

Седиментационная модель формирования терригенной толщи непской свиты Верхнечонского месторождения

Неделько О.В.¹, Калина Р.И.¹, Валеев Р.Р.², Локшин Д.А.²

¹ООО «РН-Геология Исследования Разработка», Тюмень, Россия; ²АО «Верхнечонскнефтегаз», Институт Земной коры СО РАН, Иркутск, Россия
ovnedelko@rn-gir.rosneft.ru

Аннотация

Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение, открытое в 1978 году, является одним из крупнейших, в промышленной эксплуатации оно находится с 2008 года. Терригенные отложения непской свиты являются основным объектом разработки Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения. Изучаемый верхнечонский пласт характеризуется сложным неоднородным строением, обусловленным стратиграфическими особенностями разреза, фациальной изменчивостью отложений по разрезу продуктивных пластов и по площади, а также неравномерным развитием вторичной минерализации [В.С. Воробьев, 2023; Т.И. Гурова, 1988; А.В. Постников, 2019]. Зачастую определение интенсивности развития постседиментационных преобразований, закономерностей их распределения, а также оценка влияния этих процессов на коллекторские свойства пород являются одними из ключевых факторов при построении геологической модели месторождения.

Материалы и методы

Основной вклад в существующие представления о палеогеографии региона осадконакопления внесли Н.В. Мельников и Г.Г. Шемин [4, 6]. Фациальными исследованиями непских терригенных отложений Непского свода в разное время занимались М.В. Лебедев, К.В. Зверев, В.С. Воробьев, О.В. Постникова, Т.И. Гурова и др. [1–3, 5]. Изучением фациального строения непской свиты Верхнечонского месторождения в рамках тематических исследований занимались К.В. Зверев, Н.В. Янкова (ООО «ТННЦ», 2010 г.), Е.Е. Карнышина (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011 г.), О.В. Боброва, А.П. Вилесов

(ООО «ТННЦ», 2013 г.). Работы основывались на незначительном количестве имеющегося ядерного материала, сосредоточенного преимущественно в центральной части территории. Построенные модели носили концептуальный характер и не были учтены в существующей геологической модели.

Ключевые слова

Верхнечонское месторождение, непская свита, фациальное строение, вторичное минералообразование

Авторы выражают искреннюю благодарность Е.В. Мартынюк за значительный вклад в работу — проведение и анализ петрографических исследований.

Для цитирования

Неделько О.В., Калина Р.И., Валеев Р.Р., Локшин Д.А. Седиментационная модель формирования терригенной толщи непской свиты Верхнечонского месторождения // Экспозиция Нефть Газ. 2026. № 6. С. 45–50. DOI: 10.24412/2076-6785-2026-6-45-50

Поступила в редакцию: 24.07.2026

LITHOLOGY

UDC 001.53 | Original Paper

Sedimentation model of the formation of the terrigenous strata of the Nepskaya formation of the Verkhnechonskoye field

Nedelko O.V.¹, Kalina R.I.¹, Valeev R.R.², Lokshin D.A.²

¹“RN-Geology Research Development” LLC, Tyumen, Russia; ²“Verkhnechonskneftegaz” JSC, Institute of the Earth’s Crust SB RAS, Irkutsk, Russia
ovnedelko@rn-gir.rosneft.ru

Abstract

The Verkhnechonskoye oil and gas condensate field was discovered in 1978, is one of the largest, and has been in commercial operation since 2008. Terrigenous deposits of the Nepskaya formation are the main object of development of the Verkhnechonskoye oil and gas condensate field. The Verkhnechonsky formation under study is characterized by a complex heterogeneous structure due to the stratigraphic features of the section structure, the facies variability of sediments along the section of productive strata and in area, as well as the uneven development of secondary mineralization [Vorobyov, 2023, Gurova, 1988, Postnikov, 2019]. Often, determining the intensity of the development of postsedimentation transformations, the patterns of their distribution, as well as assessing the impact on the reservoir properties of rocks are one of the key factors in constructing a geological model of a deposit.

Materials and methods

The main contribution to the existing understanding of the paleogeography of the sedimentation region was made by N.V. Melnikov and G.G. Shemin [4, 6]. M.V. Lebedev, K.V. Zverev, V.S. Vorobyov, O.V. Postnikova, T.I. Gurova [1–3, 5], and others have been engaged in facies studies of the Nepean terrigenous deposits of the Nepean arch at various times [Vorobyov, 2017; Gurova, 1988; Zverev, 2012; Postnikova, 2008]. K.V. Zverev, N.V. Yankova (TNSC, 2010), E.E. Karnyushina (RSU, 2011), O.V. Bobrova, A.P. Vilesov (TNSC, 2013) studied the facies structure of the Nepskaya formation of the Verkhnechonskoye deposit in

the framework of case studies. The work was based on a small amount of available core material, concentrated mainly in the central part of the territory. The constructed models were conceptual in nature and were not taken into account in the existing geological model.

Keywords

Verkhnechonskoye field, nepskaya formation, facies structure, secondary mineral formation

For citation

Nedelko O.V., Kalina R.I., Valeev R.R., Lokshin D.A. Sedimentation model of the formation of the terrigenous strata of the Nepskaya formation of the Verkhnechonskoye field. Exposition Oil Gas, 2026, issue 6, P. 45–50. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2026-6-45-50

Received: 24.07.2026

Месторождение расположено в Канганском районе северной части Иркутской области, входит в состав Непско-Ботубинской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Приурочено к Непскому своду Непско-Ботубинской антеклизы, осложнено многочисленными разломами и имеет блоковое строение. Рассматриваемые терригенные отложения непсковой свиты относятся к непскому горизонту вендской системы, залегают на кристаллических и измененных породах фундамента, представленных гранитами, гранитогнейсами, гранодиоритами и кристаллическими сланцами архей-протерозойского возраста. По керновым данным мощность свиты на территории исследований изменяется от 58,43 м в юго-восточной части месторождения до 16,72 м в северо-западной, что связано как с существующим к началу непского времени палеорельефом, так и с эрозиями накопленных осадков в периоды перерывов в осадконакоплении. На месторождении выделяется три продуктивных пласта: B13 и B11 — в рамках нижнепесчаной подсвиты, B10 — верхнепесчаной.

При проведении седиментологических исследований учитывались такие факторы как минеральный состав пород, их структурные особенности, в частности гранулометрический состав, сортировка, окатанность зерен, а также текстурные характеристики. Как известно, в докембрийских отложениях отсутствуют следы жизнедеятельности ископаемых организмов и органические остатки, часто помогающие в генетической диагностике, а ряд фаций может обладать схожим литологическим строением, поэтому для окончательного определения фациальной приуроченности пород много внимания уделялось выбору подходящей концептуальной модели седиментации и парагенезам фаций.

В рамках седиментологических, петрографических, минералогических и петрофизических исследований керна по 41 скважине (более 1 350 м керна) по продуктивным пластам Верхнечонского месторождения были определены основные фации, являющиеся потенциальными коллекторами и установлено два трансгрессивных цикла развития территории, соответствующих разрезам нижне- и верхнепесчаной подсвит.

На каждом цикле наблюдается смена континентальных фаций прибрежно-морскими и морскими. Снос обломочного материала в непское время происходил с северо-западной приподнятой части территории в южном и юго-восточном направлении.

Отложения нижнепесчаной подсвиты в северо-западной части территории отсутствуют, в центральной и юго-восточной части со стратиграфическим несогласием залегают на породах фундамента и представлены тремя циклами седиментации. На начальном этапе осадконакопления непского времени в юго-восточной части месторождения формировались отложения аллювиальных фэнов (рис. 1а). На втором этапе в результате постепенного затопления происходит смещение фациальной зоны аллювиальных фэнов

в центральную часть площади, а на юго-востоке происходит формирование отложений приливо-отливных равнин (рис. 1а). Завершающий этап раннепесчаного времени соответствует максимальной трансгрессии и характеризуется в разрезе отложениями комплекса приливо-отливных равнин и комплекса заливов и лагун, в различной степени размытыми на этапе предпозднепесчаного перерыва осадконакопления (до полного отсутствия в северо-западной части территории) (рис. 1в).

На следующем этапе, соответствующем разрезу пласта B11, происходит обмеление бассейна седиментации. Разрез юго-восточной части сложен комплексом фаций барьерного побережья.

На большей части территории отмечается отсутствие отложений, что связывается также с предверхнепесчаным перерывом в осадконакоплении (рис. 1г).

Осадки верхнепесчаной подсвиты в пределах Верхнечонского месторождения встречаются повсеместно, на северо-западе со стратиграфическим несогласием залегают на породах фундамента, на остальной части территории с эрозийным контактом перекрывают породы нижнепесчаной подсвиты. Отложения пласта B10 формировались в три этапа. На первом этапе накапливались песчаные и гравийно-песчаные отложения флювиальных каналов с переплетающимся типом русел, слагающие большую часть разреза пласта B10 (рис. 1д).

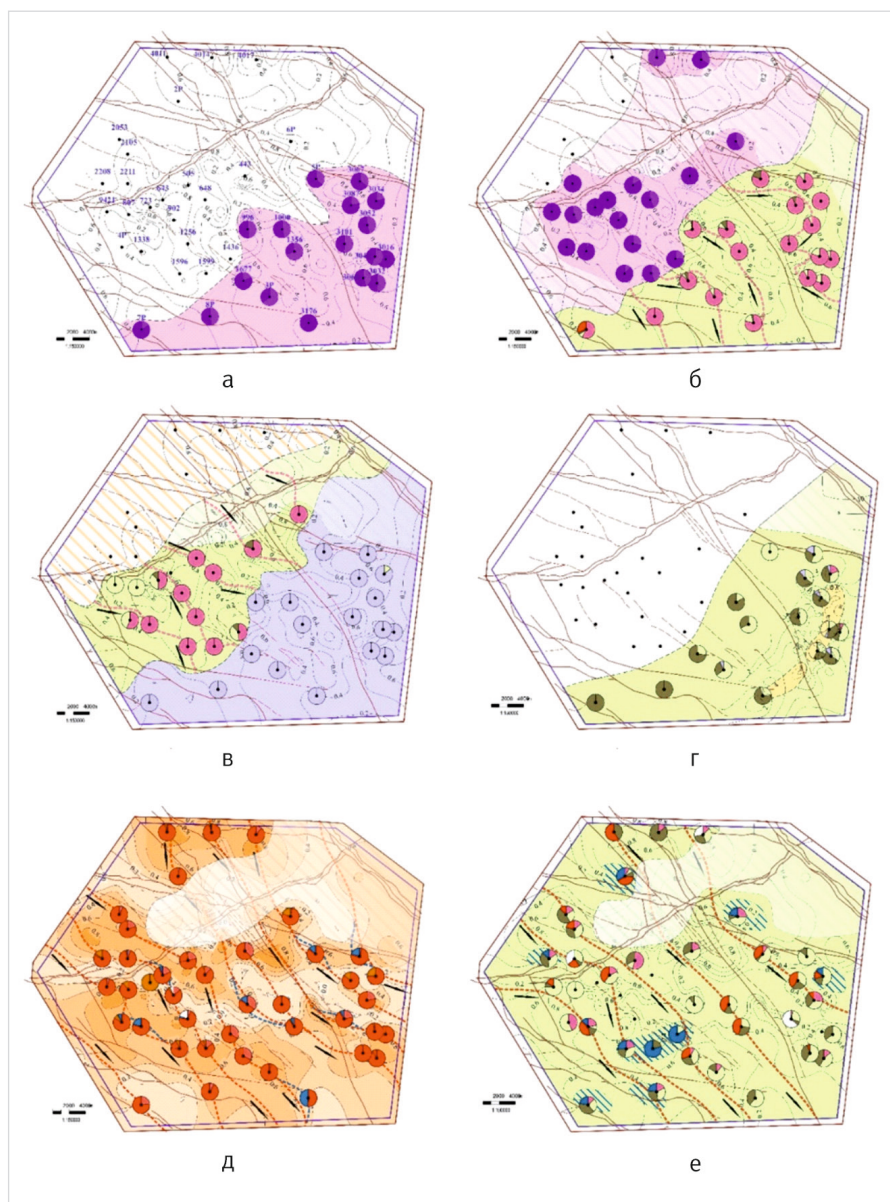


Рис. 1. Этапы формирования пластов B10-13 по данным керна: а — пласт B13.

Этап I; б — пласт B13. Этап II; в — пласт B13. Этап III; г — пласт B11; д — пласт B10.

Этап I; е — пласт B10. Этап II

Fig. 1. Stages of formation of B10-13 layers according to core data: а – B13 layer. Stage I; б – B13 layer. Stage II; в – B13 layer. Stage III; г – B11 layer; д – B10 layer. Stage I; е – B10 layer. Stage II

На них эрозионно ложатся фации приливо-отливных равнин. Верхняя часть пласта В10 имеет расчлененное тонкослоистое строение. Разрез сложен преимущественно песчано-алевритовыми отложениями приливо-отливных равнин с маломощными прослоями песчаников флювиальных каналов с приливо-отливным влиянием и приливо-отливных ручьев (рис. 1е).

На последнем этапе, отвечающему максимуму затопления территории непского времени в целом, происходило накопление лагунных и шельфовых фаций, соответствующими региональному реперу М2.

Таким образом, непская свита в пределах Верхнечонского месторождения характеризуется различной стратиграфической полнотой разреза, что обусловлено как существовавшим к началу непского времени палеорельефом, так и перерывами осадконакопления. Эрозионные контакты, сопоставляемые с крупными стратиграфическими перерывами, зафиксированы в керне на границе пород фундамента и отложений непской свиты, на границе отложений нижне- и верхне-непской подсвит, а также на границе континентальных и прибрежно-континентальных фаций верхне-непской подсвиты.

Ниже приведена краткая характеристика основных параметров фаций, слагающих продуктивные пласты, и соответствующие им петрофизические показатели для разных пород, не подвергшихся вторичным изменениям.

Фациальный комплекс аллювиальных фэнов включает в себя образования проксимальной, медиальной и дистальной частей аллювиальных фэнов (АФмп) сложены преимущественно песчаниками разнозернистыми гравистыми и гравийными, реже гравелитами, неяснослоистой и однородной текстуры (рис. 2а), редко слоистыми за счет распределения минералов тяжелой фракции — циркон, монацит, ильменит (толщина фации — до 9,0 м). По минеральному составу (по В.Д. Шутову, 1967) породы классифицируются как аркозы (содержание полевого шпата, далее ПШ, варьирует от 26,0 до 42,0 %), редко полевошпат-кварцевые (ПШ — 8,4–24,0 %) и граувакковые аркозы (ПШ — 35–40,0 %). Зерна имеют угловатую до окатанной форму, прямолинейные и точечные зерновые контакты, плохую и очень плохую, реже среднюю сортировку. Для фаций характерно присутствие седиментогенного глинистого цемента порового, реже пленочного типа с содержанием не выше 5,0 %, имеющего неравномерное распределение. Пустотное пространство представлено часто несвязанными межзерновыми и, в меньшей степени, внутризерновыми (результат частичного растворения полевошпатовых зерен и каркасных обломков пород) порами от тонкой до каверновой размерности (с преобладанием от 0,01 до 0,5 мм), в основном неравномерного (пятнистого) распределения. Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 8,7\text{--}23,2\%$, $K_{pr} = \text{от } 0,583\text{--}8572,930\text{ мД}$.

Фации дистальной части фэнов (АФд) сложены чередованием алевролитов мелко-крупнозернистых песчаных глинистых и различных литологических типов песчаников (толщина фации — до 9,0 м). По набору литологических типов пород и их структурно-текстурным характеристикам фэны относятся к типу «аллювиальных с мелкими ветвящимися руслами» (по Stanistreet and McCarthy, 1993). Сформировавшиеся

в пределах распределительных каналов песчаники в основном разнозернистые гравистые/гравийные и средне-грубо-крупнозернистые, с пологонаклонной, пологоволнистой, реже крупной косой слоистостью. По минеральному составу породы классифицируются как полевошпат-кварцевые (ПШ — 9,7–23,6 %) и аркозы (ПШ — 25,1–37,0 %). Обломки от угловатых до окатанных с разнообразным типом зерновых контактов (от точечных до выгнуто-вогнутых). Сортировка пород плохая, реже средняя. Отмечается редкий глинистый цемент пленочного и порового типа. Поры несвязанные между собой, реже связанные, межзерновые и редкие внутризерновые, от тонкой до крупной размерности, с редкими кавернами, от относительно равномерного до неравномерного (пятнистого) распределения. Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 5,6\text{--}22,8\%$, $K_{pr} = 0,203\text{--}6273,381\text{ мД}$.

Фации флювиального канала (ФК) со сплетающимся типом русел — это преимущественно песчаники разнозернистые с преобладанием зерен средней, крупной и грубой размерности, с различным содержанием гравийного материала (до гравистых) (толщина фации — до 9,48 м). Среди текстур преобладают крупная косая, пологонаклонная и субгоризонтальная слоистость (рис. 2е). По минеральному составу породы классифицируются как полевошпат-кварцевые (ПШ — 6,9–24,8 %), редко аркозы (ПШ — 26,1–33,0 %). Породы сложены зернами от угловатых до окатанных форм, с прямолинейными и точечными, реже выпукло-вогнутыми типами контактов, от плохой до хорошей степени сортировки, что обусловлено как характером слагающих их частиц, так и особенностями седиментации. Встречаются как связанные, так и несвязанные поры межзернового, иногда внутризернового типа, от микро- до каверновой размерности, относительно равномерно распределенные по породе. Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 6,3\text{--}27,2\%$ с преобладанием от 15,0 %, $K_{pr} = 0,212\text{--}4289,900\text{ мД}$ с преобладанием от 100,000 мД.

В подошвенной части флювиальных каналов часто встречаются маломощные (до 3,8 м) песчано-гравийные отложения (ФКгр), обладающие отличными литологическими характеристиками, — гравелиты и песчаники разнозернистые гравистые и гравийные, неяснослоистые и пологонаклонно-слоистые. По минеральному составу породы классифицируются как полевошпат-кварцевые (ПШ — 8,7–18,2 %), реже аркозы (ПШ — 26,6–31,0 %). Зерна от угловатой до окатанной формы, с точечными и прямолинейными, редко выпукло-вогнутыми контактами, плохой и средней степени сортировки. Поры связанные и несвязанные, межзерновые и редкие внутризерновые, от микро- до каверновой размерности. Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 5,7\text{--}22,5\%$, $K_{pr} = 0,563\text{--}2577,196\text{ мД}$.

В комплекс внерусловых отложений входят фации отмирания флювиальных каналов, старичного озера и поймы. Фация отмирания флювиальных каналов (ФКо) представлена неравномерным переслаиванием хорошо сортированных песчаников тонко-мелкозернистых, средне-мелкозернистых и алевролитов крупно-мелкозернистых глинистых (толщина фации — до 0,93 м). Породы пологоволнистой и пологонаклонной слоистостью, отмечается также мелкая косая слоистость. Фльтрационно-емкостные характеристики:

$K_p = 5,1\text{--}24,6\%$, $K_{pr} = 0,183\text{--}1245,812\text{ мД}$. Значительно меньшую роль играют песчано-алевритовые отложения старичных озер и глинисто-алевритовые образования пойм, что объясняется особенностями формирования и распределения осадков аллювиальных равнин со сплетающимся типом русел.

К переходной группе отнесены фации флювиальных каналов с приливо-отливным влиянием, приливо-отливных каналов/ручьев, отмирания приливо-отливных каналов, глинистых, смешанных и песчаных приливо-отливных отмелей.

Фация флювиальных каналов с приливо-отливным влиянием (ФКпо) представлена песчаниками с преобладанием зерен крупной, средней и мелкой размерности (в различных комбинациях) (рис. 2ж). Породы с хорошей и средней сортировкой, с пологоволнистой и пологонаклонной слоистостью, реже наблюдается крупная и мелкая косая слоистость (мощностью до 7,28 м). Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 0,3\text{--}27,6\%$, $K_{pr} = 0,010\text{--}2914,810\text{ мД}$.

Фациальный комплекс приливо-отливных равнин представлен преимущественно фациями приливо-отливных каналов и ручьев. Песчаные отложения приливо-отливных каналов (ПОК) состоят преимущественно из зерен средней, мелкой и тонкой псаммитовой размерности, иногда наблюдается значительное содержание крупнопсаммитовой фракции (толщина фации — до 9,37 м). Слоистость пород — пологонаклонная, пологоволнистая, мелкая и крупная косая, часто подчеркнута микрослойками глинисто-алевритового материала. Достаточно часто отмечается присутствие глинистых интраклавов (рис. 2б). По минеральному составу породы классифицируются как полевошпат-кварцевые (ПШ — 4,9–24,3 %), редко аркозы (ПШ — 26,7–32,0 %). Окатанность зерен определяется составом породообразующих компонентов и изменяется от слабой до хорошей. Характерно наличие выпукло-вогнутых и прямолинейных, реже точечных структур межзерновых контактов. Сортировка хорошая, реже средняя. Поры часто несвязанные между собой, межзерновые, редко внутризерновые, по размерности — тонкие и мелкие, относительно равномерно распределены по породе. Фльтрационно-емкостные характеристики: $K_p = 5,0\text{--}25,1\%$, $K_{pr} = 0,216\text{--}4289,900\text{ мД}$.

Фации отмирания приливо-отливного канала (ПОКо) представлена песчаниками (мощностью до 1,16 м) преимущественно тонко-мелкозернистыми и мелко-среднезернистыми с тонкими прослоями алевролитов. Породы преимущественно с хорошей сортировкой, с тонкой пологоволнистой слоистостью. В песчаниках наблюдаются двойные глинистые слои.

Отложения приливо-отливных отмелей отмечаются в подчиненном количестве, что, вероятно, объясняется достаточно расчлененным палеорельефом. Глинистые отмели сложены алевритами крупно-мелкозернистыми глинистыми, редко мелко-крупнозернистыми песчанистыми, с пологоволнистой и линзовидно-волнистой микрослоистостью, реже с текстурами пластических деформаций, с трещинками синерезиса. Смешанные отмели — неравномерное переслаивание песчаников мелко-тонкозернистых неравномерно алевритистых, в меньшей степени средне-мелкозернистых и алевролитов крупно-мелкозернистых глинистых. Для пород характерны пологоволнисто-слоистые,

линзовидно-волнистослоистые и деформационные текстуры, присутствие трещинок синерезиса (рис. 2в). Фация песчаных приливо-отливных отмелей представлена песчаниками разномелко- и мелко-тонкозернистыми. Породы преимущественно с хорошей и средней сортировкой, с пологоволнистой слоистостью, с трещинками синерезиса.

Фация приморского озера (ОПр) представлена алевритами крупно-мелкозернистыми и мелкозернистыми глинистыми, реже алевритами мелко-крупнозернистыми песчанистыми. Породы преимущественно с хорошей сортировкой, с пологоволнистой и субгоризонтальной микрослоистостью. В породах наблюдаются редкие трещинки синерезиса, прожилки ЧОВ, мелкие стяжения и рассеянные кристаллы пирита. Фация прибрежной части приморского озера (ОПрп) представлена песчаниками средне-мелкозернистыми и разномелкозернистыми, в меньшей степени алевритами крупно-мелкозернистыми глинистыми. Породы преимущественно с хорошей и средней сортировкой, в основном с пологоволнистой слоистостью. Толщины озерных фаций переходных обстановок — 1,16–1,44 м.

Фациальный комплекс заливов и лагун включает в себя осадки заливов (З), лагун (Л) и песчаной косы (Кп). В результате постепенного затопления территории исследований отложения комплекса приливо-отливных отмелей сменяются вверх по разрезу комплексом фаций заливо-лагунного побережья.

Фации песчаной косы (Кп) встречаются в единичных скважинах юго-восточной части территории и имеют незначительные толщины (до 4,5 м). Представлены песчаниками мелко-тонко- и тонко-мелкозернистыми алевритистыми и алевритовыми, с мелкой косой слоистостью или однородной текстурой (рис. 2д). По минеральному составу породы классифицируются как полевошпат-кварцевые (ПШ — 10,1–16,0 %). Зерна имеют слабо- и плохо-, реже окатанную форму, что объясняется минеральным составом породообразующих компонентов (высокое содержание пластичных обломков пород, присутствие слюдяного материала и ПШ — в совокупном содержании до 50 % породы). Для пород характерны прямолинейные и выпукло-вогнутые структуры зерновых контактов, хорошая сортировка. Из седиментационных цементов отмечается глинистый материал пленочного и порового типа. Пустотное пространство представлено преимущественно несвязанными межзерновыми порами тонкого и мелкого размера, равномерно распределенными по породе. Филтрационно-емкостные характеристики: Кп = 8,5–12,9 %, Кпр = 0,112–10,277 мД.

Фация залива (З) представлена аргиллитами, алевритами мелкозернистыми глинистыми и крупно-мелкозернистыми глинистыми (рис. 2г). Мощность фации до 5,45 м. Породы микро- и тонкослоистые, с субгоризонтальной и пологоволнистой слоистостью, реже отмечается неясная слоистость и текстуры пластических деформаций. Отмечаются прожилки черного органического вещества, кристаллы и мелкие стяжения пирита.

Фация лагуны (Л), толщиной до 1,66 м, представлена алевритами мелко- и крупно-мелкозернистыми глинистыми, песчаниками тонкозернистыми алевритовыми глинистыми, мелко- и разномелкозернистыми, доломитами разномелко- и тонкокристаллическими, известняками микро- и тонкокристаллическими (рис. 2з).

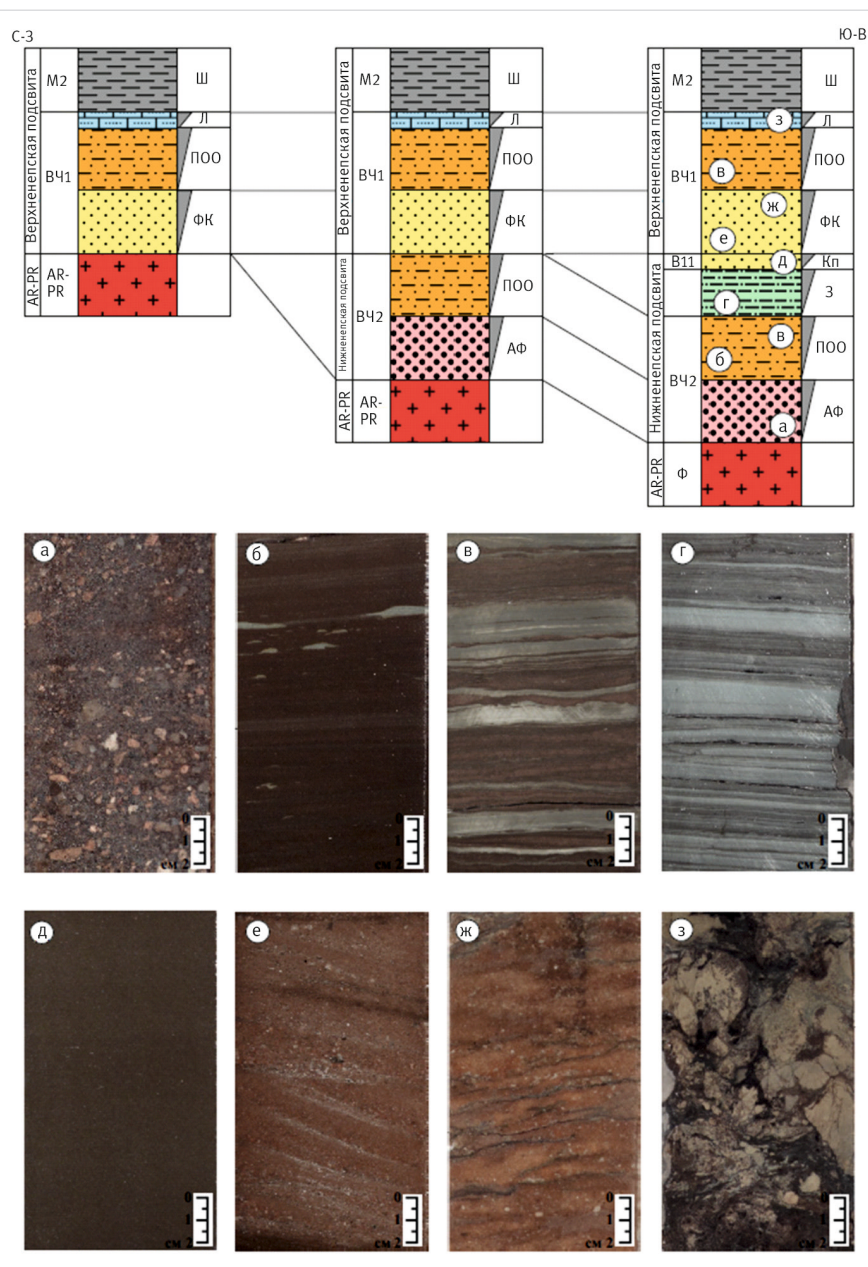


Рис. 2. Схематичный разрез непской свиты Верхнечонского месторождения с фотоиллюстрациями основных фаций: а — гравийно-песчаные отложения аллювиальных фэнов; б — песчаные отложения приливо-отливных каналов; в — глинисто-алевро-песчаные отложения приливо-отливных отмелей; г — глинистые отложения заливов; д — песчаные отложения песчаной косы; е — песчаные отложения флювиальных каналов; ж — песчаные отложения флювиальных каналов с приливо-отливным влиянием; з — терригенно-карбонатные отложения лагуны

Fig. 2. Schematic section of the Nepskaya formation of the Verkhnechonskoye field with photo illustrations of the main facies: а — gravel-sand deposits of alluvial fans; б — sand deposits of tidal channels; в — clay-silt-sand deposits of tidal shoals; г — clay deposits of bays; д — sand deposits of a sand spit; е — sandy deposits of fluvial channels; ж — sandy deposits of fluvial channels with tidal influence; з — terrigenous-carbonate deposits of the lagoon

Породы неясно- и пологоволнистослоистые, отмечаются также текстуры пластических деформаций. Для терригенных разностей характерен обильный (часто базальный) карбонатный цемент. Терригенно-карбонатные породы неравномерно сульфатизированные, с кристаллами и стяжениями пирита.

Шельфовые фации завершают разрез непской свиты, достаточно выдержаны по мощности (до 10,15 м) и соответствуют региональному реперу М2. Аргиллиты, реже алевриты мелкозернистые глинистые, субгоризонтально-микрослоистые, участками с пологоволнистой, линзовидно-волнистой

микрослоистостью и текстурами пластических деформаций, с прожилками ЧОВ, со стяжениями и кристаллами пирита.

Под поставленные задачи петрографических исследований была проведена выборка шлифов, включившая в себя 210 образцов по 33 скважинам. Подборка производилась по нескольким основным факторам: наличие комплекса минералогических и петрофизических исследований (РСА, РФА, РЭМ, результаты обессоливания), максимальный охват отложений различных литогенетических типов пород с приоритетом в пользу потенциальных пород-коллекторов,

равномерность распределения точек отбора по площади месторождения и по разрезу. Наиболее охарактеризован пласт В10, что связано в первую очередь с его повсеместным распространением.

По минеральному составу все породы классифицируются как полевошпат-кварцевые, реже полевошпат-кварцевые граувакки и аркозы. Породообразующими минералами являются кварц, реже полевые шпаты, обломки пород. Полевые шпаты представлены преимущественно калиевыми разновидностями (ортоклаз и микроклин), редко — плагиоклазами. Среди обломков пород отмечаются каркасные (микрокварциты, слюдисто-кварцевые микросланцы, кислые эффузивы) и пластичные (слюдистые, глинистые микросланцы, хлоритовые зерна) разновидности. В глинисто-алевритовых разностях отложений присутствует незначительное количество слюдистого материала — слабогидратированные, деформированные пластинки биотита, реже мусковита.

Сортировка пород, их окатанность, степень уплотнения и, соответственно, типы зерновых контактов различны в зависимости от генетической принадлежности.

По территории и разрезу отмечается различная степень цементации терригенных пород аутигенного генезиса. Также встречается глинистый цемент преимущественно гидрослюдистого состава. Характер вторичной цементации по равномерности заполнения во многом определяется степенью сортировки породы и меняется от точечного, пятнистого (очень плохая и плохая сортировка) до сплошного (хорошая), нацело залечивающего межзерновое пространство.

Как и в предыдущих исследованиях терригенных отложений непской свиты, в породах была зафиксирована отчетливо проявленная последовательность аутигенного минералообразования: регенерация кварца и полевого шпата → карбонатизация → сульфатизация → хлоридизация (рис. 3а–г) [Постников, 2019].

Регенерация кварцевых и полевошпатовых зерен проявила себя в образовании прерывистых и сплошных каемок толщиной до 0,15 мм, а также в восстановлении кристаллографических граней и формировании угловатых шиповидных наростов высотой до 0,25 мм (рис. 3д–е). Между каемками регенерации и зернами нередко наблюдаются чешуйки глинистого вещества, отчетливо диагностируемые под микроскопом.

Процессы карбонатизации (рис. 3ж–з) встречаются повсеместно, вне зависимости от фациальной приуроченности пород и представлены минералами кальцита, доломита, сидерита и их различными сочетаниями. Карбонатный материал активно корродирует кромки зерен, частично их замещает, а также минерализует межзерновое пространство. В ходе работы была установлена «зональность» распределения карбонатных минералов в пределах изучаемой площади. Сидерит сосредоточен в южной и юго-восточной части месторождения, доломит — в центральной, кальцит — в северной и северо-западной. Такая зональность может быть обусловлена существующим структурными планами и минералогической плотностью карбонатных минералов.

Сульфаты (ангидрит, реже гипс) преимущественно агрегатного строения, редко образуют отдельные удлинённые призматические

кристаллы (пойкилитовый тип цементации), частично или полностью выполняют поры, а также замещают обломки. Их содержание варьирует от первых % (пятнистый тип) до образования практически полных псевдоморфоз (базальный тип) (рис. 3и–к). В керне был зафиксирован неравномерный характер распределения сульфатного цемента (пятнистый, линзовидный, послойный), приуроченного к крупно-, грубопсаммитовому и гравийному материалу. Интенсивные процессы сульфатизации пород непской свиты характерны для южной и юго-восточной части месторождения. Также в верхней части пласта В10 отмечаются редкие линзы и стяжения сульфатов, сформированных на ранних стадиях диагенеза в результате просачивания из перенасыщенных вод лагун. Терригенно-сульфатно-карбонатные отложения встречаются в кровле пласта.

Хлориды представлены галитом (по данным рентгеноструктурного анализа), который в изучаемых породах имеет агрегатное строение в виде «пластичной» массы и залечивает пустотное пространство, оставшееся после карбонатов и сульфатов (рис. 3л–м). Уменьшение степени галитизации происходит вниз по разрезу, что связано с вертикальной миграцией рассолов из вышележащих галогенных толщ. По площади месторождения галитизация выделяется в виде линейных зон, приуроченных к определённым разломам северо-западного простирания.

Установлено, что сульфатизация и хлоридизация являются ключевыми постседиментационными процессами, оказывающими значительное влияние на первичную структуру палеоколлектора и объем порового пространства пород, определяющими

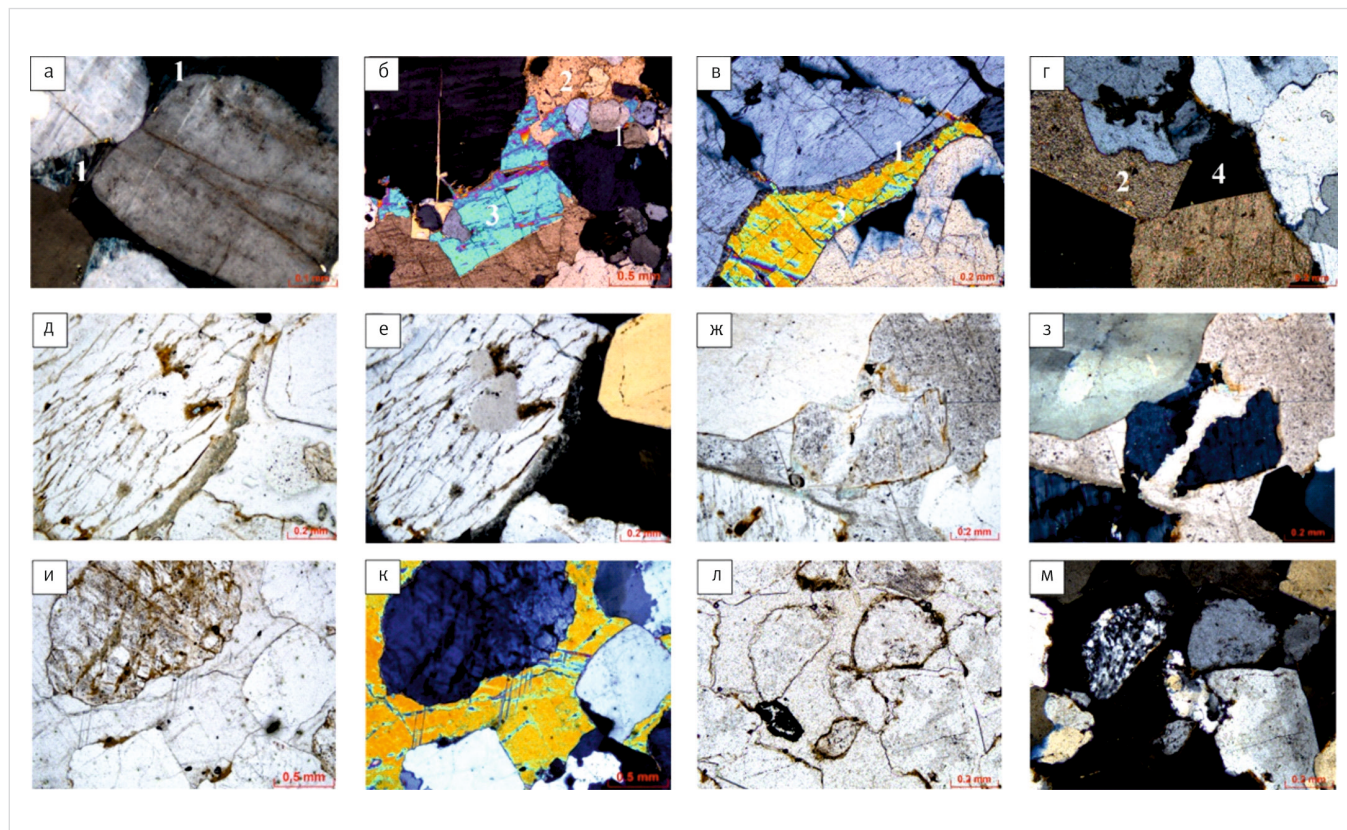


Рис. 3. Вторичные процессы минералообразования: а–г — последовательность (1 — регенерация, 2 — карбонатизация, 3 — сульфатизация, 4 — хлоридизация), д, е — регенерация кварца и полевого шпата, ж, з — карбонатизация, и, к — сульфатизация (ангидрит), л, м — хлоридизация (галит)

Fig. 3. Secondary mineral formation processes: а–г — sequence (1 — regeneration, 2 — carbonatization, 3 — sulfatization, 4 — chloridization), д, е — quartz and feldspar regeneration, ж, з — carbonatization, и, к — sulfatization (anhydrite), л, м — chloridization (halite)

в значительной степени величину эффективных толщин пластов и продуктивность скважин. Развитие данных процессов связано, предположительно, со стадиями катагенеза и тяготеет преимущественно к палеоколлекторам (фации аллювиальных фэнов, флювиальных и приливно-отливных каналов), то есть породам с изначально высокими фильтрационно-емкостными характеристиками. В целом, вторичная минерализация терригенных отложений непской свиты является многостадийной и закономерной, что также отмечают многие исследователи [Букаты, 1981; Коновальцева, 2010; Постников, 2019].

Вторичная минерализация продуктивных пластов, предположительно, осуществлялась неоднократно в разные этапы геологического развития территории и определялась периодами тектонической активизации платформы — трапповый магматизм на рубеже пермско-триасового времени, система надвиговых дислокаций раннего палеозоя со стороны Предплатомского прогиба.

Таким образом, вторичная минерализация отложений непской свиты Верхне-чонского месторождения определяется как первичными структурно-текстурными особенностями пород, так и локализацией поступления высокоминерализованных рассолов

в результате совокупности тектонических движений и процессов.

Итоги

По результатам проведенных седиментологических исследований были выделены основные этапы развития территории Верхнечонского месторождения в непское время и выбраны концептуальные модели седиментации.

Выводы

При прогнозе распространения пород-коллекторов непской свиты учитывались два основных фактора — фациальное строение продуктивных пластов и особенности проявления вторичной минерализации пород. Полученные в ходе работ результаты были использованы при последующем построении геологической модели и помогли оценить риски в потенциальных зонах бурения.

Литература

1. Воробьев В.С., Чеканов И.В., Клинов Я.С. Модель распространения терригенных коллекторов и засоленных песчано-гравелитистых отложений в пределах месторождений центральной части непского свода // Геология нефти и газа. 2017. № 3. С. 47–60.

2. Гурова Т.И., Чернова Л.С. и др. Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы. М.: Недра, 1988. 251 с.
3. Зверев К.В., Лебедев М.В., Хохлов Г.А. Принципиальная фациально-стратиграфическая модель терригенных отложений венда Верхнечонского месторождения (сибирская платформа) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. № 9. С. 31–42.
4. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. (Стратиграфия, история развития). Новосибирск: СНИИГиМС, 2018. 177 с.
5. Постникова О.В. Эволюция рифей-венд-кембрийского осадочного бассейна юга Сибирской платформы и его нефтегазоносность: Автореф. дисс. д.г.-м.н. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2008. 40 с.
6. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антиклизы и Катангская седловина). Новосибирск: СО РАН, 2007. 467 с.

ENGLISH

Results

Based on the results of the sedimentological studies, the main stages of the development of the Verkhnechonskoye deposit during the Nepa period were identified, and conceptual models of sedimentation were selected.

Conclusions

When predicting the distribution of reservoir rocks in the Nepa Formation, two main factors were taken into account: the facies structure of the productive layers and the characteristics of secondary mineralization in the rocks.

The results obtained during the work were used in the subsequent construction of the geological model and helped to assess the risks in potential drilling areas.

References

1. Vorobyev V.S., Chekanov I.V., Klinovaya Ya.S. The distribution model of terrigenous reservoirs and saline sand-gravelite deposits within the fields of the central part of the Nepal arch. Oil and Gas Geology, 2017, issue 3, P. 47–60. (In Russ).
2. Gurova T.I., Chernova L.S., et al. Lithology and formation conditions of oil and gas reservoirs of the Siberian Platform. Moscow: Nedra, 1988, 251 p. (In Russ).
3. Zverev K.V., Lebedev M.V., Khokhlov G.A. Principal facies-stratigraphic model of vendian terrigenous deposits of Verkhnechonsky field (siberian platform). Geology, geophysics and development of oil and gas fields, 2012, issue 9, P. 31–42. (In Russ).
4. Melnikov N.V. The Vendian–Cambrian Salt-Bearing Basin of the Siberian Platform (Stratigraphy, Evolutionary History). Novosibirsk: SNIIGiMS, 2018, 177 p. (In Russ).
5. Postnikova O.V. Evolution of the Riphean-Vendian-Cambrian sedimentary basin of the south of the Siberian platform and its oil and gas potential: abstract of dr. geol.-min. sci. diss. M.: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2008, 40 p. (In Russ).
6. Shemin G.G. Geology and prospects of oil and gas potential of the vendian and lower cambrian of the central regions of the Siberian platform (Nepsko-Botuobinskaya, Baikitskaya Antecises, and Katangskaya Saddle). Novosibirsk: SB RAS, 2007, 467 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Неделько Ольга Валерьевна, заведующей лабораторией, ООО «РН-Геология Исследования Разработка», Тюмень, Россия
Для контактов: ovnedelko@rn-gir.rosneft.ru

Калина Руфина Илдусовна, ведущий специалист, ООО «РН-Геология Исследования Разработка», Тюмень, Россия

Локшин Денис Александрович, начальник отдела геолого-гидродинамического моделирования, АО «Верхнечонскнефтегаз», Институт Земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

Валеев Рушан Рушанович, к.г.-м.н., начальник управления по разработке месторождений, АО «Верхнечонскнефтегаз», Институт Земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

Nedelko Olga Valerievna, head of the laboratory, “RN-Geology Research Development” LLC, Tyumen, Russia
Corresponding author: ovnedelko@rn-gir.rosneft.ru

Kalina Rufina Ildusovna, leading specialist, “RN-Geology Research Development” LLC, Tyumen, Russia

Lokshin Denis Aleksandrovich, head of the department of geological and hydrodynamic modeling, “Verkhnechonskneftegaz” JSC, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Valeev Rushan Rushanovich, candidate of geology-mineralogical sciences, head of the field development department, “Verkhnechonskneftegaz” JSC, Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia