

Пример практического применения информации о трещиноватости по данным комплекса ГИС и высокотехнологических методов

*Р.Н. Абдуллин, А.Р. Рахматуллина**
ООО «ТНГ-Групп», Бугульма, Россия

В статье рассмотрен вопрос исследования методами ГИС коллекторов с естественной трещиноватостью. Рассмотрен частный случай выявления причины быстрого обводнения продуктивных пластов при помощи комплекса ГИС и высокотехнологических методов, таких как кросс-дипольный акустический каротаж, акустический сканер, электрический микроимиджер. Сканеры позволяют получить изображение внутренней поверхности стенки скважины, выявить трещины. Измерение характеристик распространения акустических волн используется для выявления трещин. Комплексная интерпретация позволила сделать вывод, что обводнение обусловлено наличием субвертикальных трещин, связанных с нижележащими водоносными горизонтами.

Ключевые слова: трещина, микросканер, обводнение

Для цитирования: Абдуллин Р.Н., Рахматуллина А.Р. (2018). Пример практического применения информации о трещиноватости по данным комплекса ГИС и высокотехнологических методов. *Георесурсы*, 20(3), Ч.2, с. 261-266. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2018.3.261-266>

Существует несколько различных подходов по выявлению и исследованию коллекторов с естественной трещиноватостью. Из этих подходов заслуживают внимания следующие (Добрынин и др., 2004):

- поглощение промывочной жидкости и возрастание скорости проходки во время бурения являются явными признаками того, что бурение идет в трещиноватой и кавернозной породе;

- трещины и каналы растворения в керне дают прямую информацию о характере пористости коллектора. Если фактические дебиты пласта в несколько раз выше тех, которые были рассчитаны по керновым данным, следует заподозрить наличие в таком пласте естественных трещин, не наблюдаемых на керне. Низкий коэффициент выноса керна – меньше 50 % – также предполагает наличие в интервале отбора керна сильно трещиноватой карбонатной породы;

- каротажные приборы сконструированы так, что на их показания по-разному влияют разнообразные характеристики скважины и разреза. Методы ГИС, основанные на измерении характеристик распространений акустических волн, используются для выявления трещин. Данные кавернометрии, плотностного каротажа и электрокаротажа также могут быть, в определенных условиях, весьма полезными для выявления зон трещиноватости;

- анализ кривых восстановления давления;

- вертикальные трещины в ненаклонной скважине могут быть выделены как высокоамплитудные аномалии, секущие другие плоскости напластования;

- для обнаружения трещин и каналов растворения применяются также методы прямого или косвенного

получения изображения стенок ствола скважины с помощью скважинного телевизора (имиджера);

- аномально высокий коэффициент продуктивности характерен для естественно трещиноватых пластов;

- значительное увеличение продуктивности скважины после интенсификации притока солянокислотной обработкой (СКО) – это явный признак пласта с естественной трещиноватостью. Кислотная обработка производится с целью увеличения ширины трещины и каналов;

- благодаря высокой проницаемости трещин горизонтальный градиент давления в трещиноватом пласте, как правило, небольшой, как вблизи скважины, так и по всему пласту.

В таблице 1 приводятся методы и их возможности и ограничения по выявлению трещин, из которой видно, что наиболее эффективными инструментами оценки трещиноватости являются акустический и электрический микросканеры.

На месторождениях ТПП «ТатРИТЭКнефть» Нурлатской группы наблюдалось обводнение продуктивных горизонтов в процессе освоения. С целью выяснения причин быстрого обводнения было решено провести исследование скважин расширенным комплексом, включающим высокотехнологические методы. Изучение трещиноватости в отложениях среднего и нижнего карбона проводилось в двух скважинах 1426 (присводовая) и 1429 (склоновая, крылевая). Их расположение показано на рис. 1 структурной карты по кровле турнейского яруса. Был проделан анализ всего выполненного комплекса ГИС, в том числе, и методами электрического микросканера (МСИ), кросс-дипольного акустического каротажа (MPAL) и акустического сканера (САС) с целью выделения трещин, которые способствуют обводнению продукции скважины.

На рисунках 2, 3 представлены результаты интерпретации расширенного комплекса ГИС. На втором треке

* Ответственный автор: Ания Раисовна Рахматуллина

E-mail: omp31@tngf.tatneft.ru

© 2018 Коллектив авторов

	Керн	Электрические пластовые сканеры (FMS\FMI\MCI)	Акустический скважинный сканер	Лито-плотностной каротаж	Волна Лэмба- Стоунли	Поглощение бурового раствора
Что выделяется?	Локальная трещинная пористость	Проникновение бурового раствора в трещины	Контраст акустических свойств	Плотность твердых составляющих бурового раствора, проникших в трещины	Энергия волн Стоунли, отраженных трещинами	Уход бурового раствора их скважины в пласт через трещины
Сколь мала ширина трещин, которые могут быть обнаружены?	Порядка нескольких микрометров	Порядка нескольких микрометров при наличии достаточного контраста проводимостей	1 мм	5 мм	1 мм	0,2 мм
Техногенная трещиноватость, по ошибке принята за природные проницаемые трещины	Трещинная пористость. Техногенные трещины	Трещинная пористость. Техногенные трещины. Повреждение пласта при бурении	Трещинная пористость. Техногенные трещины. Прослой с высокими значениями импеданса и часть залеченных трещин.	Трещинная пористость. Повреждение пласта при бурении. Минерализация.	Границы каверн	Нет
Глубина исследования	Диаметр керна	10 мм	3 мм	100 мм	Менее 1.8 м	Радиус зоны проникновения бурового раствора >1 м
Можно ли по данным этого метода определить углы падения и простирания плоскости трещины	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Ограничения по буровому раствору	Нет	Только растворы на водной основе	Плотность бурового раствора должна быть меньше 1.68 г/см ³	Плотность бурового раствора должна быть 1.2 г/см ³	Нет	Нет
Дополнительные замечания	Нет выноса керна из высоко трещиноватых «раздробленных зон»	Трудно различить трещины с высокой и низкой проницаемостью	Трудно различить трещины с высокой и низкой проницаемостью	Нет	Трещины, забитые твердыми частицами бурового раствора, часто не выделяются	Дает информацию о степени повреждения пласта и требованиях к его обработке

Табл. 1. Краткая характеристика методов изучения естественных трещин (по данным Мухамадиев и др., 2014)

после колонки глубин рисунка 2 приводятся кривые ГК, ДС и НГК, ГГКп, на третьем треке – ЯМК, на четвертом – электрометрия, на пятом – коэффициенты пористости и нефтенасыщенности, в последующих колонках интервалы трещиноватости, выявленные разными методами ГИС, в том числе, и интервалы анизотропии, выделенные по данным кросс-дипольного акустического каротажа (треки 8-10). Справа на рисунке приведены результаты интерпретации цементометрии, контакт с колонной, фазо-корреляционные диаграммы по контакту с колонной и контакту с породой. В пользу выделенных трещинных интервалов свидетельствует ухудшение качества цементирования обсадной колонны, выявленное при повторном проведении исследований акустическим методом в обсаженном стволе скважины (Рис. 2б), а также в дальнейшем быстрое обводнение продуктивных коллекторов.

В скважине 1426 в интервале 951,0-1035,0 м (верейский-башкирский) по данным электрического микросканера выделено 13 залеченных трещин, 8 частично-залеченных и 3 открытые трещины, в интервале 1196,5-1295 м всего выделено 20 залеченных, 14 частично-залеченных и 4 проводящие трещины. Угол падения трещин составлял преимущественно 45,2-74°.

В скважине 1429 по данным акустического сканера

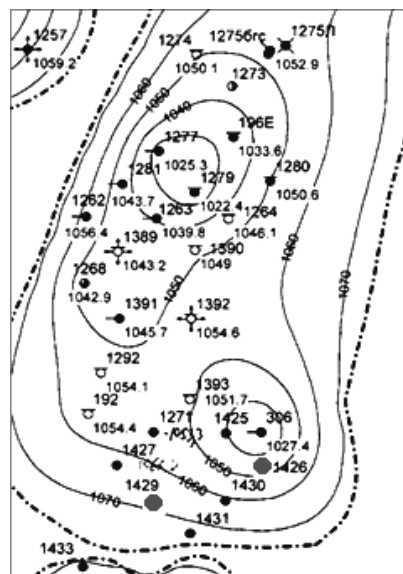


Рис. 1. Структурная карта по кровле турнейского яруса

выделено пять залеченных трещин в интервале 1188,6-1222,4 м. Углы падения залеченных трещин изменяются в пределах 65,8-71°, азимут падения лежит в диапазоне 91-115,6° (при основном направлении падения – юго-восток).

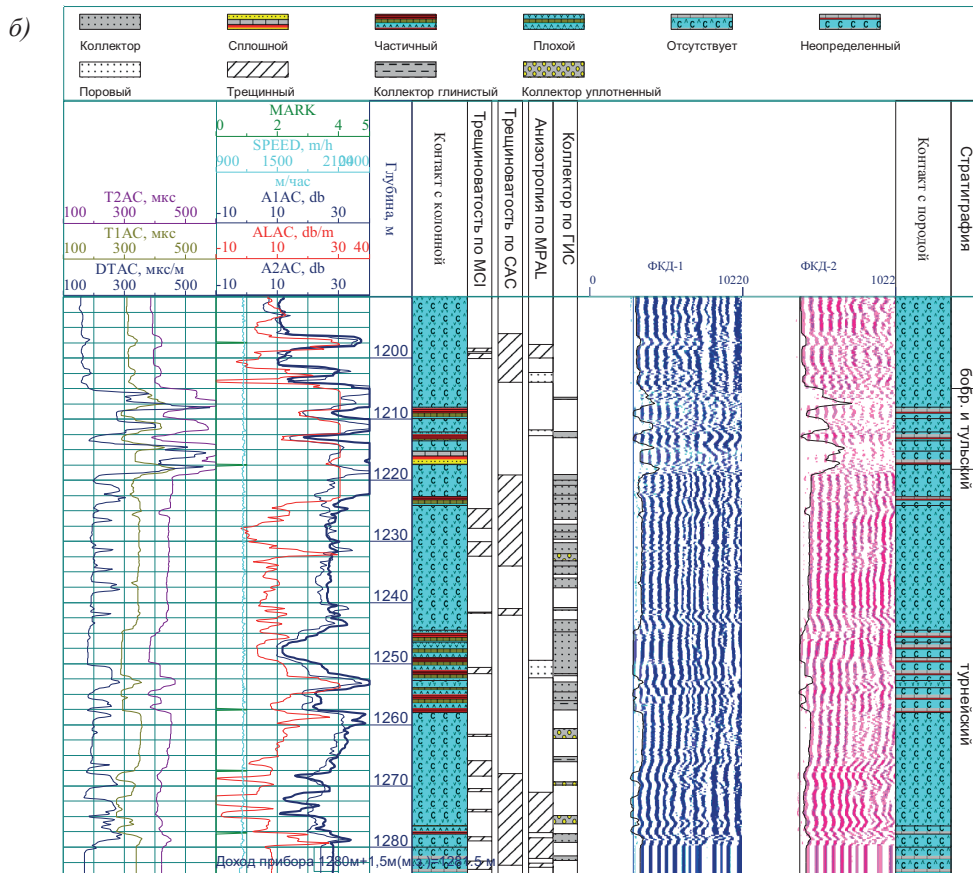
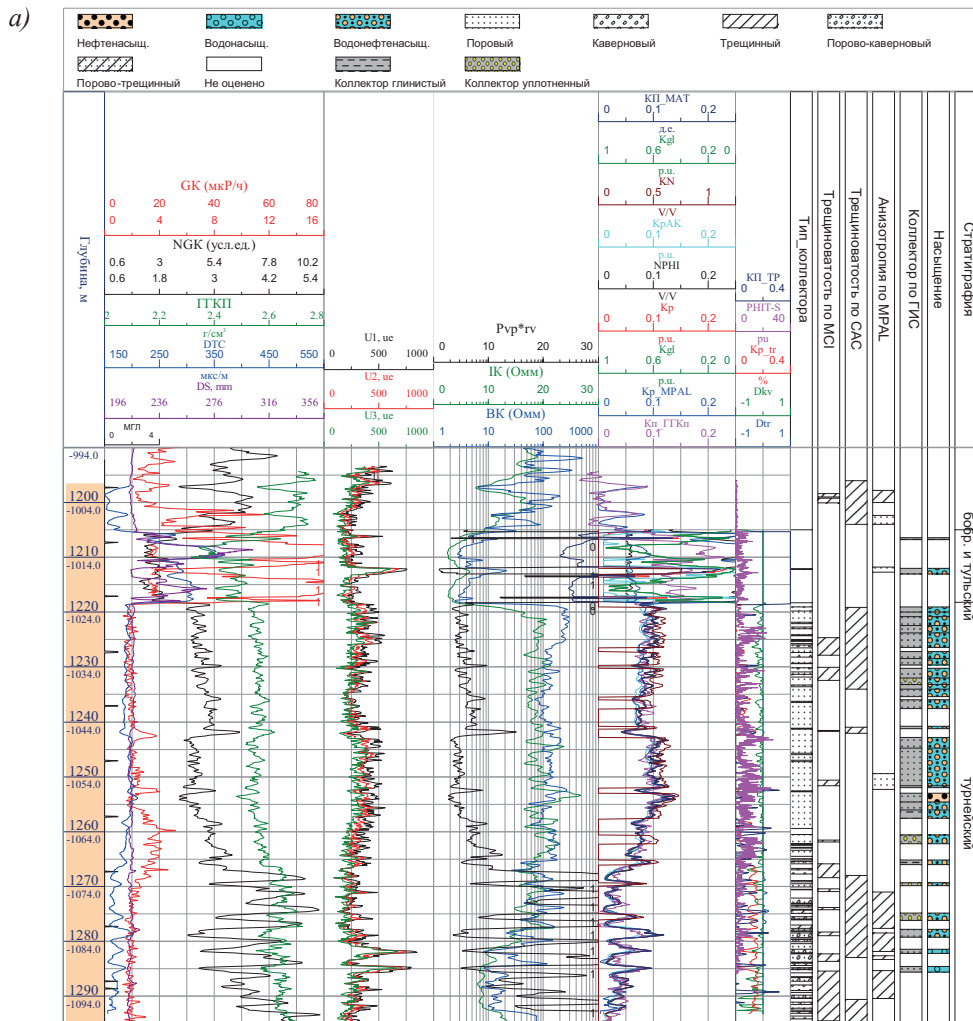


Рис. 2. Анализ трещиноватости по скв.1426 в отложениях нижнего карбона: а) открытый ствол, б) обсаженный ствол

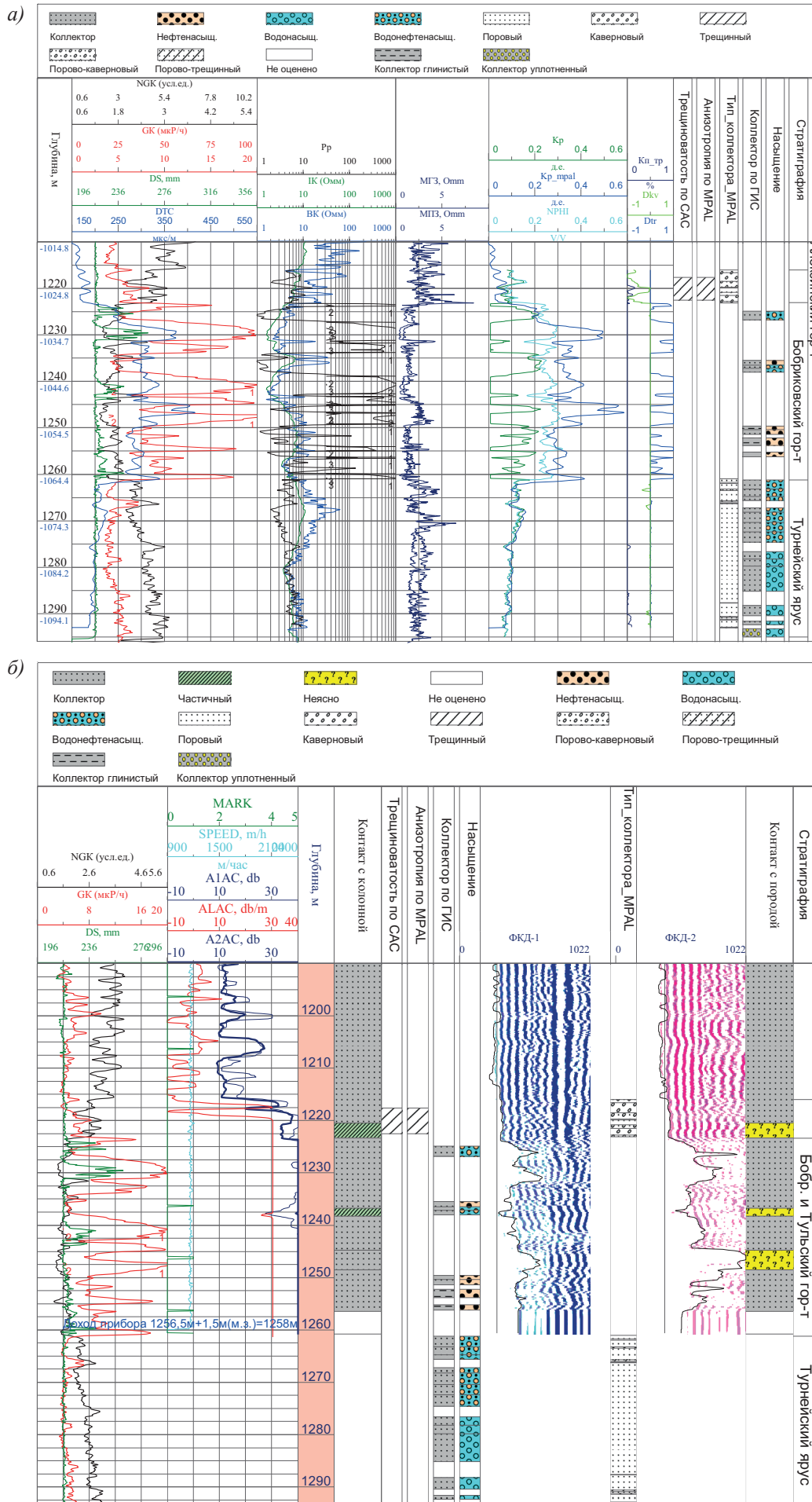


Рис. 3. Анализ трещиноватости по скв.1429 в отложениях нижнего карбона: а) открытый ствол, б) обсаженный ствол

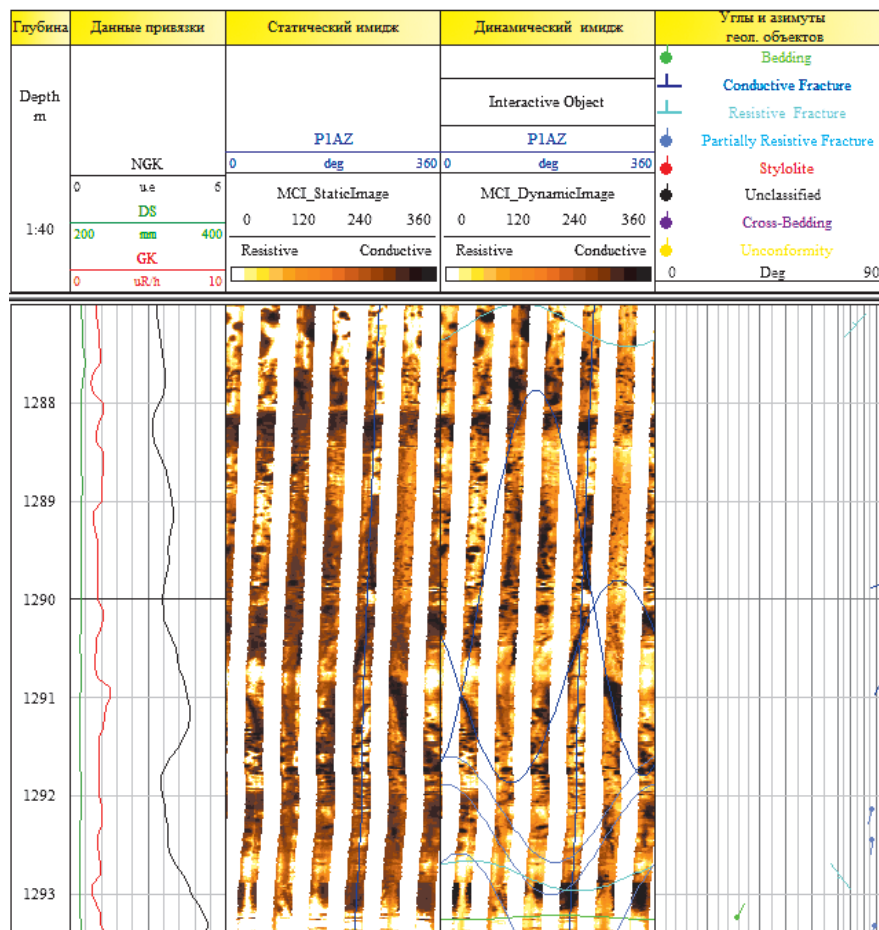


Рис. 4. Пример трещиноватого участка по данным электрического микросканера

Пример трещинного интервала по данным электрического микросканера представлен на рис. 4.

В скважине 1429, расположенной в крыльевой части, структуры по данным высокотехнологических методов было выявлено значительно меньше интервалов трещиноватости. Быстрое обводнение вероятнее всего обусловлено наличием субвертикальных трещин, связанных с нижележащими водоносными горизонтами. Причина обводнения скважин – наличие естественной трещиноватости горных пород.

Таким образом, по данным высокотехнологических методов выявлена причина быстрого обводнения скважин, которая связана с наличием естественной трещиноватости субвертикальной направленности.

Литература

Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. (2004). Петрофизика (физика горных пород). Москва: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 368 с.

Мухамадиев Р.С., Дубровский В.С., Абдуллин Р.Н., Рахматуллина А.Р., Полушина Д.А., Дюкова М.М. (2014). Изучение трещиноватости горных пород при помощи электрического и акустических имиджеров. *Нефть. Газ. Новации*, 2(181), с. 10-13.

Сведения об авторах

Ринат Нуруллович Абдуллин – начальник геологического отдела НТУ

ООО «ТНГ-Групп»

Россия, 423232, Бугульма, ул. Никитина 12а

Ания Раисовна Рахматуллина – главный геофизик геологического отдела НТУ

ООО «ТНГ-Групп»

Россия, 423232, Бугульма, ул. Никитина 12а

E-mail: omp31@tngf.tatneft.ru

Статья поступила в редакцию 08.06.2018;

Принята к публикации 05.07.2018;

Опубликована 30.08.2018

IN ENGLISH

An example of practical application of information on fracturing according to the well logging data complex and high-tech methods

R.N. Abdullin, A.R. Rakhmatullina*

TNG-Group LLC, Bugulma, Russian Federation

*Corresponding author: Aniya R. Rakhmatullina, e-mail: omp31@tngf.tatneft.ru

Abstract. In the article the issue of investigation by logging methods of reservoirs with natural fracturing is considered. A special case of revealing the reason for fast watering of productive layers with the help of a logging data complex and high-tech methods, such as: cross-dipole acoustic logging, acoustic scanner, electric micro-imager is considered. Scanners allow us to get an image of the inner surface of the well wall in order to reveal fractures. Measurement of the propagation characteristics of acoustic waves is used to detect fractures. Complex interpretation led to the conclusion that the watering is due to the presence of sub-vertical fractures associated with the underlying aquifers.

Keywords: fracture, microscanner, watering

Recommended citation: Abdullin R.N., Rakhmatullina A.R. (2018). An example of practical application of information on fracturing according to the well logging data complex and high-tech methods. *Georesursy = Georesources*, 20(3), Part 2, pp. 261-266. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2018.3.261-266>

References

Dobrynin V.M., Vendel'shtein B.Yu., Kozhevnikov D.A. (2004). Petrophysics (physics of rocks). Moscow: Neft' i gaz Publ., Gubkin RSU of oil and gas, 368 p. (In Russ.)

Mukhamadiev R.S.I, Dubrovskiy V.S.I, Abdullin R.N.I, Rakhmatullina A.R.I, Polushina D.A.I, Diukova M.M. (2014). Study of Rock Fracturing through the Application of Electric and Acoustic Imagers. *Neft, Gas, Novacii*, 2(181), pp. 10-13. (In Russ.)

About the Authors

Rinat N. Abdullin – Head of the Geological Department, Directorate of Science and Technology, TNG-Group LLC
Nikitin st., 12a, Bugulma, 423232, Russian Federation

Aniya R. Rakhmatullina – Chief Geophysicist of the Geological Department, Directorate of Science and Technology, TNG-Group LLC
Nikitin st., 12a, Bugulma, 423232, Russian Federation

Manuscript received 08 June 2018;

Accepted 05 July 2018;

Published 30 August 2018