

**ЛИТОЛОГИЯ И КОЛЛЕКТОРЫ
ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ****Н. С. Окнова***Всероссийский нефтяной научно-исследовательский
геологоразведочный институт, г. Санкт-Петербург*

Поступила в редакцию 11 сентября 2017 г.

Аннотация: судя по построенным картам пористости и проницаемости отложений ванаварской свиты, расположение их параметров в большой мере зависит от тектонического строения территории и литолого-фациальных условий. Карты коллекторов ванаварских отложений, выделение типов и классов коллекторов позволили сделать некоторые выводы относительно прогнозирования нефтегазопоисков. Возможно, перспективными следует считать на Непско-Ботуобинской антеклизе участки южнее Ярактинского месторождения; на Катангской седловине район Огневско-Кулиндинского участка; на юге Байкитской антеклизы район Иринчиминского участка.

Ключевые слова: тектоника, литология, пористость, проницаемость, терригенные отложения, ванаварская свита, непская свита, юг Сибирской платформы.

**LITHOLOGY AND RESERVOIR-ROCKS
OF VANAVAR SUITE IN THE SOUTHERN SIBERIAN PLATFORM**

Abstract: the maps of reservoir-rocks Vanavar (Nep) terrigene deposits of the southern Siberian platform. According to the maps of the reservoir properties, their location in large depends on the tectonic structure of the territory and litho-facies conditions. The maps of reservoir Vanavar deposits, selection of the types and classes of reservoirs has allowed to draw some conclusions regarding the prediction of exploration. Perhaps, perspective should be considered in the Nep-Botuoba antecline in areas to the South of Jaraktinskoe field; on the territory of Katang saddle Ognevsko-Kulindinskiy area; in the South of Baikit antecline district of Irinchiminskaya area.

Key words: tectonic, lithology, porosity, permeability, terrigene deposits, Vanavar suite, Nep suite, the southern Siberian platform.

Введение

Отложения ванаварской свиты, относящиеся в венду, широко распространены на юге Сибирской платформы. Здесь они представлены прибрежными и шельфовыми отложениями, расположенными на пассивной континентальной окраине. Такие отложения благоприятны для развития в них залежей нефти и газа. В статье приводятся карты коллекторов ванаварских (непских) терригенных отложений, развитых на юге Сибирской платформы. Карты строились на основе тектонической карты, на которой выделены три основные тектонические структуры: Непско-Ботуобинская антеклиза, Байкитская антеклиза и Катангская седловина. На востоке Катангской седловины залегает продолжение Непско-Ботуобинской антеклизы – Собинско-Тэтэрский выступ. Ванаварская свита с размывом залегает на отложениях рифея на Байкитской антеклизе и Катангской седловине и на гранитах на Непско-Ботуобинской антеклизе. Эта же свита

согласно перекрывается оскобинской свитой на Байкитской антеклизе и бесюряхской свитой на Непско-Ботуобинской антеклизе. Терригенные отложения ванаварской свиты являются наиболее продуктивными из отложений всего разреза. Согласно Государственным балансам, ванаварская свита, среди запасов А+В+С1 составляет 36,5% извлекаемых и 44,2% геологических запасов. В этой свите расположено уникальное месторождение Чаяндинское и крупные Верхнечонское, Талаканское, Дулисьминское [1].

Ванаварская (непская) свита

На Непско-Ботуобинской антеклизе ванаварская свита состоит из терригенных отложений, мощность которых изменяется от 10 м (Могдинская скв. 9) до 556 м (Чайкинская скв. 279) [2].

Могдинская скв. 9 расположена на вершине Непского свода (рис. 1). Шлифы ванаварских отложений были описаны в петрографической лаборатории

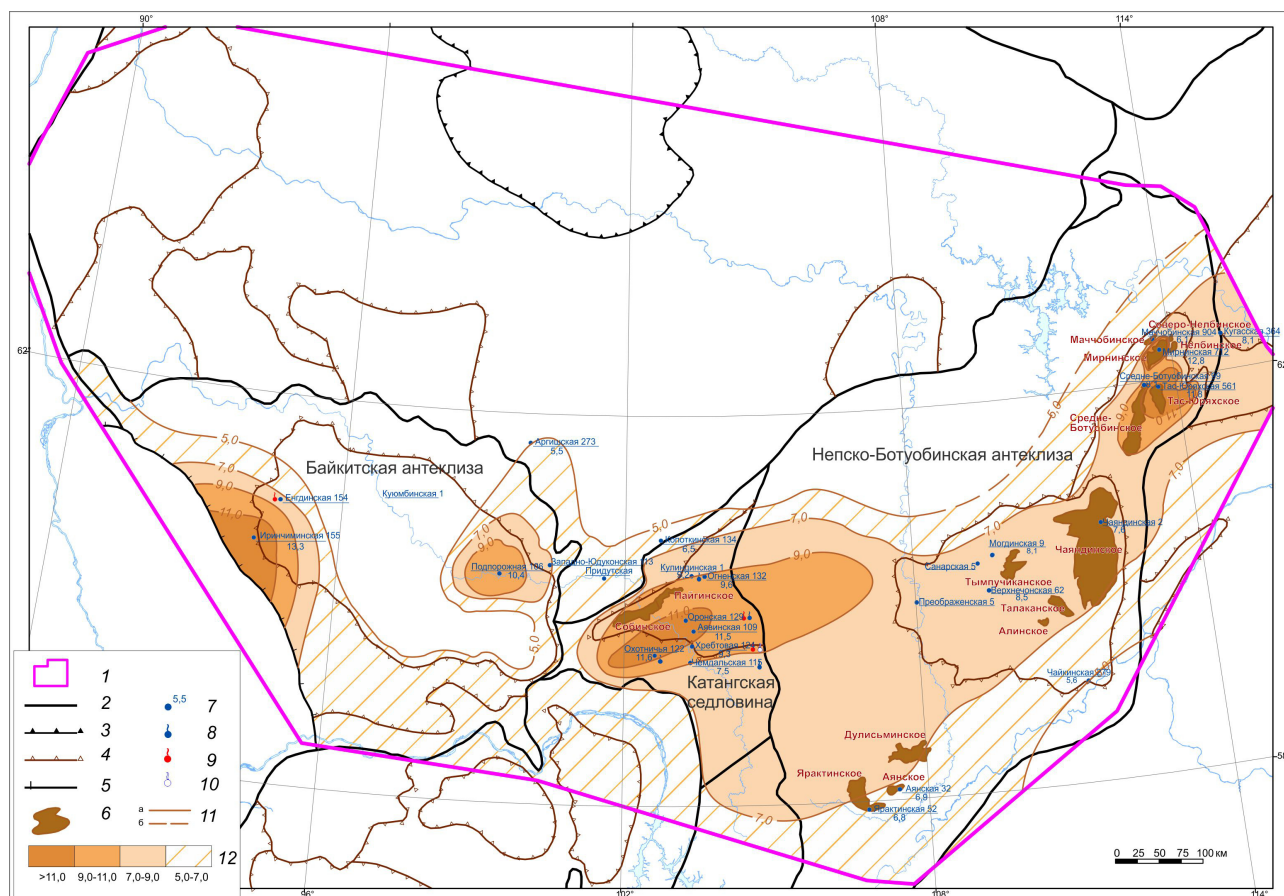


Рис. 1. Схематическая карта пористости коллекторов ванаварских отложений юга Сибирской платформы. 1-5 – границы: 1 – участка работ, 2 – надпорядковых тектонических структур, 3 – суперпорядковых структур, 4 – тектонических структур I порядка, 5 – тектонических структур II порядка; 6 – месторождения, открытые в ванаварской свите; 7 – значения средней пористости; 8 – 10 – результаты испытаний: 8 – нефть, 9 – газ, 10 – вода; 11 – изолинии равных значений пористости, %: а) достоверные, б) предполагаемые; 12 – поля пористости: > 11,0, 11,0 – 9,0; 9,0-7,0; 7,0-5,0 %.

Т. Д. Шибиной, А. Н. Кохановой и И. Р. Скивинской. В подошве свиты залегает гравелит кварцевого состава с ангидритовым цементом, пористый с битумом (рис. 2Е). Форма зерен преимущественно неокатанная. Размеры обломочных зерен до 2,0 мм, преобладает гравийная фракция. Обломочный материал представлен зернами кварца (более 90%) и полевого шпата. Выше залегают плохо сортированные гравийные песчаники кварцевого состава с ангидритовым и битуминозным цементами, с открытыми порами до 17%. Структура псевдо-псаммитовая с элементами беспорядочного зернового потока. Обломочная часть породы составляет 65–77% (рис. 2Д). Выше залегают песчаники, разнотекстурированные с редкими гравийными зернами кварцевого состава с глинистым цементом порового типа, с битуминозными прослоями. Обломочная часть породы составляет примерно 70%. Обломки представлены зернами кварца (до 99%) и полевого шпата. Цемент однородный, глинистый. Открытые трещины горизонтально-волнистые и протяженные. Объемная плотность открытых трещин по шлифам составляет 31,4 1/м, трещинная проницаемость 2,7 мД. Выше лежит аргиллит коричневого цвета, прослоями песчаный (30–35%) со щелевидными кавернами. Текстура косослоистая. Объемная плотность от-

крытых трещин 50,2 1/м, трещинная проницаемость 4,3 мД. Отмечаются открытые щелевидные каверны (3–4%) (рис. 2Г). Вещественный состав и структурно-текстурированная характеристика позволяют предположить, что рассмотренные осадки представлены отложениями временных потоков, стекавших с вершины Непского свода. Вверх по разрезу рассмотренная толща переходит в песчаники, чередующиеся с прослоями аргиллитов. Песчаники в нижней части с гравийными зернами (рис. 2А, Б). Для них характерен скудный битумный или ангидритовый цемент или его полное отсутствие – породы рыхлые, пористость достигает 35%. Многочисленные открытые поры щелевидной формы наблюдаются даже в аргиллитах. В них ощущается запах углеводородов. Выше по разрезу зернистость песчаников уменьшается. В отдельных прослоях увеличивается сульфатизация за счет заполнения ранее имевшихся пор и каверн, и открытая пористость и кавернозность уменьшается от 10% до 4% и меньше. Увеличивается количество прослоев аргиллита. Наблюдается каверно-поровый коллектор с высокими емкостными свойствами. В залегающих выше песчаниках наблюдается сильная трещиноватость. Отложения могут рассматриваться как трещинно-поровый и порово-трещинный коллектор среднего класса.

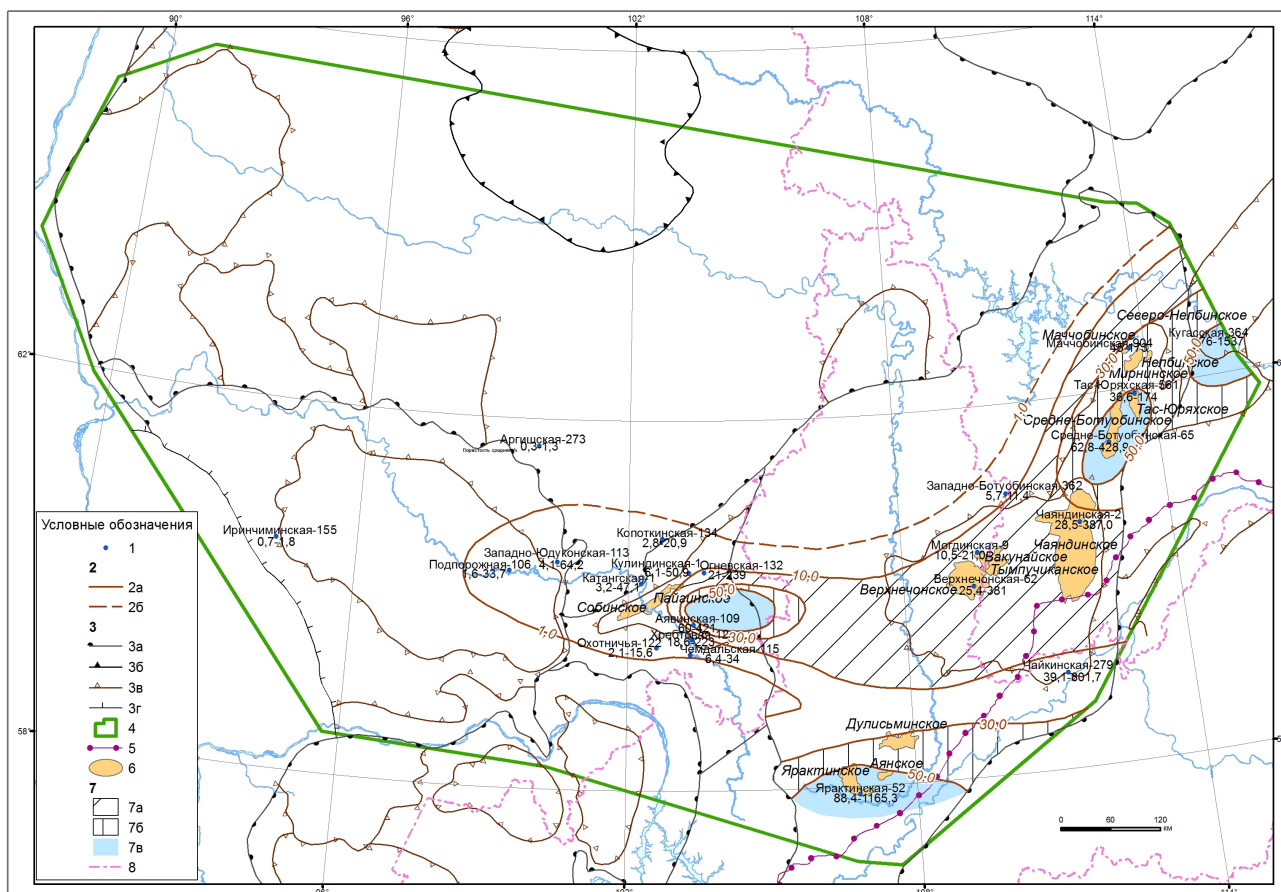


Рис. 3. Схематическая карта проницаемости коллекторов ванаварских отложений юга Сибирской платформы: 1 – скважина, сверху – номер скважины, снизу – средняя-макс проницаемость коллекторов; 2 – изолинии пористости: а – достоверные, б – предполагаемые; 3 – тектонические границы: а) надпорядковых структур, б) суперпорядковых структур, в) структур I порядка, г) структур II порядка; 4 – границы участка работ, 5 – нефтепровод ВСТО, 6 – месторождения, открытые в ванаварской свите; 7 – поля средней проницаемости: а) 10-30, б) 30-50, в) > 50 мД; 8 – границы субъектов РФ.

Как показано на приведенных картах, средняя открытая пористость ванаварской свиты в центральной части Непского свода составляет 8,1%, максимальная – 12,0% (рис. 1), проницаемость средняя 10,5 мД, максимальная – 21,2 мД (рис. 3). Поскольку открытая пористость высокая, коллектор преимущественно поровый.

На северо-востоке рассматриваемой территории, в Чаяндинском, Средне-Ботуобинском, Маччобинском месторождениях отложения обычно представлены алевритовыми, кварцевыми, микрослоистыми песчаниками с кальцитовым цементом порового типа. Вверх по разрезу свита складывается преимущественно аргиллитами, представленными в основном тонко параллельно-горизонтальными или слабо линзовидно-слоистыми. Аргиллиты однородные и слабо алевритистые (до 15%). Отмечается прослой доломита комковатого типа тонко-микрозернистый, сульфатизированный, засолоненный (до 12%). Большая средняя открытая пористость от 8,1% до 12,8% (рис. 1), проницаемость высокая, от 7,5 до 76,1 мД (рис. 3).

На северном крыле Непского свода расположена Западно-Ботубинская сважина 362. Здесь ванаварская свита трансгрессивно залегает на породах кристаллического фундамента. Средняя открытая пори-

стоимость составляет 6,8%, максимальная – 34,8%, средняя проницаемость – 5,7 мД (рис. 1, 3). К ванаварской свите приурочен улаханский горизонт, мощностью 2,9 м, представленный песчаником. По гранулометрическому составу песчаники разнотерные, по вещественному составу кварцевые и полевошпат-кварцевые. По всему разрезу наблюдается глинисто-органическое вещество в виде пятен и прослоев, заполняющее межзерновые и внутризерновые поры и микротрещинки. Встречается аргиллит горизонтально-слоистый, тонкоплитчатый, алевролитовый. Алевролитовый материал кварцевый с весьма редкими зернами полевого шпата, пластинок биотита и мусковита.

В ванаварской свите Чайкинской скважины 279 господствующее положение в разрезе занимают песчаники разномеристые, гравелитовые, послойно переходящие в гравелиты. На карте коллекторов средняя открытая пористость составляет 5,6% (рис. 1), средняя проницаемость 39,1 мД (по 111 анализам) (рис. 3). Характерная особенность свиты заключается в большом разнообразии гранулометрического состава пород. Ее разрез слагают преимущественно песчаники с неоднородной примесью гравелитовых зерен. Вещественный состав отложений полевошпат-

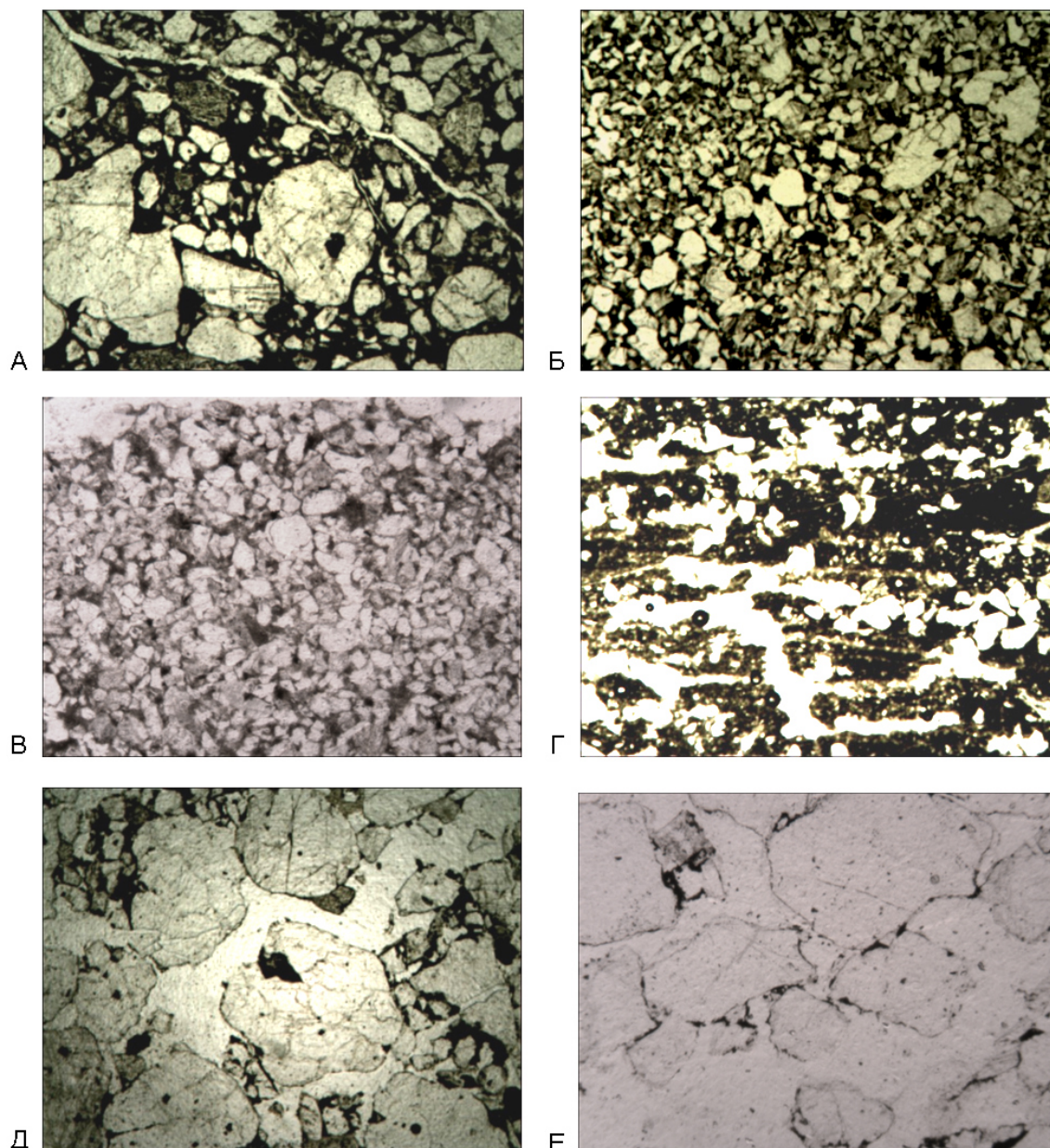


Рис. 2. Отложения ванаварской свиты в Могдинской скважине 9: *А* – песчаник разнотерный, с гравийными зернами, битуминозный, с глинистым цементом. Глубина 1975,9м, х40; *Б* – песчаник мелкозернистый, кварцевый, с глинистым цементом, с беспорядочно ориентированными зернами. Глубина 1976,8м, х40; *В* – песчаник разнотерный, с глинистым цементом, порового и кавернозного типа. Глубина 1977,1м, х40; *Г* – аргиллит, с прослоями песчаный, со щелевидными кавернами. Глубина 1978,4м, х40; *Д* – песчаник гравийный, в поровом цементе черный битум, часть пор открытая, сообщающаяся канальцами. Глубина 1979,8м, х40; *Е* – гравелит кварцевого состава, со скудным ангидритовым цементом, высокая пористость распределена равномерно по всей породе. Глубина 1981,7м, х40.

кварцевый с содержанием кварца до 87%, полевых шпатов – до 16%, обломков пород – до 4%. Преобладает глинистый цемент хлорит-гидрослюдистого состава. Ярактинское месторождение, пористость отложений которого составляет 6,0% и отличается высокой проницаемостью, в среднем 85 мД, а максимальное составляет 1165 мД. Дело в том, что южнее Ярактинского месторождения проходит Ангаро-Ленский прогиб и происходит перикратонное опускание. Согласно В.Е. Хаину (1964) перикратонное опускание – это широкое (до 1000 км), резко погруженное залега-

ние фундамента, которое нередко отделяется от плит системами разломов. Возможно, поэтому коллекторы здесь преимущественно трещинные (рис. 3). Кроме того, южнее Ярактинского месторождения за пределами участка открыто Ковыктинское газовое месторождение, в котором запасы природного газа оцениваются в 1,9 трлн.т. Ковыктинское месторождение должно быть главным источником газа для газопровода, который назван «Сила Сибири». Месторождение приурочено к парфеновскому горизонту, относящемуся к венду.

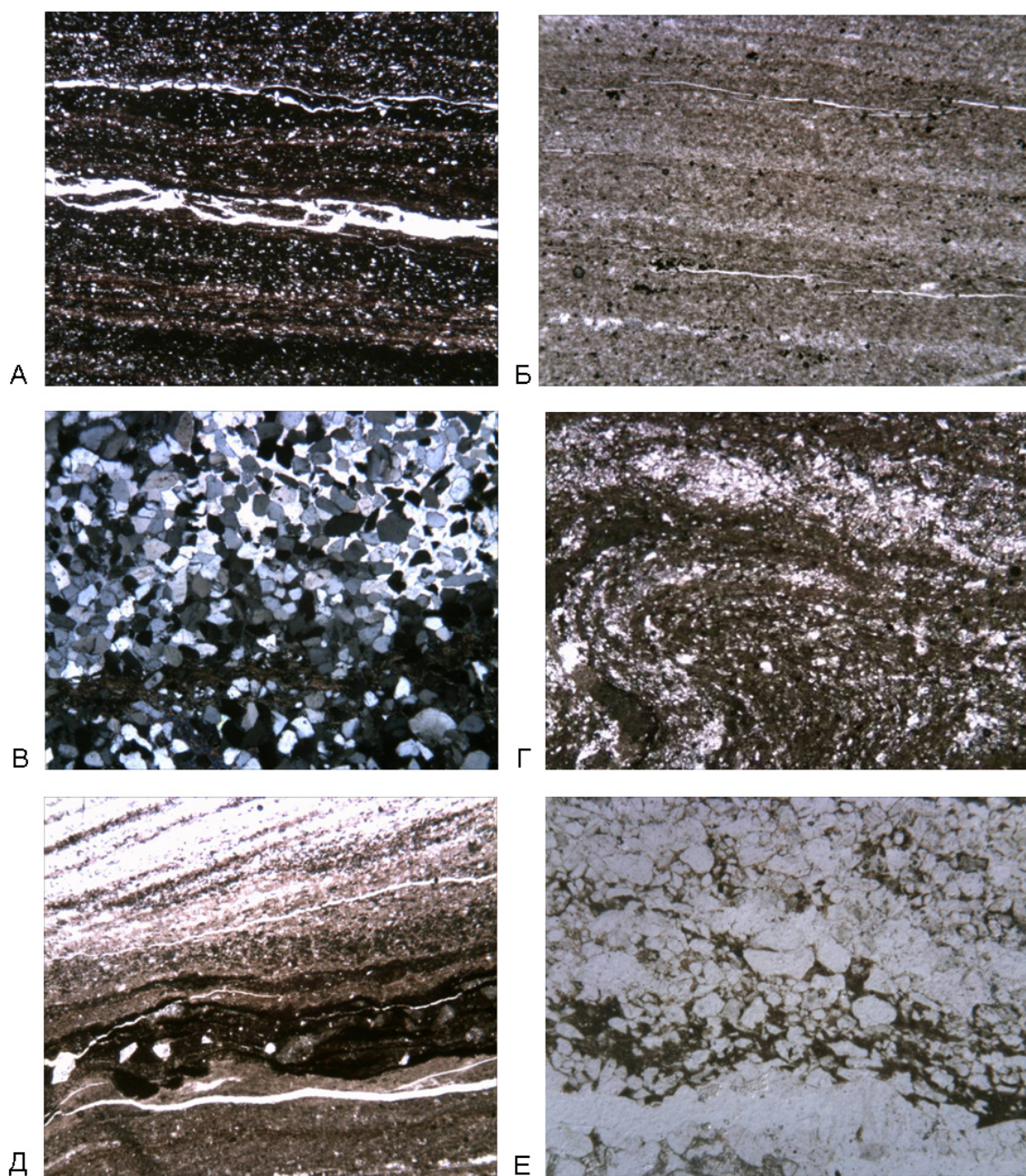


Рис. 4. Отложения ванаварской свиты в Кулиндинской скважине 1: А – аргиллит ожеженный, алевролитистый, с сетью субгоризонтальных открытых трещин. Глубина 2182,7м, х40; Б – аргиллит с округлыми стяжениями пиритизированного органического вещества, трещиноватый. Глубина 2183,3м, х40; В – песчаник средне- мелкозернистый, алевролитистый, с глинистым и карбонатным цементом, с волнистой текстурой. Глубина 2183,6м, х40; Г – аргиллит, алевролитистый, с нарушенной текстурой, с пластическим смятием с элементами вдавливания. Глубина 2197,4м, х40; Д – аргиллит с примесью терригенного материала и прожилками органического вещества, трещиноватый. Глубина 2198,5м, х40; Е – песчаник средне- мелкозернистый, алевролитистый, с цементом органического вещества, с редкими частично залеченными трещинами. Глубина 2199,9м, х40.

На **Катангской седловине** мощность ванаварской свиты колеблется от 34 метров (Кулиндинская скв.1) до 134 метров (Охотничья скв. 122). На востоке седловины, на Собинско-Тэтэском выступе Непско-Ботуобинской антеклизы расположена Кулиндинская скважина 1 [3]. Средняя открытая пористость ванаварской свиты (мощность ее здесь 34 м) на карте коллекторов составляет 9,2%, максимальная – 15,5%, средняя проницаемость – 0,1 мД, максимальная – 50,9

мД (по 55 анализам) (рис. 1, 3). Отложения ванаварской свиты представлены преимущественно аргиллитами с горизонтальными и косоволнисто-слоистыми текстурами (рис. 4А, Б, Г, Д) с подчиненными прослоями средне-мелкозернистых песчаников (рис. 4В, Е). Аргиллиты характеризуются достаточно хорошей пористостью от 7,1 до 9,3%, и слабой проницаемостью от 1,8 до 4,1 мД. Породы можно отнести к поро-во-кавернозным, слабо проницаемым коллекторам.

Песчаники алевролитовые характеризуются хорошими коллекторскими свойствами. Коэффициент пористости изменяется от 4,4 до 13,9%, а коэффициент проницаемости от 0,03 до 56,5 мД. Отложения являются хорошими порово-трещинными коллекторами среднего класса. По данным Интернета [4], прогнозные ресурсы категории Д1 Кулиндинского участка составляет 200 млн т условного топлива. Огневско-Кулиндинский участок имеет среднюю открытую пористость на Огневской площади 9,6%, средняя проницаемость достигает 51 мД. Эти значения достаточно велики, чтобы продолжить геологическое изучение Огневско-Кулиндинского участка.

На юге **Байкитской антеклизы** расположены Иринчиминская скв. 155 и Енгдинская скв. 154. В Иринчиминской скважине в ванаварской свите (мощность 60 м) средняя открытая пористость составляет 13,3%, максимальная – 17,7%, средняя проницаемость 0,7 мД. В скв. Иринчиминской 155 [5] породы ванаварской (вельминской) свиты представлены мелко-среднезернистыми слоистыми песчаниками. По составу это полевошпатово-кварцевые породы, со скоплениями слюдястых минералов по плоскостям наложения, с конформными структурами зерновых контактов с доломитовым, кварцевым и слюдисто-кварцевыми цементами. Отмечается тонкая примесь органического вещества в цементирующих агрегатах. В составе обломков преобладают кварц, микроклин, и калишпат, альбит, встречаются обломки кварцитов, вулканитов, слюдястых сланцев. Алевролиты и алевро-аргиллиты преобладают в верхней части свиты. Породы свиты формировались в достаточно активной, близкой к береговой линии, хорошо аэрируемой среде. В скважине Енгдинская-154 в разрезе вельминской (аналога ванаварской) свиты выделяется горизонт песчаников, разделенный глинистыми разностями на несколько слоев. Пласт сложен песчаниками полевошпат-кварцевыми на глинисто-битуминозном и ангидритовом цементе. Наличие в разрезе нефтематеринских и эпигенетически преобразованных пород, какжное проявление битумоидов свидетельствуют о перспективности района на нефтегазоносность.

На севере Байкитской антеклизы расположена Аргишская скважина. Здесь в наиболее полных разрезах вельминская свита имеет следующее строение. Нижняя часть ее сложена красноцветными терригенными породами, а верхняя – аргиллитами, алевролитами, песчаниками и их переходными разностями. Песчаники преимущественно полимиктовые, реже кварц-полевошпатовые. В основании свиты прослеживаются

горизонты гравелитов и конгломерато-брекчий, обломочный материал которых состоит из песчаников, аргиллитов, кремней и метаморфических пород. По результатам лабораторных исследований образцов пористость пород колеблется от 2 до 11,2%, средняя открытая пористость 5,5%. Проницаемость редко превышает 1 мД, средняя проницаемость равна 0,3 мД.

Выводы

Построенные карты коллекторов ванаварских (непских) отложений, выделение типов и классов коллекторов позволили сделать некоторые выводы относительно прогнозирования нефтегазопоисков. Судя по картам фильтрационно-емкостных свойств, средней открытой пористости и проницаемости отложений, прогноз в большой мере зависит от тектонического строения территории и литолого-фациальных условий. Возможно, перспективными можно считать на Непско-Ботубинской антеклизе участки южнее Ярактинского месторождения; на территории Собинско-Тэтэрского выступа в районе Огневско-Кулиндинского участка; на юге Байкитской антеклизы на Иринчиминском участке, где перспективы могут быть связаны с коллекторами ванаварской свиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шемин, Г. Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина) / Г. Г. Шемин; Новосибирск: изд. Сибирского отд. РАН, 2007. – 464 с.
2. Окнова, Н. С. Литология и фильтрационно-емкостные свойства вендских отложений юга Сибирской платформы / Н. С. Окнова, А. Н. Коханова // Эволюция осадочных процессов в истории Земли. Материалы 8-го Всероссийского литологического совещания. – Москва РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2015. – Т.11 – С.250–253.
3. Геология резервуара на основе литологических исследований образцов керна скважины №1 Кулиндинская / А. Н. Коханова [и др.] // Актуальные проблемы нефтегазовой геологии XXI века, материалы III Международной конференции молодых ученых и специалистов. – СПб, ВНИГРИ. 2013. – С.7–15.
4. Кулиндинский участок. – Режим доступа: https://neftegas.ru/tech_library/view/4738-kulindinskiy-uchastok.html (дата обращения 06.06.2017)
5. Литогенез венд-кембрийских отложений юго-западного склона Байкитской антеклизы (по результатам изучения разреза Иринчиминской параметрической скважины 155 в Восточной Сибири). / Н. Ф. Столбова [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – т. 311. – №11, С. 53–58.

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Санкт-Петербург

Окнова Нина Сергеевна, главный научный сотрудник, доктор геолого-минералогических наук

E-mail: oknovan@mail.ru

Тел.: +7(812) 311-190-42-42

All-Russia Petroleum Scientific Exploration Institute (VNIGRI), Saint-Petersburg

Oknova N. S., Leading Scientist, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences

E-mail: oknovan@mail.ru

Tel.: +7(812) 311-190-42-42