

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЕЗОВ И ИХ СВЯЗИ С ПОГЛОЩЕНИЕМ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА СТАРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С АНОМАЛЬНО НИЗКИМИ ПЛАСТОВЫМИ ДАВЛЕНИЯМИ

Р. А. Исаев

Институт нефти и газа, НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Analysis of the distributions of petrophysical characteristics of sections and their relationships with loss during drilling wells in old fields with anomalously low formation pressures

R. A. Isayev

Institute of Oil and Gas, ANAS, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the main factors that play an important role in the occurrence of such complications as lost circulation. The article presents the results of studies of the distributions of the petrophysical characteristics of the reservoirs and their influence on the occurrence of losses, which made it possible to substantiate the tasks, ways to solve them and the nature of the initial information necessary for this; based on the methods of mathematical statistics and fuzzy cluster analysis, an assessment was made of the mutual correspondence of geological conditions and the severity of losses, which made it possible to justify the interval, the severity of losses and the choice of a way to deal with them.

Keywords: abnormally low reservoir pressures; petrophysical characteristics; fuzzy cluster analysis; losses.

© 2023 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Введение

Накопленный к настоящему времени научный и практический опыт строительства нефтяных и газовых скважин показал, что в отличие от случаев, когда аномально высокие давления встречаются повсеместно, аномально низкие пластовые давления наблюдаются редко. Аномально низкие пластовые давления могут возникнуть в разрезах месторождений, расположенных в морских условиях, а также и на суше вследствие истощения продуктивных пластов. Аномально низкие пластовые давления (АНПД) могут быть образованы в результате технологических процессов добычи нефти, газа и воды, при этом если не происходит восполнения отбираемых из пласта флюидов, то такие давления будут иметь место. Признаком аномального снижения пластового давления является, как известно, проседание земной поверхности. В мире АНПД распространены меньше по сравнению с аномально высокими давлениями, и в то же время зафиксированы в бассейнах Сан-Хуан, Предаппалачском, Денвер, в Северо-Предкарпатском, Днепровско-Донецком, Северо-Причерноморском, Иркутском, на длительно эксплуатируемых месторождениях России, Казахстана, Азербайджана и других нефтегазоносных бассейнах. Часто при бурении скважин наличие АНПД является причиной поглощений бурового раствора. Несмотря на многочисленные исследования, все же проблема погло-

щений и характеристик поглощающих интервалов в условиях АНПД, характерных для старых месторождений, сохраняет свою актуальность и тем самым представляет определенный интерес.

Объект и постановка задач исследований

В качестве объекта исследований в настоящей статье служат методы исследования поглощающих пластов и прогнозирования поглощений. При бурении скважин на различных месторождениях проводятся геофизические и геолого-технологические исследования. Исследования, проводимые в процессе бурения скважин, позволяют уточнить целый ряд вопросов, позволяющих производить раннее прогнозирование поглощений.

В процессе исследований проводится анализ свойств горных пород, для чего в свою очередь осуществляется сбор данных о результатах бурения и освоения скважин и получение информации, позволяющей принимать оптимальные решения. Анализ показывает, что при бурении скважин на старых месторождениях в большинстве своем наблюдаются поглощения бурового раствора разной степени тяжести. С работами по ликвидации поглощений бурового раствора связаны значительные временные и материальные потери, а также потери в добыче нефти в результате ухудшения коллекторских свойств продуктивных пластов. В связи с этим научное обоснование технологических подходов к раннему прогнозированию и разработке мероприятий по ликвидации поглощений, совершенствование и внедрение новых технологий и

материалов, позволяющих снизить частоту осложнений, в настоящее время приобретают исключительно важное значение. В связи с этим в настоящей статье сделана попытка совершенствования методики ранней диагностики поглощений на основе комплекса ГИС и ГТИ.

Анализ исследований по изучению поглощающих интервалов и опыта борьбы с поглощениями при бурении скважин.

В накопленных к настоящему времени исследованиях приводятся данные о бурении скважин в условиях поглощений, связанных с АНПД на старых месторождениях, в приведенных материалах репрессии на продуктивные пласты значительно превышали нормативные значения, определяемые соответствующими руководящими документами. Следует отметить, что неоправданно высокая репрессия на пласт в условиях АНПД вызывает отрицательное воздействие на продуктивную характеристику ПЗС.

Выполнены анализ и обобщение опыта прогнозирования и вскрытия поглощающих продуктивных пластов, залегающих на различных глубинах нефтегазовых районов, прогнозирования необходимых параметров бурового раствора [1-14]. В опубликованной литературе по вопросам технологии бурения в условиях поглощений содержится обширный материал, характеризующий причины их возникновения. В рассмотренных работах выполнен статистический анализ распределений поглощений в зависимости от градиентов пластовых давлений для различных регионов, с применением алгоритма нечеткой кластеризации установлены нечеткие правила изменения степени тяжести поглощений в зависимости от петрофизических характеристик поглощающих пластов.

В исследованиях отмечается, что большинство скважин, пробуренных с использованием систем растворов на водной основе в коллекторах с пониженным давлением, подвергаются воздействию высоких избыточных гидростатических давлений ввиду плотности бурового раствора, превышающей плотность воды. Подобные условия напрямую связаны с потерей циркуляции, прихватом колонны и особенно с ухудшением коллекторских свойств пласта из-за проникновения твердых частиц и жидкости. Для решения большинства вышеупомянутых проблем использовались специальные технологии, такие как бурение на депрессии с использованием пены очень низкой плотности или аэрированных жидкостей [9-15].

При правильном выборе реагентов, а с использованием методов кольматации возможно применение буровых растворов с высокими тиксотропными свойствами, минимальными фильтрационными свойствами и т.д. В связи с этим в работах предлагаются буровые растворы с низкой плотностью, на водной основе, стабилизированной специально подобранным комплексом полимер-ПАВ и тампонажными материалами, разработанными специально для песчаников и карбонатных коллекторов с низкими давлениями [16].

Материалы, используемые при приготовлении буровых растворов, могут вызвать также многочисленные экологические проблемы, связанные с почвой и водными ресурсами, такие проблемы более ярко выражены на морских месторождениях. В буровом растворе (буровых отходах) обычно присутствуют тяжелые металлы, такие

как ртуть, барий, мышьяк, свинец и никель, которые наносят вред окружающей среде. Кроме того, тяжелые металлы присутствуют также и в буровых растворах на нефтяной основе, в связи с наличием нефти, и, как отмечается в [9-15], в них содержание никеля и ванадия намного больше, чем других тяжелых металлов. Присадки и тяжелые металлы, присутствующие в буровом растворе, могут нанести непоправимый ущерб окружающей среде, если произойдет утечка жидкости в пласт. Что касается того факта, что поглощение бурового раствора происходит через открытые трещины в стволе скважины, основной целью данного исследования является оценка трещин в стволе скважины с помощью каротажа FMI и давления гидроразрыва с использованием медленности волн сжатия и сдвига. Всего выполнен анализ большого количества трещин в различных пластах, и показано, что давление гидроразрыва в них колеблется от 8400 до 9450 psi (57.92-65.1555 МПа соответственно). Внедрение результатов, полученных в этом исследовании, позволяет предотвратить утечку бурового раствора в пласт и последующий ущерб окружающей среде за счет регулирования давления закачки и изменения плотности бурового раствора в соответствии с давлением гидроразрыва пласта.

Наиболее распространенные жидкости, применяемые в буровой промышленности, обычно делятся на две группы: жидкости на водной основе и жидкости на нефтяной основе. Как отмечалось, химические добавки в буровые растворы, и тяжелые металлы, присутствующие в буровых растворах на нефтяной основе, оказывают сильное воздействие на окружающую среду [9-11, 17, 18]. Среди них добавки, используемые для замедления набухания глинистых пород, и тяжелые металлы, такие как никель и кадмий, привели к большому количеству экологических проблем [12]. Кроме того, эти тяжелые металлы также могут быть обнаружены в подповерхностных слоях из-за осаждения тяжелых минералов во время осадконакопления [13, 15].

При бурении гидростатическое давление бурового раствора выше пластового давления, поэтому буровой раствор может проникать в открытые трещины и попадать в окружающую среду, нанося ущерб почве и подземным водам. Был проведен ряд исследований для сведения к минимуму ущерба, причиняемого буровыми растворами, большинство из которых были сосредоточены на изменении добавок к буровым растворам или использовании синтезированных буровых растворов для сведения к минимуму ущерба окружающей среде; тем не менее, ни один из этих методов не получил практического применения в промышленности [17-20]. Утечка бурового раствора происходит в основном через трещины в пласт, и эти проблемы более выражены на морских месторождениях по сравнению с сушей [20]. Чтобы обеспечить первоначальную оценку трещиноватости горных пород, исследования проводятся с использованием общих каротажных диаграмм, информации о поглощении жидкости и анализа результатов испытаний скважин. Не все вышеперечисленные методы обладают высоким разрешением и их оценки связаны с некоторыми ошибками [21]. Внедрение информации о керне значительно помогает в изучении трещин, существующих в структуре горных пород; однако отбор керна не проводится во всех интервалах в основном из-за их высокой стоимости и ограниченного масшта-

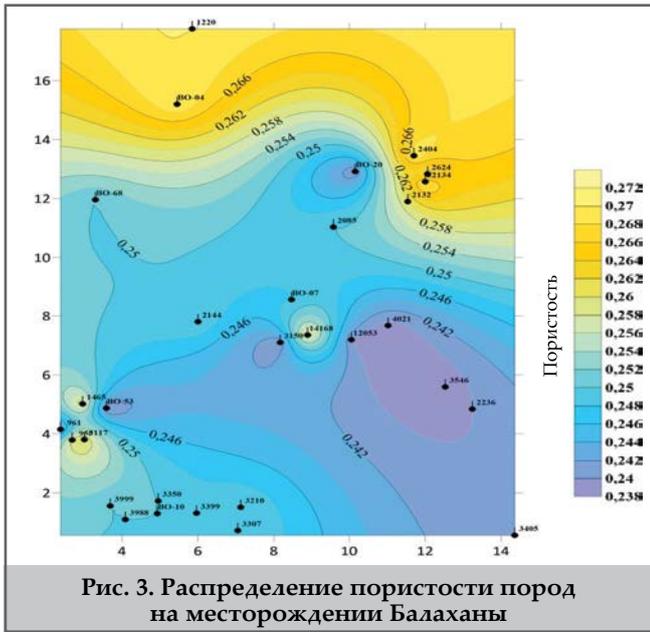


Рис. 3. Распределение пористости пород на месторождении Балаханы

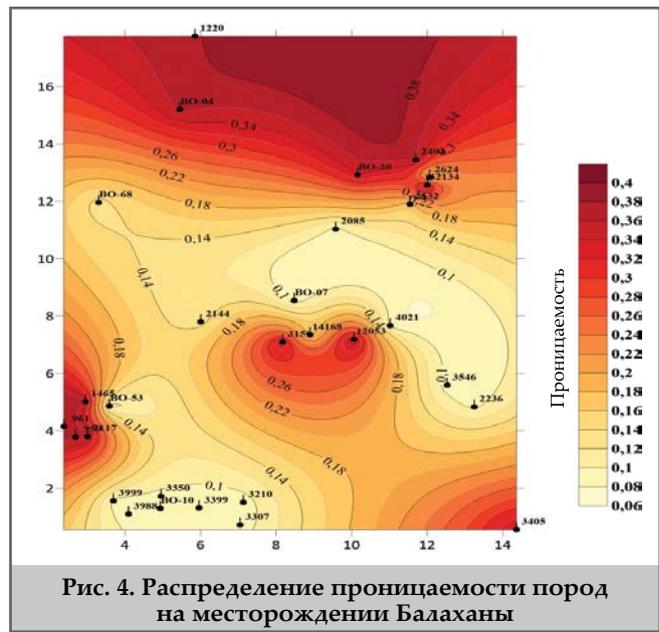


Рис. 4. Распределение проницаемости пород на месторождении Балаханы

Градиент давления гидроразрыва характеризует давление раскрытия трещин в массивах горных пород и определяется их физико-механическими свойствами, параметры которых для различных типов пород изменяются в широких пределах. Результаты расчета градиента давления гидроразрыва в виде распределений этих значений между скважинами месторождения Балаханы приведены на рисунке 2.

Как видно из рисунков 1 и 2, от скважин, расположенных справа, (скважины 2404, ВО-20, 2624, 2134, 2132) в направлении влево, в сторону скважин 2144, 1465, ВО-53,961, наблюдается снижение градиента давления гидроразрыва, а в расположенных слева отмеченных скважинах значение градиента растет, приближаясь к значениям в скважинах, расположенных справа. Та же самая картина наблюдается в значениях градиентов пластовых давлений, причем, количественно пластовые давления отличаются очень низкими значениями. При бурении скважин в условиях аномально низких пластовых давлений обычно наблюдаются поглощения. В пользу данного обстоятельства говорят также и изменения петрофизических характеристик.

Как видно из распределений пористости, проницаемости (рис. 3 и 4) и давления гидроразрыва, можно предположить об ожидаемых поглощениях и, как показали результаты бурения, данное предположение оправдалось.

Таким образом, в рассматриваемых условиях поглощения наблюдаются, однако как показывает сравнительный анализ петрофизических характеристик пород и распознавание степени тяжести поглощения на основе нечеткой кластеризации [23-26], поглощения были с разной степенью тяжести.

Для большей ясности нами проанализировано изменение пористости и соответствующей проницаемости пород месторождения Балаханы. Как показали результаты данного анализа, по данным пористости-проницаемости, не наблюдается существенной корреляции между этими двумя параметрами. Однако визуально наблюдается разделение точек на две группы. В данном случае необходимо подтвердить значимость наблюдаемого обстоятельства.

Таким образом, в рассматриваемых условиях поглощения наблюдаются, однако как показывает сравнительный анализ петрофизических характеристик пород и распознавание степени тяжести поглощения на основе нечеткой кластеризации [23], поглощения были с разной степенью тяжести.

Для большей ясности нами проанализировано изменение пористости и соответствующей проницаемости пород месторождения Балаханы. Как показали результаты данного анализа, по данным пористости-проницаемости, не наблюдается существенной корреляции между этими двумя параметрами. Однако визуально наблюдается разделение точек на две группы. В данном случае необходимо подтвердить значимость наблюдаемого обстоятельства. Для оценки стабильности взаимосвязи между отмеченными характеристиками в работе [24] рассчитан коэффициент Джини.

Однородность данных более объективно подтверждается также изучением петрофизических характеристик поглощающих интервалов, по результатам нечеткого кластер-анализа и распознавания рассматриваемых пластов, которые были отнесены к пластам с высокой поглощающей способностью [23]. По данным о петрофизических характеристиках пластов одного из старых месторождений проведен кластер-анализ, результаты которого показаны на рисунке 5.

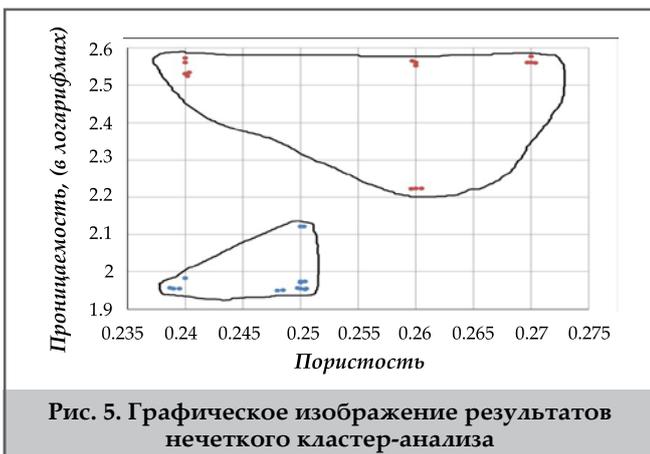


Рис. 5. Графическое изображение результатов нечеткого кластер-анализа

Как видно из рисунка, рассматриваемый массив разделился на два кластера. Пористость одного из них колеблется в пределах от 0.235 до 0.25, а для другого кластера - в более широких пределах – 0.24-0.27. Проницаемость пород этого кластера заметно выше. Рассматриваемые пласты при распознавании с помощью нечетких правил [23] были отнесены к наиболее опасным с точки зрения поглощений.

Выводы

Одним из распространенных и тяжелых видов осложнений, встречающихся при бурении скважин, особенно на старых месторождениях, является поглощение буровых растворов. В этих условиях повышение технико-экономических показателей строительства скважин определяется эффективностью методов исследований, диагностики, профилактики и ликвидации поглощений при разбуривании разреза. Увеличение эффективности работ по борьбе с поглощениями становится возможным вследствие реализации в процессе бурения методических подходов и решений, связанных с расширением информационной базы с учетом данных геолого-технологических, геофизических и гидродинамических исследований. Результаты оценки геолого-физических и фильтрационных характеристик интервалов поглощений на такой основе используются для выбора изоляционного материала, позволяющего предупредить поглощения буровых растворов в зонах АНПД.

В связи с этим в настоящей статье:

- в результате анализа и обобщения накопленного опыта по оценке, прогнозированию интервалов возможных поглощений буровых растворов и борьбе с ними, обоснованы задачи, пути их решения и характер необходимой исходной информации;
- показана возможность прогнозирования интервалов залегания пластов с АНПД в разрезе скважины по распределениям петрофизических характеристик на примере месторождения Балаханы;
- на основе методов математической статистики и нечеткого кластер-анализа дана оценка взаимного соответствия геологических условий и степени тяжести поглощений, что обеспечило возможность обосновать интервал, степень тяжести поглощений и выбор способа борьбы с ними.

Литература

1. Efendiyev, G. M., Mammadov, P. Z., Piriverdiyev, I. A., Mammadov, V. N. (2018). Estimation of lost circulation rate using fuzzy clustering of geological objects by petrophysical properties. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 28-33.
2. Efendiyev, G. M., Mammadov, P. Z., Piriverdiyev, I. A., Mammadov, V. N. (2016). Clustering of geological objects using FCM-algorithm and evaluation of the rate of lost circulation. *Procedia Computer Science*, 102, 159-162.
3. Efendiyev, G., Isayev, R., Piriverdiyev, I. (2021). Decision-making while drilling wells based on the results of modeling the characteristics of rocks using probabilistic-statistical methods and fuzzy logic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1828, 012016.
4. Иванов, А. И. (2009). Обоснование и разработка технологии и техники ликвидации катастрофических поглощений при бурении разведочных скважин. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова.*
5. Эфендиев, Г. М. (1990). Оценка необходимой плотности бурового раствора по данным, поступающим при бурении скважин. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 9, 31-33.
6. Ивачев, А. М. (1982). Борьба с поглощениями промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин. *Москва: Недра.*
7. Гасумов, Р. А. (2008). Особенности заканчивания скважин в условиях аномально низких пластовых давлений. *Успехи современного естествознания*, 6, 76-78.
8. Мантрова, С. В., Аманов, М. А., Ишангулыев, Г. А. (2015). Превентивные меры в борьбе с поглощениями при бурении скважин в условиях аномально низких пластовых давлений. *Молодой ученый*, 3, 326-331.
9. Shalafi, M., Moradi, S., Ghassem Alaskari, M. K., Kazemi, M. S. (2016). Drilling fluid loss control via implementing the fmi and dsi logs to protect environment. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-10.
10. Ferrari, G., Cecconi, F., Xiao, L. (2000, November). Drilling wastes treatment and management practices for reducing impact on HSE: ENI/Agip experiences. SPE-64635-MS. In: *International Oil and Gas Conference and Exhibition in China. Society of Petroleum Engineers.*
11. Gbadebo, A., Taiwo, A., Egehele, U. (2010). Environmental impacts of drilling mud and cutting wastes from the Igbokoda onshore oil wells, Southwestern Nigeria. *Indian Journal of Science Technology*, 3, 504-510.
12. Bakke, T., Klungsoyr, J., Sanni, S. (2013). Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research*, 92, 154-169.
13. Maria-Ema, F. C., Gabriel, L., Valentin, N. (2012). The assessment of heavy metals concentration in Bacau city soil: Necessity and working methods. *English Studies International Research Journal*, 18(1), 80-95.
14. Линд, Ю. Б., Клеттер, В. Ю., Мулюков, Р. А., Губайдуллин, И. М. (2010). Применение современных информационных технологий для оптимизации состава и оперативного управления технологическими параметрами буровых растворов. «Территория Нефтегаз», 10, 18-22.
15. Rahman, S. H., Khanam, D., Adyel, T. M., et al. (2012). Assessment of heavy metal contamination of agricultural soil around Dhaka Export Processing Zone (DEPZ), Bangladesh: implication of seasonal variation and indices. *Applied Sciences*, 2, 584-601.
16. Vəliyev, F. F. (2022). Qazma məhlullarının spesifik xassələrinin yeni sintez olunmuş polimer əlavələrlə tənzimlənməsi. *Scientific Petroleum*, 1, 42-45.
17. Amanullah, M., Yu, L. (2005). Environment friendly fluid loss additives to protect the marine environment from the detrimental effect of mud additives. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 48, 199-208.
18. Moslemizadeh, A., Shadizadeh, S. R., Moomenie, M. (2015). Experimental investigation of the effect of henna extract on the swelling of sodium bentonite in aqueous solution. *Applied Clay Science*, 105, 78-88.
19. Tehrani, A., Young, S., Gerrard, D., Fernandez, J. (2009, April). Environmentally friendly water based fluid for HT/HP drilling. SPE-121783-MS. In: *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry. Society of Petroleum Engineers.*
20. Labenski, F., Reid, P., Santos, H. (2003, October). Drilling fluids approaches for control of wellbore instability in fractured formations. SPE-85304-MS. In: *SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.*
21. Liu, J., Zhang, F. (2021). Peng qian and wenlin wu. A new model for predicting fluid loss in fracture-porosity reservoir. *Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP Energies nouvelles*, 76, 31.
22. Zahmatkesh, I., Aghli, G., Mohammadian, R. (2015). Systematic fractures analysis using image logs and complementary methods in the Marun Oilfield. *SW Iran Geopersia*, 5, 139-150.
23. Efendiyev, G. M., Rza-Zadeh, S. A., Kadimov, A. K., Kouliyev, I. R. (2013). Forecast of drilling mud loss by statistical technique and on the basis of a fuzzy cluster analysis. In: *7th International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis. Decision and Control, Izmir, Turkey.*
24. Mohammadian, E., Kheirollahi, M., Liu, B., et al. (2022). A case study of petrophysical rock typing and permeability prediction using machine learning in a heterogenous carbonate reservoir in Iran. *Scientific Reports*, 12(1), 4505.
25. Шульев, Ю. В., Бекетов, С. Б. (2006). Технология изоляции притока подошвенной воды в скважинах в условиях аномально низких пластовых давлений. *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*, 4, 75-80.
26. Яковлев, А. А., Турицына, М. В. (2012). Обоснование применения и исследование составов газожидкостных смесей для промывки скважин в условиях аномально низких пластовых давлений. *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело*, 4, 42-48.

References

1. Efendiyev, G. M., Mammadov, P. Z., Piriverdiyev, I. A., Mammadov, V. N. (2018). Estimation of lost circulation rate using fuzzy clustering of geological objects by petrophysical properties. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 28-33.
2. Efendiyev, G. M., Mammadov, P. Z., Piriverdiyev, I. A., Mammadov, V. N. (2016). Clustering of geological objects using FCM-algorithm and evaluation of the rate of lost circulation. *Procedia Computer Science*, 102, 159-162.
3. Efendiyev, G., Isayev, R., Piriverdiyev, I. (2021). Decision-making while drilling wells based on the results of modeling the characteristics of rocks using probabilistic-statistical methods and fuzzy logic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1828, 012016.
4. Ivanov, A. I. (2009). Obosnovaniye i razrabotka tekhnologii i tekhniki likvidatsii katastroficheskikh pogloshcheniy pri bureanii razvedochnykh skvazhin. *Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy gornyy institut im. G.V. Plekhanova*.
5. Efendiyev, G. M. (1990). Estimation of the required drilling fluid density according to the data coming from the wells drilling. *Azerbaijan Oil Industry*, 9, 31-33.
6. Ivachev, L. M. (1982). Fight against the absorption of flushing fluid during drilling of exploration wells. *Moscow: Nedra*.
7. Gasumov, R. A. (2008). Osobennosti zakanchivaniya skvazhin v usloviyakh anomal'no nizkikh plastovykh davleniy. *Uspekhi Sovremennogo Yestestvoznaniya*, 6, 76-78.
8. Mantrova, S. V., Amanov, M. A., Ishangulyyev, G. A. (2015). Preventivnyye mery v bor'be s pogloshcheniyami pri bureanii skvazhin v usloviyakh anomal'no nizkikh plastovykh davleniy. *Molodoy Uchenyy*, 3, 326-331.
9. Shalafi, M., Moradi, S., Ghassem Alaskari, M. K., Kazemi, M. S. (2016). Drilling fluid loss control via implementing the fmi and dsi logs to protect environment. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-10.
10. Ferrari, G., Cecconi, F., Xiao, L. (2000, November). Drilling wastes treatment and management practices for reducing impact on HSE: ENI/Agip experiences. SPE-64635-MS. In: *International Oil and Gas Conference and Exhibition in China. Society of Petroleum Engineers*.
11. Gbadebo, A., Taiwo, A., Eghele, U. (2010). Environmental impacts of drilling mud and cutting wastes from the Igbokoda onshore oil wells, Southwestern Nigeria. *Indian Journal of Science Technology*, 3, 504-510.
12. Bakke, T., Klungsoyr, J., Sanni, S. (2013). Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research*, 92, 154-169.
13. Maria-Ema, F. C., Gabriel, L., Valentin, N. (2012). The assessment of heavy metals concentration in Bacau city soil: Necessity and working methods. *English Studies International Research Journal*, 18(1), 80-95.
14. Lind, Yu. B., Kletter, V. Yu., Mulyukov, R. A., Gubaydullin, I. M. (2010). Primeneniye sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy dlya sopostavleniya i operativnogo tekhnologicheskogo upravleniya parametrami burovnykh rastvorov. «Territoriya Neftegaz», 10, 18-22.
15. Rahman, S. H., Khanam, D., Adyel, T. M., et al. (2012). Assessment of heavy metal contamination of agricultural soil around Dhaka Export Processing Zone (DEPZ), Bangladesh: implication of seasonal variation and indices. *Applied Sciences*, 2, 584-601.
16. Veliyev, F. F. (2022). Regulation of specific properties of drilling fluids with newly synthesized polymer additives, *Scientific Petroleum*, 1, 42-45.
17. Amanullah, M., Yu, L. (2005). Environment friendly fluid loss additives to protect the marine environment from the detrimental effect of mud additives. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 48, 199-208.
18. Moslemzadeh, A., Shadzadeh, S. R., Moomenie, M. (2015). Experimental investigation of the effect of henna extract on the swelling of sodium bentonite in aqueous solution. *Applied Clay Science*, 105, 78-88.
19. Tehrani, A., Young, S., Gerrard, D., Fernandez, J. (2009, April). Environmentally friendly water based fluid for HT/HP drilling. SPE-121783-MS. In: *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry. Society of Petroleum Engineers*.
20. Labenski, F., Reid, P., Santos, H. (2003, October). Drilling fluids approaches for control of wellbore instability in fractured formations. SPE-85304-MS. In: *SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers*.
21. Liu, J., Zhang, F. (2021). Peng qian and wenlin wu. A new model for predicting fluid loss in fracture-porosity reservoir. *Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP Energies nouvelles*, 76, 31.
22. Zahmatkesh, I., Aghli, G., Mohammadian, R. (2015). Systematic fractures analysis using image logs and complementary methods in the Marun Oilfield. *SW Iran Geopersia*, 5, 139-150.
23. Efendiyev, G. M., Rza-Zadeh, S. A., Kadimov, A. K., Kouliyev, I. R. (2013). Forecast of drilling mud loss by statistical technique and on the basis of a fuzzy cluster analysis. In: *7th International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis. Decision and Control, Izmir, Turkey*.
24. Mohammadian, E., Kheirollahi, M., Liu, B., et al. (2022). A case study of petrophysical rock typing and permeability prediction using machine learning in a heterogenous carbonate reservoir in Iran. *Scientific Reports*, 12(1), 4505.
25. Shulev Yu.V. V., Beketov, S. B. (2006). Tekhnologiya dobychi pritoka podoshvennoy vody v skvazhinakh v usloviyakh anomal'no nizkikh plastovykh davleniy. *Gornyy Informatsionno-Analiticheskiy Byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 4, 75-80.
26. Iakovlev, A. A., Turitsina, M. V. (2012). Foundation the application and investigation of liquid-gas mixtures compositions for flushing-out borehole cavities in conditions of anomalous low formation pressure. *Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering*, 4, 42-48

Анализ распределений петрофизических характеристик разрезов и их связи с поглощением при бурении скважин на старых месторождениях с аномально низкими пластовыми давлениями

R. A. İsayev

Институт нефти и газа, НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Реферат

Статья посвящена исследованиям основных факторов, играющих большую роль при возникновении таких осложнений, как поглощения бурового раствора. В статье представлены результаты исследований распределений петрофизических характеристик пластов и их влияния на возникновение поглощений, которые позволили обосновать задачи, пути их решения и характер необходимой для этого исходной информации; на основе методов математической статистики и нечеткого кластер-анализа дана оценка взаимного соответствия геологических условий и степени тяжести поглощений, что обеспечило возможность обосновать интервал, степень тяжести поглощений и выбор способа борьбы с ними.

Ключевые слова: аномально низкие пластовые давления; петрофизические характеристики; нечеткий кластер-анализ; поглощения.

Kəsilişlərin petrofizik xüsusiyyətlərinin paylanması və onların anomal aşağı lay təzyiqlərinə malik köhnə yataqlarda qazılan quyularda baş verən udulmalarla qarşılıqlı əlaqələri

R. A. İsayev

AMEA-nın Neft və Qaz İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Məqalə, qazma məhlulu dövrünün itirilməsi kimi mürəkkəbləşmələrin baş verməsində mühüm rol oynayan əsas amillərin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Məqalədə layların petrofiziki xüsusiyyətlərinin paylanmasının və onların itkilərin baş verməsinə təsirinin öyrənilməsinin nəticələri təqdim olunur ki, bu da qarşıya qoyulan məsələləri, onların həlli yollarını və bunun üçün zəruri olan ilkin məlumatların xarakterini əsaslandırmağa imkan verdi; riyazi statistika və qeyri-səlis klaster təhlili metodlarına əsaslanaraq, geoloji şəraitin və itkilərin şiddətinin qarşılıqlı uyğunluğunun qiymətləndirilməsi aparıldı ki, bu da intervalı, itkilərin şiddətini və onlarla mübarizədə həll yollarının seçilməsini əsaslandırmağa imkan verdi.

Açar sözlər: anomal aşağı lay təzyiqləri; petrofiziki xüsusiyyətlər; qeyri-səlis klaster təhlili; udulmalar.