

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 553.983

О.М. Макарова<sup>1</sup>, Н.И. Коробова<sup>2</sup>, А.Г. Калмыков<sup>3</sup>, Г.А. Калмыков<sup>4</sup>

## СОСТАВ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТУНДРИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

По данным литологических и петрофизических исследований керна баженовской свиты, вскрытой в центральной части Тундринской котловины, охарактеризовано строение разреза толщи, выделены участки, которые были отнесены к продуктивным интервалам для добычи нефти, где развиты коллекторы порового и трещинно-порового типов.

*Ключевые слова:* баженовская свита, строение разреза, пачка, тип коллектора.

According to lithological and petrophysical data the core of the Bazhenov Formation, discovered in the central part of the Tundrin Basin, the structure of the section was characterized, productive oil intervals were identified, in which the collectors of pore and fissure-pore types are developed.

*Key words:* Bazhenov Formation, pack, section structure, reservoir type.

**Введение.** Баженовская свита — нетрадиционный источник углеводородов (УВ) с высоким содержанием органического вещества (ОВ). Толща имеет крайне неоднородное строение, с чем связано весьма неравномерное распределение высокопродуктивных зон в ее объеме. В последнее время предпринимаются попытки классификации и систематизации разрезов баженовской свиты с целью прогноза перспектив нефтегазоносности [Балушкина и др., 2014; Коробова и др., 2015]. Это обусловлено высоким содержанием ОВ в баженовской свите и большими перспективами формации не только как нефтематеринской породы, но и как объекта, содержащего большие запасы УВ. С этих позиций важную задачу представляет изучение строения толщи и выявление в ее составе пород-коллекторов. В рамках решения этой задачи был изучен керн из трех скважин в центральной части Тундринской котловины.

Исследования показали, что разрезы всех скважин имеют сходство состава и строения, поэтому нами подробно охарактеризовано строение разреза (мощность 36,93 м) одной из изученных скважин в интервале 3164,5–3201,5 м, где выделены 6 пачек, которые в свою очередь объединены в три толщи (рис. 1).

**Строение и коллекторские свойства отложений баженовской свиты в центральной части Тундринской котловины.** Нижняя толща (9,13 м):

— пачка I (2,75 м) глинисто-кремнистая, сложена коричневато-темно-серыми и темно-ко-

ричевыми глинисто-кремнистыми породами и ритмитами с тонкой горизонтальной слоистостью (масштаб чередования слоев 1–2 мм) (рис. 2, А). Породы пиритизированы, отмечаются мелкие линзы пирита размером от 0,5×1 см до 1×3 см, а также пиритизированные прослои мощностью до 1 см. На плоскостях напластования наблюдаются отпечатки онихитов размером 3–5 мм, мелкие коричневато-серые целые раковины двустворок, обладающие хитиновым слоем, диаметр до 2 см (рис. 2).

— пачка II (6,38 м) сложена темно-коричневыми керогеново-глинисто-кремнистыми породами (содержание керогена более 10%) с многочисленными прослоями и линзами кремнистых разностей, которые в разной степени карбонатизированы. Текстура пород горизонтальная параллельная и линзовидная. В верхней части пачки наблюдаются вторичные доломиты (0,4 м) с реликтовой радиоляриевой структурой и массивной текстурой (рис. 3).

Средняя толща (8,8 м):

— пачка III (7,32 м) сложена темно-коричневыми керогеново-глинисто-кремнистыми породами и ритмитами. В верхней части пачки они равномерно расслоены опоками и радиоляритами (рис. 4). Породы обладают горизонтальнослоистой текстурой, которая подчеркнута обломками раковин двустворок, приуроченных к плоскостям напластования. В отложениях пачки отмечены конкреции пирита диаметром ( $d$ ) 1–2 мм;

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* ok.hrust@yandex.ru

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, ассистент; *e-mail:* nataliya.korobova54@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* a.g.kalmykov@gmail.com

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, вед. науч. с.; *e-mail:* gera64@mail.ru

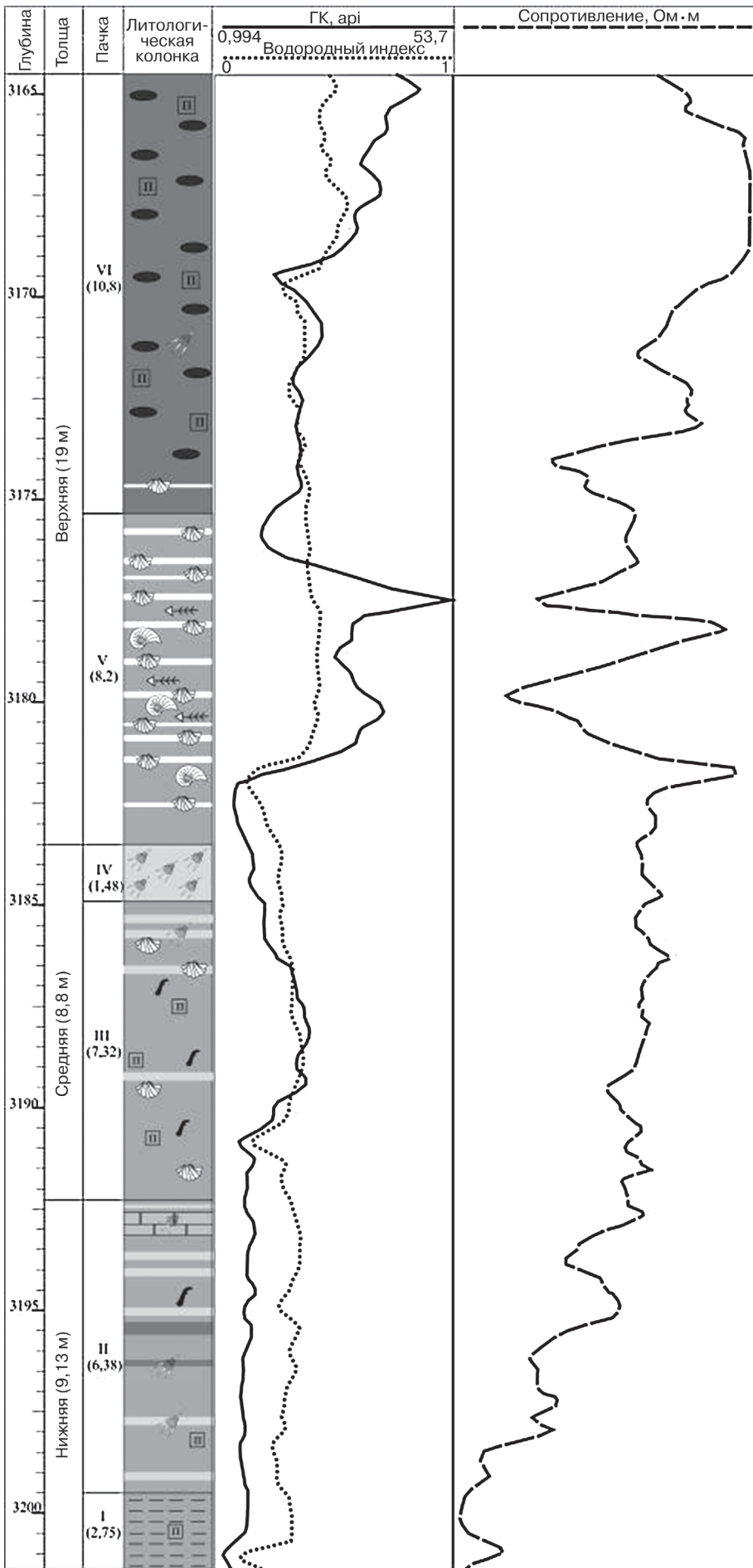


Рис. 1. Литологическая колонка отложений баженовской свиты в центральной части Тундринской котловины: 1–6 — преобладающие типы пород: 1 — кремнистые, 2 — кремнистые с реликтовой радиоляриевой структурой (радиоляриты), 3 — керогеново-глинисто-кремнистые, 4 — глинисто-кремнистые, 5 — кремнисто-карбонатные и карбонатно-кремнистые, 6 — апоррадиоляриевые доломиты; 7–8 — включения: 7 — прослои, сложенные биокластами двустворок, 8 — конкреции карбонатного состава; 9 — пирит; 10–13 — биогенные компоненты: 10 — двустворчатые моллюски, 11 — онихиты, 12 — костные остатки рыб, 13 — аммониты

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

– пачка IV (1,48 м) представлена неравномерно карбонатизированными и пятнисто нефтенасыщенными серо-бежевыми и бежево-коричневыми кремнистыми породами, среди них преобладают радиоляриты, с массивной, реже с неотчетливой горизонтальной слоистостью, которые редко расчленены маломощными (до 2 см) темно-коричневыми сериями глинисто-кремнистых пород (рис. 5, 6). Породы карбонатизированы, а также обладают пятнистым нефтенасыщением, содержат отпечатки онихитов. В верхней части (0,18 м) встречаются три системы трещин: субгоризонтальные, расположенные под углом до 20° к горизонту и расположенные под углом 70–75° к горизонту.

Верхняя толща (19 м):

– пачка V (8,2 м) состоит из смешанных керогеново-глинисто-кремнистых пород и ритмитов, которые включают многочисленные линзы и прослои, обогащенные биокластами двустворок размером 0,5–2 см, обычно с хорошо сохранившимся перламутровым слоем (рис. 7). Текстура пород горизонтальнослоистая. На плоскостях напластования также встречаются отпечатки раковин аммонитов диаметром до 4 см и многочисленные костные остатки рыб. В средней части появляются конденсированные прослои, насыщенные костными остатками рыб и радиолярий;

– пачка VI (10,8 м) представлена смешанными кремнисто-карбонатными и карбонатно-кремнистыми породами и ритмитами (в том числе керогеновыми разностями с содержанием керогена более 10%). Текстура пород массивная или неясная горизонтальная. Породы содержат многочисленные линзы карбонатного состава (известняки и доломиты с реликтовой радиоляриевой структурой) с размерами 0,5÷3×3÷5 см (рис. 8). Кроме того, встречаются многочисленные биокласты двустворок, приуроченные к плоскостям напластования пород, которые в нижней части пачки формируют ракушняковые линзы и прослои мощностью до 3 см.

В изученном разрезе баженовской свиты выделены вторичные коллекторы порового и трещинно-порового типа, которые различаются по типу пустотного пространства, условиям формирования и приурочены к определенным типам пород.

*Коллекторы порового типа* встречены в радиоляритах пачки IV. Основные породообразующие компоненты радиоляритов представлены скелетными остатками радиолярий, к которым приурочены многочисленные внутрiformенные поры выщелачивания диаметром 0,05–0,15 мм, обусловленные растворением и выносом кремнезема из форменных элементов силицитов (рис. 9, а). Открытая пористость в них достигает 6%,  $K_{пр}$  изменяется от 0,004 до 0,5 мД. Пористость, обусловленная растворением и выносом минерального вещества структурных компонентов таких пород,

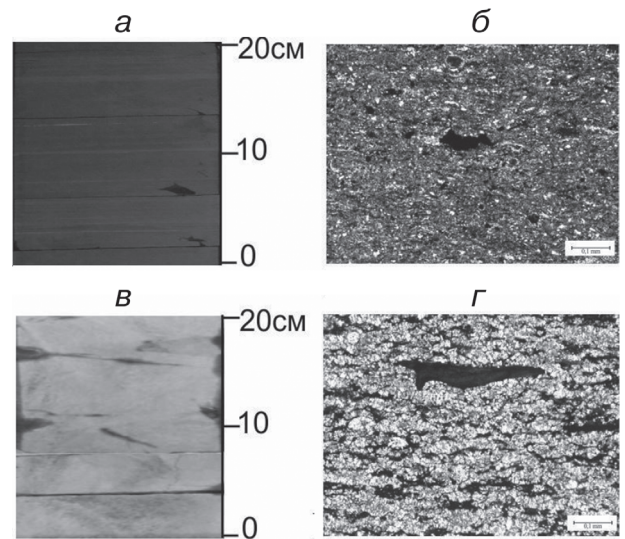


Рис. 3. Фото керна (а, в) и шлифов (б, г): а, б — керогеново-глинисто-кремнистый ритмит; в, г — вторичные доломиты замещения

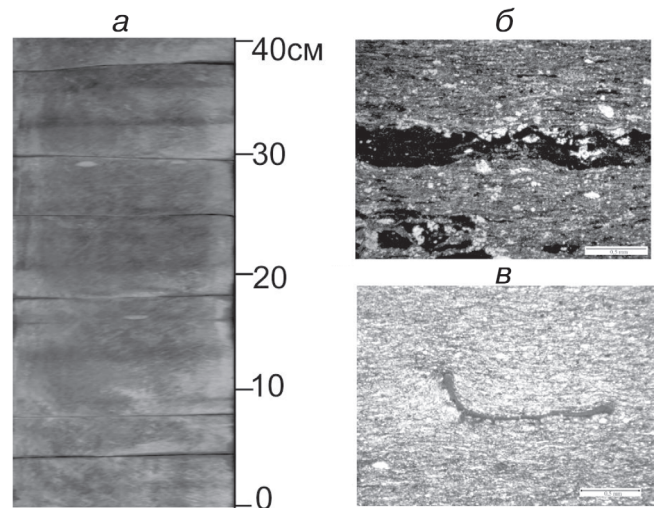


Рис. 2. Фото керна (а) и шлифов (б, в): а — глинисто-кремнистый ритмит; б — пиритизированный прослой в глинисто-кремнистом ритмите; в — онихиты в глинисто-кремнистой породе

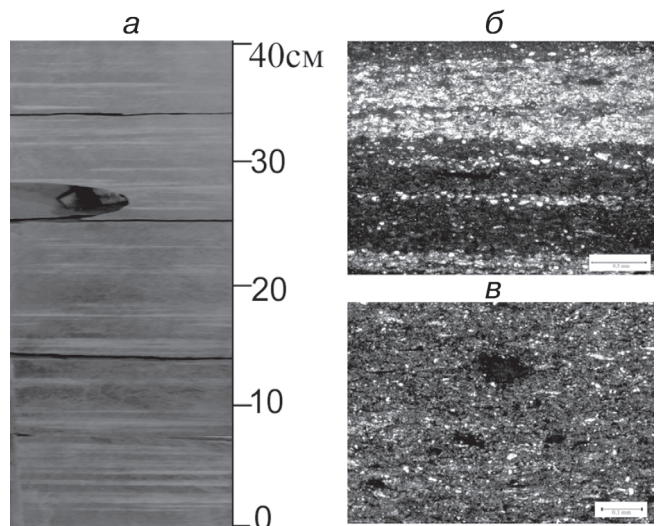


Рис. 4. Фото керна (а) и шлифов (б, в): а, б — керогеново-глинисто-кремнистый ритмит с пропластками и линзами силицитов; в — керогеново-глинисто-кремнистая порода

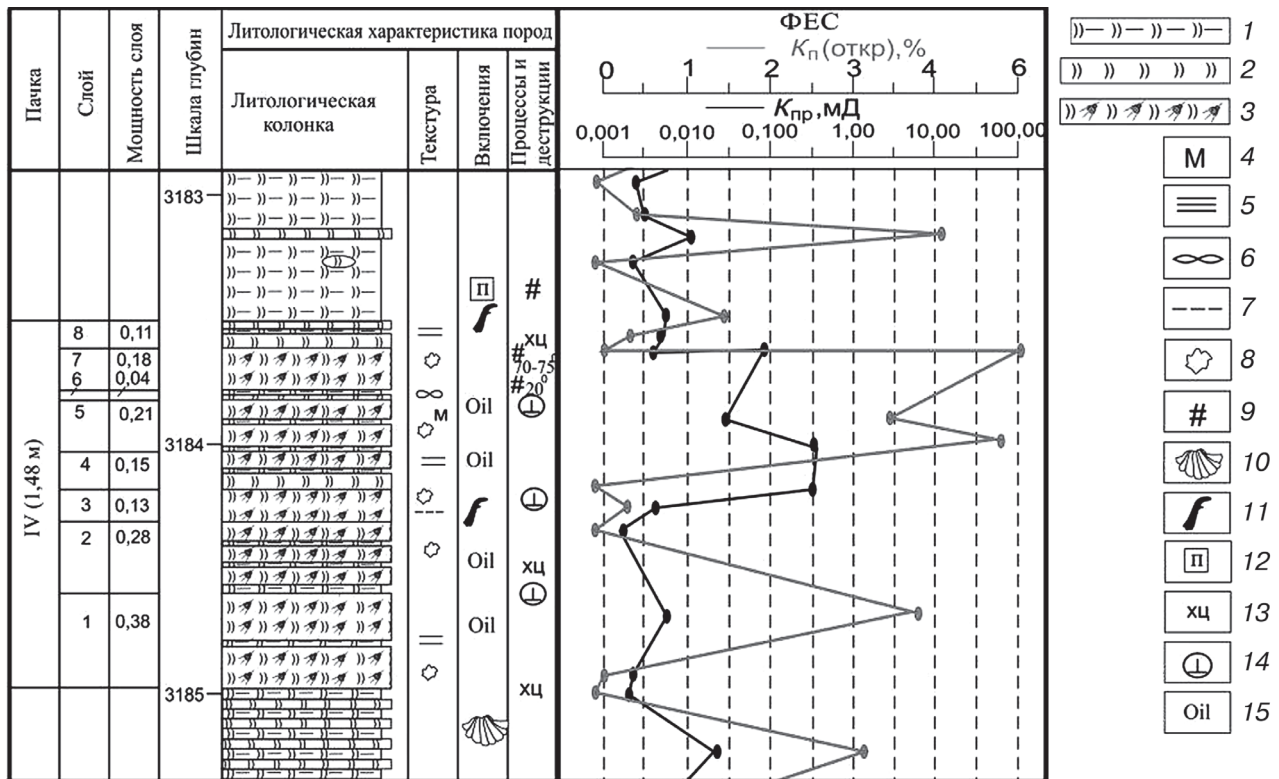


Рис. 5. Литологический разрез баженовской свиты, пачка IV: 1–3 — преобладающие типы пород: 1 — керогеново-глинисто-кремнистые, 2 — кремнистые, 3 — кремнистые с реликтовой радиоляриевой структурой (радиоляриты); 4–8 — текстура: 4 — массивная, 5 — горизонтальная параллельная, 6 — линзовидная, 7 — неясная горизонтальная, 8 — пятнистая; 9 — трещины; 10–11 — биогенные компоненты: 10 — двустворчатые моллюски, 11 — онихиты; 12–14 — минерализация: 12 — пирит, 13 — перекристаллизация кремнистого вещества с образованием халцедона, 14 — карбонатизация; 15 — нефтенасыщение

направлена обычно на расширение уже имеющих ся поровых систем.

Коллекторы трещинно-порового типа приурочены к керогеново-глинисто-кремнистым породам и ритмам пачек II и III (толщина от 0,3 до 3,5 м). Полезная емкость таких коллекторов определяется наличием вторичных пустот выщелачивания, сообщаемость которых обеспечивается трещинами, а сами пустоты ориентированы вдоль трещин (рис. 9, б). Трещины открытые, извилистые, ветвящиеся, часто приурочены к плоскостям напластования пород, имеют литогенетическую, реже тектоническую природу. Участками трещины осложнены порами выщелачивания неправильной формы размером до 0,25×0,15 мм, вместе с которыми обеспечивают емкость таких коллекторов, имеющих  $K_{п(откр)}$  3–4%,  $K_{пр}$  варьирует от 0,5 до 5 мД. Часто эти пустоты выщелачивания и трещины приурочены к плоскостям напластования. Система фильтрующих каналов иногда приурочена к стилолитоподобным трещинам, с которыми связаны процессы выноса и выщелачивания кремнистого вещества, а также к плоскостям напластования глинисто-кремнистых и керогеново-глинисто-кремнистых пород. Здесь нередко отмечаются волнистые трещины, вдоль которых часто расположены пустоты выщелачивания неправильной формы. Иногда такие трещины образуют систему (рис. 9, в).

Коллекторы этого типа встречаются и в керогеново-глинисто-кремнистых отложениях пачки V, где также присутствуют пустоты растворения размером до 0,1×0,15 мм, приуроченные к призматическому слою раковин двустворок. Эти пустоты обычно соединены тонкими извилистыми трещинами. Толщина раковин варьирует от 0,5 до 2 мм. Раковины часто имеют как одно-, так и двуслойное строение, сложены призматическими кристаллами кальцита размером от 0,05 до 0,5 мм (рис. 9, г).

**Заключение.** Таким образом, установлено закономерное строение разреза отложений баженовской свиты, выраженное в сходном строении выделенных толщ (смена снизу вверх глинисто-кремнистых отложений, в том числе керогеновых кремнистыми, в различной степени карбонатизированными). В нижних частях толщ распространены керогеново-глинисто-кремнистые породы и ритмы, где развиты трещинно-поровые типы коллекторов. К их верхним частям приурочены силициты с преобладанием в их составе радиоляритов (в том числе карбонатизированных и частично выщелоченных), с которыми связаны вторичные коллекторы порового типа. Наилучшими емкостными свойствами обладают слабо карбонатизированные радиоляриты, расположенные в верхней части средней толщи (пачка IV).

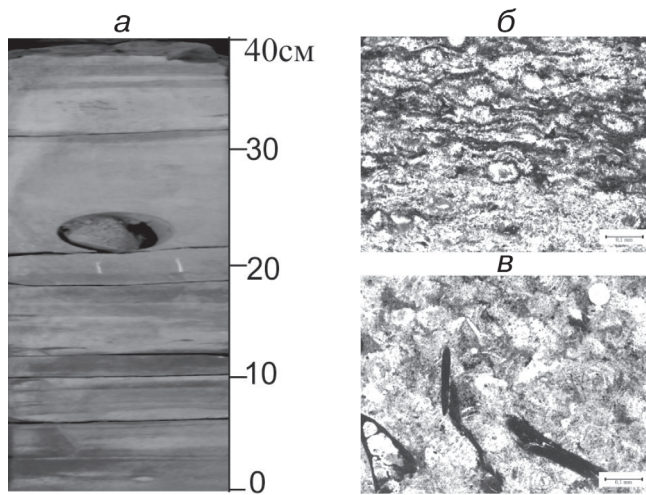


Рис. 6. Фото керна (а) и шлифов (б, в): а, б — радиоларит, в — онихиты в радиоларите

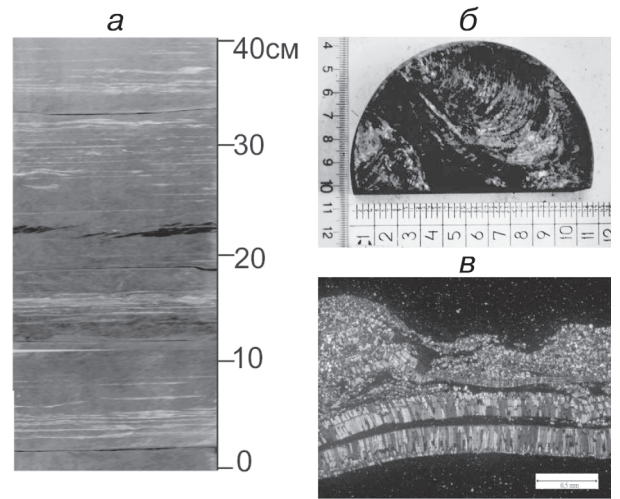


Рис. 7. Керогеново-глинисто-кремнистая порода с биокластами двустворок (а, б — фото керна, в — фото шлифа)

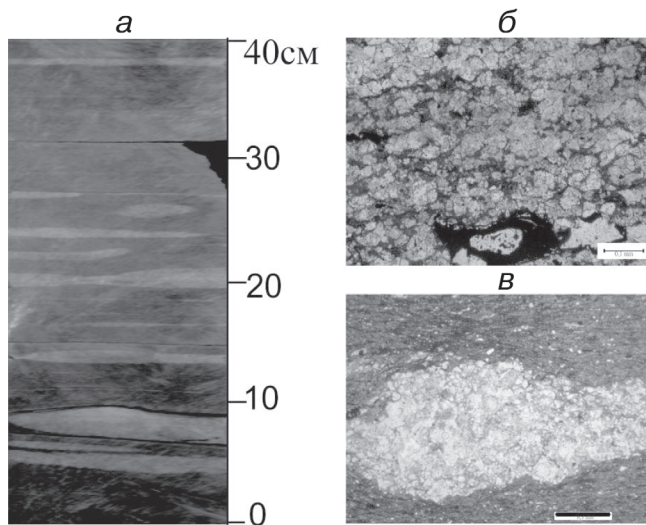


Рис. 8. Фото керна (а) и шлифов (б, в): а — кремнисто-карбонатная порода с линзами карбонатного состава; б — известняк замещения (линза); в — карбонатная линза в кремнисто-карбонатной породе

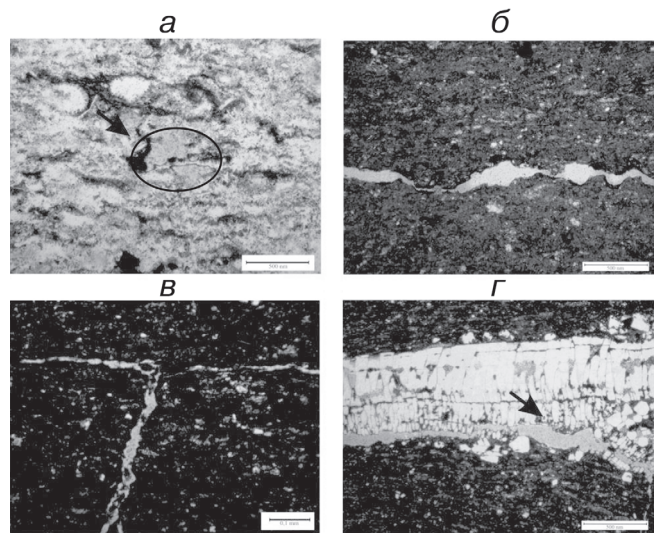


Рис. 9. Типы пустот в изучаемом разрезе: а — внутриформенные поры выщелачивания в радиоларите; б, в — трещины и пустоты выщелачивания в керогеново-глинисто-кремнистой породе; г — пустоты, приуроченные к биокластам двустворок

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Балушкина Н.С., Калмыков Г.А., Хамидуллин Р.А. и др. Комплексная литофизическая типизация пород баженовской свиты по данным керна и комплексу ГИС // Мат-лы Российской техн. нефтегазовой конф. и выставки SPE по разведке и добыче. М., 2014.

Корова Н.И., Макарова О.М., Калмыков Г.А. и др. Основные типы пород нефтеносной баженовской свиты на северо-востоке Сургутского свода // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2015. № 5. С. 54–61.

Поступила в редакцию 31.10.2017