

Визуальная оценка трещиноватости kernового материала с элементами геодинамической интерпретации (Западная Сибирь)

Статья посвящена анализу систем трещиноватости пород продуктивных пластов. Наиболее охарактеризованным kernовым материалом оказываются лишь интервалы уплотненных пород с низкой пористостью. Выделены типы керн при бурении: монолитный, дисковый, брекчированный, шламовый. Предложен простой метод визуальной оценки степень трещиноватости – разуплотненности kernового материала с элементами геодинамической интерпретации.

Ключевые слова: бурение, керн, трещиноватость, тип керн, вынос керн.

Изучению проблемы трещиноватости пород осадочного чехла на территории Западной Сибири и других нефтегазоносных областей уделяется недостаточно внимания (Гурари и др., 1966; Дюкалов, 1985; Щепеткин, Острый, 1968 и др.). Необходимо отметить, что распределение трещиноватости в продуктивных толщах месторождений углеводородов неравномерное, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов. Развитие процессов трещинообразования осложняет вопрос детального изучения пород непосредственно по kernовому материалу. В процессе бурения скважин со вскрытием продуктивных горизонтов получение представительных образцов каменного материала часто осложняется низким выносом керн из трещиноватых интервалов разреза, а более высокий процент выноса керн характерен для плотных слабо трещиноватых интервалов пород. Разная степень выноса керн при бурении скважин с отбором керн приводит к тому, что наиболее охарактеризованным kernовым материалом оказываются лишь уплотненные, слабопроницаемые, с низкой пористостью интервалы пород.

Некоторый прогресс в увеличении выхода керн был достигнут при применении специальных снарядов и приспособлений типа Кембрий, Sekiuric, где диаметр выбуриваемого керн увеличен до 100 мм.

При дальнейших литолого-минералогических исследованиях kernового материала с различной системой трещиноватости (или это макротрещины, или микротрещины) для детальных оптико-микроскопических исследований выбираются более плотные слабо трещиноватые участки породы. Для изучения анализа пористости и проницаемости также отбираются участки только целых фрагментов керн с целью выбуривания из них цилиндрических фигур. Ввиду этого, наиболее высокопроницаемые трещиноватые интервалы разреза пород по скважине остаются неизученными, несмотря на то, что именно эти интервалы дают основной приток нефти при ИПТ и ПГИ. Привязка керн скважины по глубине во многих случаях также производится некорректно, так как не учитываются интервалы трещиноватости пластов и пропластков.

При документации керн скважин геологи зачастую не учитывают характер выхода керн на поверхность, который

Окончание статьи Р.Н. Салиевой «Государственное управление в сфере недропользования в Российской Федерации»

Zakon Norvegii ot 22 marta 1985 g. N 11 «O neftyanoy deyatelnosti» [Law of the Norway «About Oil activity»]. Zakonodatel'stvo Norvegii po nefti i gazu [Norwegian legislation on oil and gas]. Epitsentr. Moscow. 1999. 97p.

Klyukin B.D. Gornye otnosheniya v stranakh Zapadnoy Evropy i Ameriki [Mining relations in Western Europe and America]. Moscow: "Gorodets-izdat" Publ. 2000. 45p.

Model'nyy kodeks o nedrah i nedropol'zovanii dlya gosudarstvennykh SNG (Sankt-Peterburg. 07.12.2002. Postanovlenie 20-8) [Model lawbook of Subsoil for the CIS Member States]. *Informatsionnyy byulleten'. XX zasedanie Mezhpriparlamentnskoj Assamblei gosudarstvennykh SNG* [Inf. Bull. XX session of the Interparliamentary Assembly of the CIS Member States]. 2003. N 30 (P.2). Pp.5-218.

Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti ekologicheskogo razvitiya Rossiyskoj Federatsii na period do 2030 goda» (utv. Prezidentom RF 30.04.2012) [Principles of state policy in the field of environmental development of the Russian Federation for the period until 2030. Appr. by the President of the Russian Federation]. *SPS Konsul'tant Plyus* [Service network ConsultantPlus].

Prikaz Minprirody RF ot 16.07.2008 N 151 «Ob utverzhdenii Dolgosrochnoy gosudarstvennoy programmy izucheniya nedr i vosproizvodstva mineral'no-syr'evoy bazy Rossii na osnove balansa potrebleniya i vosproizvodstva mineral'nogo syr'ya» [Order of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation]. *SPS Konsul'tant Plyus* [Service network ConsultantPlus].

Rayzberg B.A., Lozovskiy L.Sh., Starodubtseva E.B. *Sovremennyy ekonomicheskiy slovar'* [Modern Dictionary of Economics]. "INFRA-M" Publ. 2006.

Sobranie zakonodatel'stva RF [Collection of Laws of the Russian Federation]. 2010. № 31. Art. 4238.

Sobranie zakonodatel'stva RF [Collection of Laws of the Russian Federation]. 2010. N 26. Art. 3399.

Sobranie zakonodatel'stva RF [Collection of Laws of the Russian Federation]. 2009. N 48. Art. 5836.

Sobranie zakonodatel'stva RF [Collection of Laws of the Russian Federation]. 2003. N 17. Art. 1637.

Sobranie zakonodatel'stva RF [Collection of Laws of the Russian Federation]. 2013. N 13. Art. 1601.

Salieva R.N. Legal Issues in the Implementation of the Innovative Design of Oil Field Development. *Neft'.Gaz.Novatsii* [Oil. Gas. Novation]. 2013. N1. Pp.69-74. (In russian)

Staynar N'e. Upravlenie neftegazovymi resursami Norvegii [Management of oil and gas resources in Norway]. *Nedropol'zovanie-XXI vek* [Utilization of Mineral Resources-XXI]. 2006. N1. Pp.78-84.

Ukaz Prezidenta RF ot 15.07.2011 N 957 (red. ot 02.11.2013) «Ob otkrytom aktsionernom obschestve «Rosgeologiya». *Sobranie zakonodatel'stva RF*, 18.07.2011, N 29, st. 4423.

Information about authors

Roza N. Salieva – Dr. Sci. (Jur.), Professor, Head of the laboratory for problems of legislation regulating relations in the sphere of subsoil use and ecology, Institute for problems of ecology and subsoil use of Tatarstan Academy of Sciences. 420087, Kazan, Russia, Daurskaya str., 28. Tel: +7(917) 893-30-57



Рис. 1. Текстура сжатия в баженовских отложениях типа «елка».

может иметь вид щебня или обломков породы, либо быть в форме монолитного столбика, либо песка и др. Нужно отметить, что наибольшую информацию о трещиноватости пород и отдельных пластов дает лишь первичное описание керна, а последующее камеральное описание распиленного каменного материала может восполнять или детализировать характеристики самой породы (Рис. 1).

Нами на основе многолетних работ по изучению керна в процессе бурения скважин с отбором керна и при дальнейшем камеральном описании керна разработана простая методика, которая позволяет визуально оценивать степень трещиноватости – разуплотненности кернового материала с элементами геодинамической интерпретации (Рис. 2).

Механизм деформации пород (дробление, измельчение и истирание) под воздействием бурового инструмента достаточно слабо изучен. Например, породы с низкой плотностью – глинистые и песчаные породы (отложения сеномана, Западная Сибирь), и более крепко сцементированные массивные песчаники будут по разному «трансформироваться» под воздействием бурового инструмента. Глинистые породы более пластичные с «открытой» системой трещиноватости; на дневную поверхность будут доставлены в виде отдельных комков, кусков. При бурении более плотных песчаников также с системой «открытой» трещиноватости породы будут подвергаться дроблению, измельчению, при этом дополнительным агентом разрушения песчаников могут служить мелкие обломки самой породы, попавшие в сферу действия буровой колонки. Нужно также отметить, что высокая скорость проходки повышает вынос керна для монолитных пород и понижает для трещиноватых и слабо трещиноватых пород.

Для монолитных типов керна характерен высокий вынос керна до 90-100%, и чаще они характеризуются субвертикальной системой трещиноватости, которые могут быть открытого или залеченного типа. Часто такие трещины могут быть выполнены (сцементированы) вторичными минералами без признаков смещения блоков пород. Возникновение такого типа трещиноватости может быть связано с силами горизонтального растяжения в породах.

Дисковая отдельность керна обычно связана с горизонтальной или субгоризонтальной трещиноватостью. Толщина дисков составляют от доли см до 5 см. Поверхности таких трещин ровные, также без следов смещения. Дисковая трещиноватость образуется уже после извлечения керна на дневную поверхность при снятии нагрузки на породу,

| Форма выхода керна на поверхности типы трещиноватости пород | Выход керна (%) |
|---|-----------------|
|  Монолитный керн | 90-100 |
|  Дисковый керн | 60-90 |
|  Брекчированный керн | 15-60 |
|  Шламовый тип керна | 15-0 |

Рис. 2. Типизация керна в зависимости от выхода и трещиноватости.

которая на глубине находилась в напряженном состоянии под влиянием геостатического и бокового сжатия, при этом процесс раскалывания керна на дисковые отдельности сопровождается достаточно сильным треском.

Брекчированный керн отражает зону интенсивной трещиноватости и представлен крупными угловатыми кусками и обломками пород размерами от нескольких сантиметров и до мелкой «трухи». В таком типе керна часто обломки пород пронизаны кальцитовыми и пиритовыми прожилками. Такой тип трещиноватости керна более характерен для пород - покрывок продуктивных пластов углеводородов Среднего Приобья (Аухатов, 2001).

Шламовый тип выхода (с окатышами и гальками) наблюдается при проходке сильно трещиноватых интервалов с низким выходом кернового материала.

Согласно представлениям М.А. Камалетдинова, Ю.В. Казанцева, Т.Т. Казанцевой (Камалетдинов и др., 1984), формирование структур Западной Сибири происходило в результате надвиговых движений, с которыми связано происхождение зон разуплотнения – трещиноватости. Боковые геодинамические давления жестких массивов пород вызывают горизонтальные перемещения блоков пород, которые фиксируется в виде крупных пластин смещения. При этом жесткие массивы песчаных пород также подвергаются деформациям:

- с формированием открытых, разнонаправленных систем трещин,
- трещины, выполненные кальцитом,
- трещины с «зеркалами скольжения».

Такие процессы характерны для пород ряда месторождений; например керн, поднятый из пласта БС₁₀²⁻³ Тевлинско-Русскинского месторождения, скв. 110р, инт. 2533,69-2524,55 м по бурению, представлен трещиноватыми песчаниками. При этом песчаники участками карбонатизированы в виде отдельных полос. В изученном интервале керн состоит из отдельных обломков. Выделенный интервал на фазокорреляционных диаграммах акустического каротажа выделяется областью резкого нарушения хода линий фазовой корреляции. Полученный результат особенно важен для выделения трещиноватых зон в терригенных коллекторах.

В песчаниках наблюдаются трещины, выполненные пелитовым материалом, происхождение которого тесно связано с процессами лавинной седиментации, когда сползли целые слои песчаников, они растрескивались, и возникшие трещинки быстро заполнялись глинистым материалом из-за перепада давления. Поэтому трещины, возникшие в ходе осадконакопления, скорее всего не влияют на трещинную проводимость песчаных коллекторов.

При первичном описании керна предложенный способ диагностики зон разуплотнения пород обязателен, так как он дает возможность представить в полном объеме петрофизическую неоднородность пластов в коренном залегании на глубине, т.е. способность этих пород разрушаться под воздействием бурового инструмента. Макро изучение керна свидетельствует, что по разрезу скважин могут быть выделены как основные типы керна (Рис. 2), так и их промежуточные классы. В предложенной типизации керна приведены наиболее часто встречаемые типы без учета влияния вторичных процессов переработки пород, таких как окремнение, кабонатизация и глинизация.

Ни в коем случае нельзя утверждать, что предложенная простая методика распознавания степени разуплотнения пород является достаточной, единственно возможной. При документации керна, сопоставленного с данными ГИС, предложенный способ является важнейшим дополнительным признаком интерпретации аномалий, связанных с развитием систем трещиноватости и зон разуплотнения.

Литература

Аухатов Я.Г. Влияние надвиговых движений на характер строения продуктивных пластов Тевлинско-Русскинского месторождения (Среднее Приобье, Западная Сибирь). *IV научно-практ. конф. «Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО»*. Ханты-Мансийск: «Путиведь». 2001. С. 399-401.

Аухатов Я.Г. Трещиноватость покрышки и коллекторов пласта БС₁₀²⁻³ Тевлинско-Русскинского месторождения (Среднее Приобье). *Сб. тез. докладов XII научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов ТюменНИИгипрогаза*. Тюмень: ООО «ТюменНИИгипрогаз». 2004. С.23-26.

Гурари Ф.Г., Конторович А.Э., Острый Г.Б. О роли дизъюнктивных нарушений в процессе формирования залежей нефти и газа в юрских и меловых отложениях Западно-Сибирской низменности. *Геология нефти и газа*. 1966. №2. С.5-11.

Дюкалов В.А. О дизъюнктивной тектонике и закономерности размещения залежей нефти Среднего Приобья. *Научные основы поисков и разведки нефтяных месторождений*. М: 1985. С.42-46.

Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. Механизм формирования нефтегазовых структур Западно-Сибирской плиты. Кн.: *Тектоника молодых платформ*. М: Наука. 1984. С.77-94.

Щепеткин Б.В., Острый Г.Б. Микротрещиноватость пород мезозойского чехла Западно-Сибирской низменности. *Нефтегазовая геология и геофизика*. 1968. №1.

Сведения об авторах

Аухатов Ян Гакихович – старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального университета

Ситдикова Ляля Мирсалиховна – канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального университета.

420008, Казань, ул. Кремлевская, д.18. Тел: (843) 238-84-71.

Исаев Георгий Дмитриевич – директор ООО НИЦ «Сибгеонафт»

630071, Новосибирск, ул. Фасадная 18-2. Тел: (383) 350-24-04

Visual Assessment of Core Material Fracturing with Elements of Geodynamic Interpretation (Western Siberia)

Ya.G. Aukhatov¹, L.M. Sitdikova¹, G.D. Isaev²

¹Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, sitdikova8432@mail.ru

²ООО НИЦ «Сибгеонафт», Novosibirsk, Russia

Abstract. This article analyzes the fracturing system of reservoir rocks. The most characterized core material is only intervals of consolidated rock with low porosity. The following types of core at drilling are allocated: monolithic, disc, brecciated, slurry. A simple method of visual assessment of fracturing degree – core material decompression with elements of geodynamic interpretation is suggested.

Keywords: drilling, core, fracturing, core type, core recovery.

References

Aukhatov Ya.G. Effect of thrust movements on character of the productive strata structure of the Tevlinsko-Russkinskoye field (Middle Ob region, Western Siberia). *IV nauchno-prakt. konf. «Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO»* [IV Sci. Conf. «Ways of implementation of Khanty-Mansiysk oil and gas potential»]. Khanty-Mansiysk: Putived' Publ. 2001. Pp.399-401. (In russian)

Aukhatov Ya.G. Fracture of seal and collectors of formation BS 102-3 Tevlinsko- Russkinskoye field (Middle Ob). *Tezisy dokladov XII nauchno-prakt. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov TyumenNIIGiprogaza* [Proc. Sci. and Pract. Conf. of young scientists and specialists TyumenNIIGiprogaz]. Tyumen: «TyumenNIIGiprogaz» Publ. 2004. Pp.23-26. (In russian)

Gurari F.G., Kontorovich A.E., Ostryy G.B. On the role of disjunctive fault in the process of oil and gas accumulation in the Jurassic and

Cretaceous sediments of the West Siberian Plain. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and gas geology]. 1966. №2. Pp.5-11. (In russian)

Dyukalov V.A. On the disjunctive tectonics and regularity of distribution of oil reservoirs of Middle Ob. *Nauchnye osnovy poiskov i razvedki neftyanykh mestorozhdeniy* [Scientific basis of prospecting and exploration of oil fields]. Moscow: 1985. Pp.42-46. (In russian)

Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T. Mechanism of formation of oil and gas structures of the West Siberian plate. *Tektonika molodykh platform* [Tectonics of young platforms]. Moscow: "Nauka" Publ. 1984. Pp.77-94. (In russian)

Schepetkin B.V., Ostryy G.B. Microfracturing of rocks of Mesozoic cover of the West Siberian Plain. *Neftegazovaya geologiya i geofizika* [Petroleum Geology and Geophysics]. 1968. №1. (In russian)

Information about authors

Yan G. Aukhatov – Senior Lecturer at the Department of Oil and Gas Geology, Kazan (Volga region) Federal University

Lyalya M. Sitdikova – Cand. Sci. (Geol.-Min.), Associate Professor of the Department of Regional Geology and Mineral Resources, Kazan (Volga region) Federal University 420008, Russia, Kazan, Kremlevskaya str., 18.

Tel: +7(843) 238-84-71.

Georgiy D. Isaev – Director of the ООО НИЦ «Сибгеонафт» 630071, Russia, Novosibirsk, Fasadnaya str., 18-2.

Tel: +7(383) 350-24-04