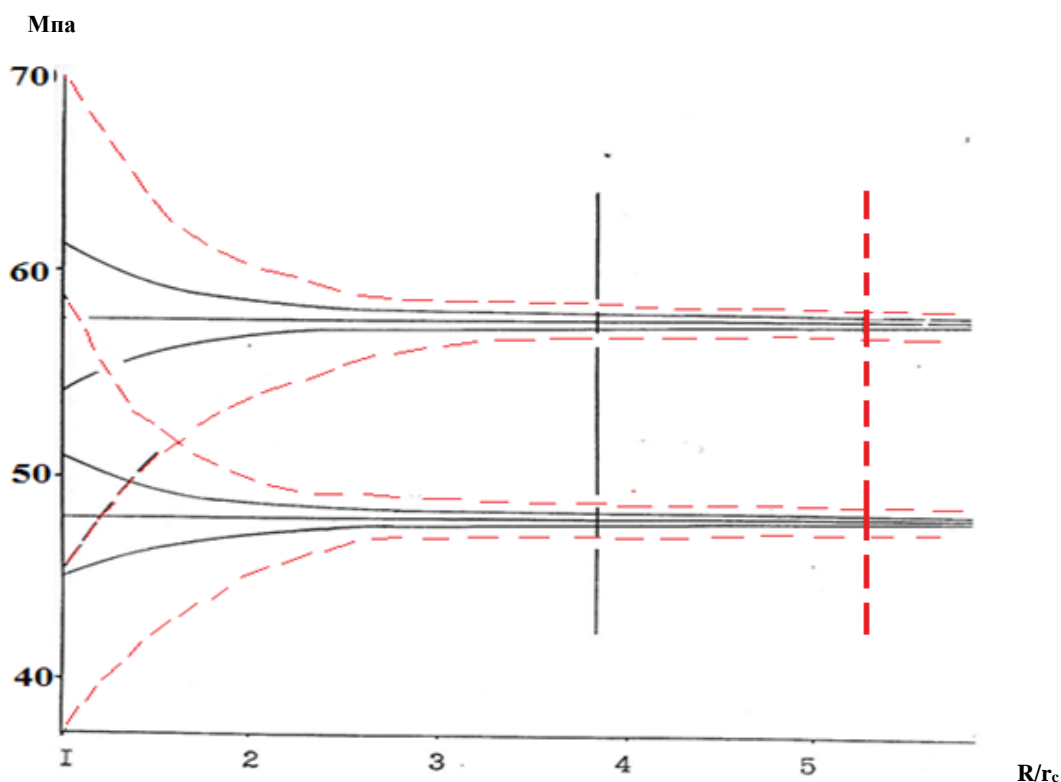


Рис. 1. Распределение напряжений в прискважинной зоне: вертикальные линии показывают границы аномальной зоны для соответствующих значений удельного веса промывочной жидкости

- при $\sigma_{пж} = 1.5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ (скв. №26)
- при $\sigma_{пж} = 1.8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ (скв. №5)

Таблица 1

Площадь Тарсдалля								
Скважина №5, $\delta_{ПЖ} = 1.8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$					Скважина №26, $\delta_{ПЖ} = 1.5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$			
R	H=2500 м		H=3000 м		H=2500 м		H=3000 м	
$\frac{R}{r_c}$	σ_r (МПа)	σ_θ (МПа)	σ_r (МПа)	σ_θ (МПа)	σ_r (МПа)	σ_θ (МПа)	σ_r (МПа)	σ_θ (МПа)
1	45.00	51.00	54.00	61.20	37.50	58.50	45.00	70.20
2	47.25	48.75	56.70	58.50	45.37	50.63	54.45	60.75
3	47.65	48.35	57.17	58.02	46.81	49.17	56.17	59.01
4	47.81	48.18	57.37	57.82	47.34	48.66	56.81	58.39
5	47.88	48.12	57.45	67.74	47.58	48.42	57.09	58.10
6	47.97	48.08	57.50	57.69	47.71	48.28	57.26	57.94

Помимо этих напряжений, у стенки скважины могут возникать дополнительные напряжения, появляющиеся из-за разности температур породы и циркулирующей промывочной жидкости.

Разность температур между стенками скважины и массивом горных пород во время проведения геофизических исследований скважин (ГИС) возрастает с увеличением глубины скважины и в основном зависит от литологической характеристики разреза и технологии бурения (рис. 2).

В приведенном на рис. 2 примере по месторождению Тарсдалля точка инверсии температур отмечается на глубине около 100 м, причем разность температур повышается с глубиной и на глубине 2500 м становится равной 45°C.

Известно, что разница температур в пласте и стволе скважины на отдельных месторождениях достигает 50°C, что обуславливает неравномерность теплового поля в прискважинной зоне. При оценке температурных напряжений можно допустить, что напряжения будут возникать только от радиального перепада температур. С целью количественной оценки влияния температурных напряжений произведены расчеты для

конкретных геологических условий по площади Тарсдалля, где разность температур при неустановившемся и установившемся термическом режиме, как было отмечено выше, достигает 45°C. Результаты исследований приведены на рис. 3 и табл. 2.

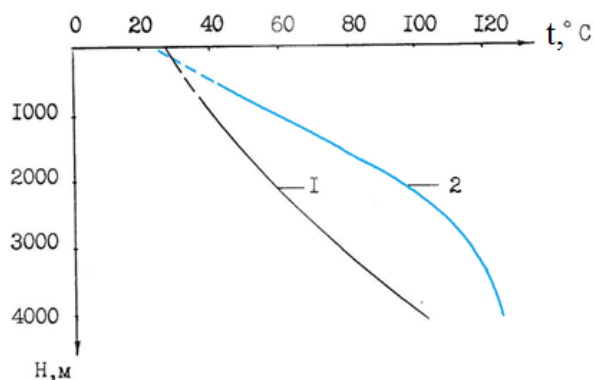


Рис. 2. Геотермическая характеристика разреза (пл. Тарсдалля, скв. № 4):

- 1 – замеры при неустановившемся термическом режиме;
- 2 – замеры при установившемся термическом режиме.

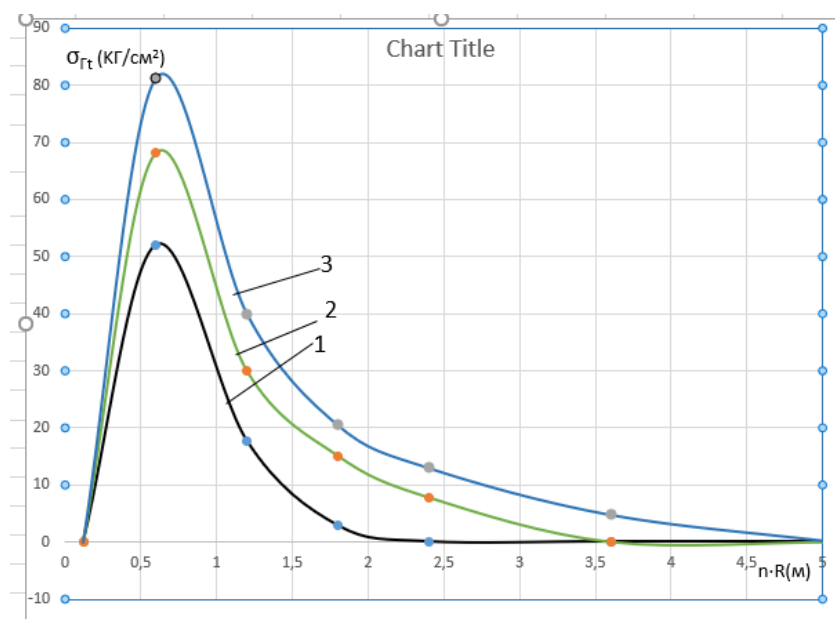


Рис. 3. Изменение температурного напряжения в радиальном направлении (пл. Тарсдалля, скв. № 4): 1 – $\tau_1=30$ суток; 2 – $\tau_2=60$ суток; 3 – $\tau_1=90$ суток

Таблица 2

Площадь Тарсдалляра (скв. № 4)							
№	n · R	$\sigma_{\text{гг}}$ (кг/см ²)					
		$\tau_1=30$	$\Gamma_1=2.4$	$\tau_2=60$	$\Gamma_2=3.6$	$\tau_3=90$	$\Gamma_3=5.1$
1	0.12	0.0		0.0		0.0	
2	0.60	52.0		68.2		81.2	
3	1.2	17.7		28.5		35.8	
4	1.8	2.9		15.1		21.9	
5	2.4	0.0		7.8		15.7	
6	3.6	0.0		0.0		4.8	
7	5.1	0.0		0.0		0.0	

Выводы

1. Увеличение удельного веса промывочной жидкости ведет к снижению влияния выработки, и аномальное распределение напряжений несколько сглаживается.
2. Расчеты показывают, что затухание прискважинных напряжений, приводящих к упругим деформациям, происходит достаточно быстро и на расстоянии 2-2.5 радиусов скважины ими уже можно пренебречь. В то же время в ближней зоне, т.е. в слое $r_c - 2r_c$ напряжения могут быть достаточно значительными. По мере удаления вглубь массива σ_{θ} уменьшается, σ_r увеличивается, асимптотически приближаясь к σ_{θ} и σ_r в ненарушенном массиве.
3. Согласно расчетным данным и с учетом того, что разрез подвергался промывке в течение 30,

60 и 90 суток, радиус зоны нарушения термического режима в скважинах на глубине 2500 м составляет соответственно 2.4 м; 3.8 м и 5.1 м.

4. Величина радиального напряжения вначале резко возрастает от нуля на поверхности стенки скважины до максимума (52.2; 58.2 и 81.2 *100 кг/м² соответственно) на расстоянии одного радиуса скважины от ее стенки, а затем медленно уменьшается в том же направлении.

Оценка характера напряженного состояния пород в прискважинной зоне дала возможность показать характер распределения напряжений в прискважинной зоне в процессе бурения скважин, что позволит выбрать режим бурения в зонах развития аномальных давлений.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксельрод С.М., Пашаев Н.В. Приведение скорости продольных волн, измеряемой при акустическом каротаже, к условиям ненарушенного массива пород. В: Тематический сборник научных трудов, Баку, 1991, с. 19-24.
- Гусейн-заде О.Д., Шилов Г.Я., Гусейн-заде Н.О., Есипов Ю.М., Халиков Ч.И. Геостатическое давление и вопросы напряженно-деформационного состояния горных пород в условиях проявления современных движений земной коры на нефтегазовых месторождениях. Нефть и газ, Баку, No. 5-6, 1992, с. 8-13.
- Ковалев А.Л. Фильтрационно-прочностной расчет окрестности ствола вертикальной скважины с использованием критерия пластичности Друкера-Прагера. В научно-техническом сборнике: Вести газовой науки, No. 2 (18), 2014, с. 36-43.
- Коптев В.И. Распределение скоростей в окрестности цилиндрических выработок в связи с их напряженным состоянием. Труды гидропроекта, Сборник 21, Инженерная геофизика, 1971, с. 41-60.
- Манаков А.В. Совместное моделирование геомеханических и фильтрационных процессов в прискважинной зоне. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Новосибирск, 2014, 146 с.
- Савич А.И., Коптев В.И., Никитин В.Н., Ященко З.Г. Сейсмоакустические методы изучения массивов скальных пород. Недра. Москва, 1969, 239 с.
- Сейтмуратов А.Ж., Умбетов У., Махамбаева И.У. Методика расчета напряженно-деформированного состояния горного массива вокруг открытых и подземных выработок. Наука и мир, No. 3(7), Т. 1, 2014, с. 200-207.

REFERENCES

- Akselrod S.M., Pashaev N.V. Correction the P-wave velocity measured in acoustic logging to undisturbed bedrock conditions. In: Thematic collection of scientific papers, Baku, 1991, pp. 19-24 (in Russian).
- Gusein-zade O.D, Shilov G.Ya., Gusein-zadeh N.O., Esipov Yu.M., Khalikov Ch.I. Geostatic pressure and rock stress-strain issues in the context of contemporary crustal movements in oil and gas fields. Oil and Gas, Baku, No. 5-6, 1992, pp. 8-13 (in Russian).
- Knez D. Stress state analysis in aspect of wellbore drilling direction. Arch. Min. Sci., Vol. 59, No. 1, 2014, pp. 71-76.
- Kovalev A.L. Filtration and strength calculation of the vicinity of a vertical wellbore using the Drucker-Prager plasticity criterion. In scientific and technical collection: Vesti Gazovoy Nauki, No. 2 (18), 2014, pp. 36-43 (in Russian).
- Koptev V.I. Velocity distribution in the vicinity of cylindrical workings in relation to their stress state. Proceedings of Hydroproject, Collection 21, Engineering Geophysics, 1971, pp. 41-60 (in Russian).
- Manakov A.V. Joint modeling of geomechanical and filtration processes in the near-wellbore zone. PhD thesis. Novosibirsk, 2014, 146 p. (in Russian).
- Savich A.I., Koptev V.I., Nikitin V.N., Yashchenko Z.G. Seismoacoustic methods for studying rock massifs. Nedra. Moscow, 1969, 239 p. (in Russian).
- Seitmuratov A.Zh., Umbetov U., Makhambaeva I.U. Methodology for calculating the stress-strain state of the rock mass around open and underground workings. Sci. and world, No. 3(7), Vol. 1, 2014, pp. 200-207 (in Russian).

Knez D. Stress state analysis in aspect of wellbore drilling direction. Arch. Min. Sci., Vol. 59, No. 1, 2014, pp. 71-76.

Shiming He, Jun Zhou, Ming Tang. Research on wellbore stress in under-balanced drilling horizontal wells considering anisotropic seepage and thermal effects. Journal of Natural Gas Science and Engineering, Vol. 45, 2017, pp. 338-367.

Shiming He, Jun Zhou, Ming Tang. Research on wellbore stress in under-balanced drilling horizontal wells considering anisotropic seepage and thermal effects. Journal of Natural Gas Science and Engineering, Vol. 45, 2017, pp. 338-367.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОД В ПРИСКВАЖИННОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРСДАЛЛЯР

Пашаев Н.В., Пашаева Ш.В.

Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности
AZ1010, Баку, Азербайджан, пр. Азадлыг, 34: namat.pashayev@mail.ru

Резюме. Целью геофизических исследований скважин (ГИС) является оценка физических характеристик горных пород, слагающих изучаемый разрез. Решение данной задачи усложняется тем, что свойства пород в прискважинной зоне могут существенно отличаться от таковых в неизменной части массива вследствие механического нарушения сплошности пород в процессе бурения, образования зоны проникновения за счет фильтрации промысловой жидкости в пласт-коллектор, перераспределения существовавших ранее в массиве горных пород напряжений вблизи скважины. Глубинность исследования большинства методов ГИС (в частности акустические, радиоактивные и другие виды несущего каротажа) в основном не выходит за пределы зоны проникновения. Зона проникновения отличается по физическим характеристикам от неизменной (удаленной от стенки скважины) части пласта. Они влияют на показания методов ГИС, искажая их по сравнению с результатами измерений на моделях однородных сред. В этом смысле значительный интерес представляет оценка напряженного состояния пород в прискважинной зоне и влияние этого состояния на значения физических характеристик горных пород. Установлено, что влияние азимутальных, радиальных и температурных напряжений на физические свойства горных пород в прискважинной зоне доходит до максимума; отходя от стенки скважины вглубь массива, это влияние приближается к минимуму. В качестве объекта исследования выбраны отложения среднеэоценового возраста вулканогенно-осадочных пород месторождения Тарсдалляр, расположенного в Среднекуринской впадине. Эта формация, которая представлена карбонатной и туфогенно-осадочной фацией, сильно отличается по нефтегазоносности от других. В данной статье с целью уменьшения погрешности количественной интерпретации материалов ГИС и для получения достоверных результатов даны рекомендации о необходимости учета напряженного состояния прискважинной зоны. Проведены аналитические расчеты напряжений, позволяющие оценить изменения напряженного состояния горных пород в прискважинной зоне во времени. Дана численная реализация подхода и приведено сравнение предлагаемого подхода на практических примерах.

Ключевые слова: боковой распор, радиальные и азимутальные напряжения, прискважинная зона, промысловая жидкость, температурные напряжения

TƏRSDƏLLƏR YATAĞININ ORTA EOSEN ÇÖKÜNTÜLƏRİNDƏ QUUYUYANI ZONADA SÜXURLARIN GƏRGİNLİK VƏZİYYƏTİNİN TƏDQIQI

Paşayev N.V., Paşayeva Ş.V.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
AZ1010, Bakı, Azərbaycan, Azaadlıq prospekti, 34: namat.pashayev@mail.ru, sh73.73@mail.ru

Xülasə. Quyuların geofiziki tədqiqində (QGT) məqsəd əsasən quyu kəsiləşlərində süxurların fiziki xarakteristikalarının qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Qazıma prosesində süxurların bütövlüyünün mexaniki təsirdən dağılması, quyuyanı zonada gərginliyin yenidən paylanması, kollektor laylara qazıma məhlulunun hopması nəticəsində keçirmə zonasının yaranması kimi səbəblərdən quyuyanı zonada süxurların xassələrinin süxur massivinin dəyişilməmiş hissəsinə nəzərən fərqləndiyindən tərs məsələnin həlli mürəkkəbləşir. QGT-nin əksər üsullarının tədqiqat dərinliyi keçirmə zonası hüdudundan kənara çıxmır. Xüsusilə kiçik tədqiqat radiusuna malik olan radioaktiv, akustik və digər karotaj üsulları ilə həll edilən məsələlərin səhihlik dərəcəsi qənaətbəxş olmur. Keçirmə zonası isə fiziki xarakteristikalarına görə layın dəyişilməmiş hissəsindən (quyu divarından daha kənarda) fərqlənir. Onlar QGT üsullarının nəticələrinə təsir göstərir, nəticələr bircinsli mühit modelində ölçülmüş nəticələrlə müqayisədə təhrif olunur. Müəyyən edilmişdir ki, quyuyanı anomal zonada süxurların fiziki xassələrində anizotropiyalıq müşahidə edilir. Bu mənada quyuyanı zonada süxurların gərginlik vəziyyətlərinin qiymətləndirilməsi və mövcud durumun süxurların fiziki xarakteristikalarına təsirinin nəzərə alınması böyük maraq kəsb edir. Süxurların fiziki xassələrinə keçirmə zonasında azimutal, radial və temperatur gərginliklərinin təsiri maksimal həddə valik olduğu halda, quyu divarından süxur massivinə doğru bu təsir minimum həddə yaxınlaşır və süxurun pozulmamış hissəsinə bərabər olur. Tədqiqat obyektini kimi Orta Kür çökəkliyində yerləşən Tərsdəllər yatağının vulkanogen-çökmə mənşəli süxurlarla təmsil olunan Orta Eosen yaşlı çöküntüləri seçilmişdir. Bu formasiya əsasən tufu və karbonatlı süxurlarla təmsil olunur və neft-qazlılığına görə digər formasiyalardan kəskin fərqlənir. Məqalədə QGT materiallarının kəmiyyət interpretasiyası zamanı xətalardan azaldılması və daha səhih nəticələrin alınması üçün quyuyanı zonanın gərginlik vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və nəzərəalma labüdlüyü üçün tövsiyələr verilmişdir. Quyuyanı zonada zamandan asılı olaraq gərginliyin dəyişilməsini şərtləndirən analitik hesablamalar aparılmışdır. Təklif edilən yanaşmanın ədədi reallaşdırılması ilə yanaşı, həm də qiymətləndirmənin nəticələrinə görə müqayisə üçün praktiki nümunələr verilmişdir.

Açar sözlər: yan təzyiq, radial və azimutal gərginliklər, quyuyanı zona, qazıma məhlulu, temperatur gərginliyi