
НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

УДК: 550.8:553.98 (476)

**С.Е. Бобров¹, Н.В. Танинская², И.С. Низяева³, В.Н. Зельцер⁴,
Н.Н. Колпенская⁵, М.Н. Грислина⁶, О.Н. Грибовская⁷, И.А. Яшин⁸**
¹нач. отдела петрофизики АО «Центральная геофизическая экспедиция» (Россия)
²д-р геол.-минерал. наук, зав. отделом нефтяной геологии АО «Геологоразведка» (Россия)
³зав. лаб. исследований керна АО «Геологоразведка» (Россия)
⁴ст. науч. сотрудник отдела нефтяной геологии АО «Геологоразведка» (Россия)
⁵зам. зав. отдела стратиграфии АО «Геологоразведка» (Россия)
⁶ст. науч. сотрудник отдела нефтяной геологии АО «Геологоразведка» (Россия)
⁷ведущий. геолог отдела поисков и разведки залежей углеводородов БелНИПИнефть
Государственного производственного объединения «Белоруснефть»
⁸канд. геол.-минерал. наук, нач. отдела литологии и стратиграфии БелНИПИнефть
Государственного производственного объединения «Белоруснефть»
e-mail: sebobrov@cge.ru

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ СТАРООСКОЛЬСКОГО ГОРИЗОНТА РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Обосновывается целесообразность проведения детализационных лито-фациальных работ на примере исследований старооскольских образований Речицкого месторождения нефти, которые направлены на выделение и локализацию участков развития пород-коллекторов, картирование границ их выклинивания и замещения. Полученные результаты являются основой прогноза новых зон развития ловушек комбинированного типа, а также используются при ранжировании объектов, перспективных на постановку дальнейших нефтепоисковых геологоразведочных работ.

Введение

В 2015 г. в отложениях ланско-старооскольского возраста Речицкого месторождения открыты две новые залежи нефти (восточный и северный блоки). Это свидетельствует о недостаточной геологической изученности территории, связанной, в первую очередь, с отсутствием детальных литолого-фациальных работ.

Материалы и методы исследований

В практике геологоразведочных работ РУП «ПО «Белоруснефть» применяется унифицированная модель-схема расчленения продуктивных частей разреза Припятского прогиба с элементами кодификации. Технология составления этой модели для Припятского прогиба была разработана В.Н. Бескопыльным в 1996 г. в Тематической партии. Она базируется на выделении в продуктивной части разреза литопластов-компонентов, группирующих гидродинамически связанные пласты-коллекторы, обозначенные по ГИС, и присвоении им наименований-кодов. Граница компонента определяется кровлей первого и подошвой последнего пласта в установленном стратиграфическом срезе. В свою очередь, это позволяет идентифицировать ту или иную часть разреза в соседних скважинах и проследить площадное распространение пород-коллекторов в пределах месторождения.

Результаты исследований и их обсуждение

В отложениях старооскольского горизонта исследуемой территории выделено восемь компонент: 4.7.0.1–4.7.0.8, три в кровельной части, три в средней и два в подош-

венной частях (рисунок 1). Пласты-коллекторы характеризуются неоднородностью распространения как по разрезу, так и по площади простирания.

При практически выдержанных толщинах отложений горизонта на небольших расстояниях происходит изменение литологического состава, заглинизированность алеврито-песчаных разностей, наложение катагенетических изменений, что влияет на ухудшение коллекторских свойств пород и определяет неоднородность распространения компонентов по площади [1].

В этой связи возникает необходимость рассмотреть особенности строения и фациальные характеристики пластов-коллекторов. Реконструкция обстановок осадконакопления, выделение литофаций и построение фациальной карты проводилось на основе методики седиментационного моделирования [2].

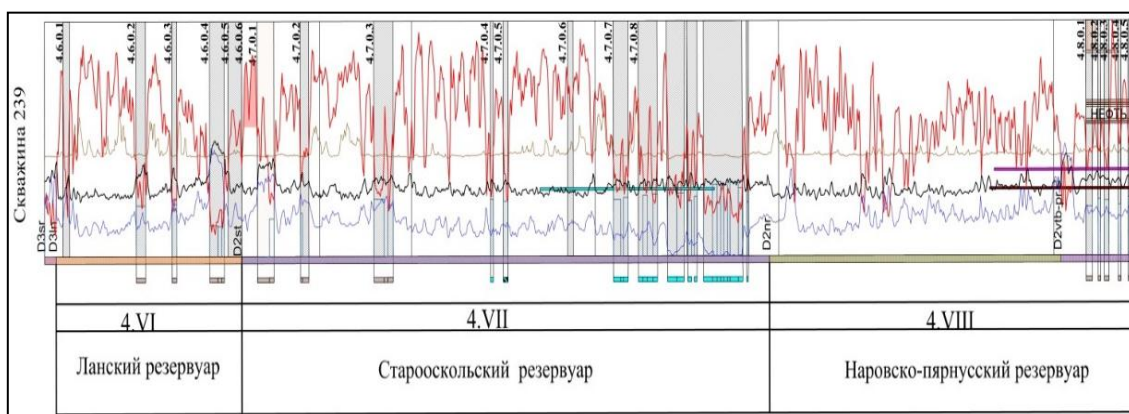


Рисунок 1. – Модель-схема стратиграфического расчленения разреза ланско-старооскольских отложений с выделением пластов-коллекторов и их кодификацией на примере скв. № 239 Речицкая

По результатам фациальной интерпретации керна, ГИС и анализа карты мощностей определена седиментологическая модель на время накопления песчаных регрессивных пластов старооскольского горизонта Речицкого месторождения. Осадконакопление в старооскольское время происходило в прибрежно-морских условиях по модели дельты с преимущественным влиянием приливно-отливных процессов.

Седиментация осуществлялась в зоне морского края дельты, представленного приливно-отливной отмелью, прорезанной серией разветвленных приливно-отливных дельтовых каналов, формирующих песчаные гряды, отмели и приморские болота. Снос терригенного материала, вероятно, осуществлялся с северо-востока.

Керном охарактеризованы фации дельтового канала, приливно-отливного канала, приливно-отливных отмелей, дистального конуса выноса дельты и мелководно-морского шельфа.

В подводной части дельтовой равнины, расположенной преимущественно на юге и юго-востоке, формировались конусы выноса дельты с проксимальной, средней и дистальной частями. В результате трансгрессий территория временами затоплялась мелководным морем и дельта отступала на северо-восток.

Проградация дельты происходила в ранне-старооскольское, средне-старооскольское и в начале поздне-старооскольского времени, где отмечается алеврито-песчаная седиментация. В периоды кратковременных трансгрессий на исследуемой территории наблюдалась глинистая седиментация.

Распространение пластов-коллекторов, приуроченных к компоненте 4.7.0.8, отмечается повсеместно и выходит далеко за пределы границ рассматриваемой площади. По данным литолого-седиментологического описания керна, разрез отложений сформирован в условиях *дельтового комплекса фаций*. Керном охарактеризована фация дельтового канала, которая представлена песчаниками серыми, светло-серыми, красновато-серыми, массивными, тонкозернистыми, ожелезненными, с редкими интракластами аргиллита, с глинистым цементом.

Отложения пластов-коллекторов в пределах Речицкого месторождения, по-видимому, сформировались в условиях накопления *фации дельтового канала*. Мощность фации варьирует от 2 до 10 метров, при этом максимальная ее мощность отмечается в разрезе отложений скважин № 244 и № 175 Речицкая. Отложения представлены песчаниками тонко- и мелкозернистыми, преимущественно слабощементированными с глинистым составом цемента. Цвет песчаников от светло-серых с желтоватым оттенком, бежевых, светло-коричневых до темно-коричневых за счет разной степени нефтенасыщения пород с заметным запахом углеводородов. Реже отмечаются красноцветные, пестро-цветные песчаники.

Текстуры пород преимущественно массивные, что обуславливает высокую скорость седиментации осадка. Также наблюдается перекрестная косая, троговая и горизонтальная слоистости, мелкая косая слойчатость ряби течения, волнистая слоистость. Характерно присутствие эрозионных поверхностей (врезов), подчеркнутых незначительным увеличением зернистости, сменой текстурных особенностей пород, интракластами глинистых разностей.

Для отложений фации характерна резкая нижняя граница и постепенная верхняя, с уменьшением зернистости вверх по разрезу и появлением прослоев алевролита глинистого в кровле песчаных пачек. Встречаются интракласты глинистых пород уплощенной формы, ориентированные по напластованию, фито-детритовые импульсы, образующие горизонтальную слоистость. На плоскостях напластования наблюдается большое количество слюдистого и углисто-слюдистого материала.

По данным анализа вещественного состава (результаты петрографического анализа), установлено, что породы фации дельтового канала относятся к мономиктовым кварцевым, кремнекласитово-кварцевым и реже к полевошпатово-кварцевым песчаникам [3]. Распределение фигуративных точек на графиках дифференциальных кривых (на примере образцов керна из скв. № 240 Речицкая) формирует одномодальную картину их конфигурации – преимущественно крутые остроконечные формы с одним пиком свидетельствуют о хорошей сортировке исследуемых пород (преобладает фракция 0,25–0,1 мм) [4].

Анализ средних значений пористости и глинистости по скважинам показал, что отложения пласта-коллектора (компонента 4.7.0.8) характеризуются пористостью 18 %, проницаемостью – 127 мД, поля с минимальной глинистостью (менее 25 %) отложений практически совпадают с зонами улучшенных фильтрационных характеристик пород по пористости. По своим фильтрационно-емкостным свойствам породы фации могут быть отнесены к II, III, IV, реже V классу коллекторов по классификации А.А. Ханина [5].

Выше по разрезу через глинисто-алевритистый слабопроницаемый пласт мощностью 7–10 м выделены пласты-коллекторы, приуроченные к компоненте 4.7.0.7. Породы описываемого продуктивного пласта сформированы в сходных условиях с подстилающими породами-коллекторами, однако разрез отложений характеризуется повышенной глинистостью пород, что может свидетельствовать о преобладании относительно спокойных условий осадконакопления. Породам присущи пониженные значения пористости, в пределах развития пласта лишь в восточной части месторождения

выделен локальный участок с пористостью отложений выше 8 %, а минимальные значения глинистости пород (менее 35 %) отмечены также в центральной его части.

В пределах Речицкого месторождения исследуемые пласты-коллекторы (компоненты 4.7.0.7–4.7.0.8) в нефтепоисковом плане интереса не представляют, поскольку повсеместно обводнены.

Выше по разрезу залегает мощная (20–30 м) преимущественно глинисто-алевролитовая толща, в объеме которой локально выделяются маломощные (до 5 м) линзовидные и разрозненные в площадном плане пласты-коллекторы, соответствующие компонентам 4.7.0.6–4.7.0.4.

Анализ особенностей накопления указанных пластов-коллекторов свидетельствует о снижении интенсивности поступления обломочного материала в бассейн седиментации. Последнее в сравнении с ниже залегающими породами-коллекторами характеризуется увеличенными значениями глинистости отложений, которые варьируют от 30 до 55 %. Кроме того, описываемые пласты характеризуются наличием маломощных карбонатных прослоев в керне скважин исследуемой территории. По данным литолого-седиментологического описания керна разрез отложений сформирован в условиях накопления **группы фаций подводной части дельты**.

В пределах исследуемой части разреза месторождения керном охарактеризована фация *дистального конуса выноса дельты*. Отложения диагностируются в единичных скважинах – № 207 и № 274п Речицкая. Мощность отложений по керну достигает 2,3 м.

Фация представлена алевролитами глинистыми, аргиллитами алевролитистыми темно-серыми с тонкими прослоями и линзами алевро-песчаного материала, образованного волновой деятельностью. Отмечается маломощный прослой песчаника (23 см) тонко-мелкозернистого кварцевого с высокой степенью нефтенасыщения, характеризующийся текстурами бугорчатой криволинейной слоистости, образованной, по-видимому, штормовыми волнами. В отложениях фации также отмечены мелкие трещины синерезиса, образующиеся в результате смешения пресных и соленых вод, отпечатки створок мелких двустворчатых моллюсков.

Подобная линия фации в отложениях скв. № 274п Речицкая подчеркнута эрозионной поверхностью, а также интенсивной минерализацией (пиритизация и ожелезнение). Эта поверхность могла сформироваться в результате колебания уровня моря. Выделенная поверхность несогласия говорит о перерыве и резкой смене обстановок осадконакопления и, как следствие, образовании отложений разного генезиса.

Породы на 50 % сложены мелкозернистой песчаной фракцией пород с размерностью частиц 0,25–0,1 мм и на 30 % мелкозернистой алевролитовой фракцией <0,07 мм. Средние значения пористости не превышают 7 %, при этом значения проницаемости едва достигают 1 мД. По фильтрационно-емкостным свойствам породы фации отнесены к V–VI классам коллектора. Пласты-коллекторы Речицкого месторождения, приуроченные к компонентам 4.7.0.4–4.7.0.6, обводнены и в нефтепоисковом плане интереса не представляют.

Как уже было отмечено выше, в пределах Речицкого месторождения пласты-коллекторы, соответствующие компонентам 4.7.0.1–4.7.0.3, являются одним из основных объектов разработки в отложениях ланско-старооскольского возраста. В период формирования указанных пластов-коллекторов отмечается увеличение объема поступления терригенного материала.

В пределах Речицкой площади наряду с обширным появлением сульфатно-карбонатных прослоев в описываемом разрезе отложений отмечается обильное поступление терригенного материала, что выразилось в формировании преимущественно песчано-алевролитисто-глинистого типа разреза отложений. По данным литолого-седиментологического описания керна, разрез отложений сформирован в условиях накопления

группы фаций морского края дельты, которая представлена фациями: *приливно-отливного канала* и *приливно-отливной отмели* (*песчаная, смешанная, глинистая*).

На территории Речицкого месторождения наибольшее распространение получили отложения *фации приливно-отливного канала*. Мощность отложений фации составляет от 0,3 до 6,0 м, максимальная мощность отложений установлена в разрезе скважины № 305 Речицкая.

Фация сложена песчаниками от мелкозернистых до тонкозернистых с маломощными прослоями алевролитов глинистых (до 25–30 см). Цвет песчаника от светло-серого с желтоватым оттенком до серо-коричневого за счет нефтенасыщения от слабой до средней степени интенсивности. Цемент в основном глинистый, часто отмечаются слаболигифицированные прослои. Текстуры: мелкая косая слойчатость восходящей ряби течения, как однонаправленная, так и разнонаправленная, реже массивная, волнистая слоистость, волновая рябь. В строении косослоистых и прерывисто-слоистых песчаников наблюдаются сдвоенные глинистые слойки, обусловленные воздействием приливно-отливных процессов. В приливно-отливных каналах встречаются небольшое количество мелких углефицированных, чаще полых корешков растений, интракласты глинистого состава (до 2 см) зеленого цвета (размокают в воде). Намывы углефицированного растительного детрита и сидерита на плоскостях напластования. Характерным является наличие в отложениях следов биотурбации, а также трещин синерезиса в прослоях алевролита глинистого.

В разрезе отложений скв. № 275 Речицкая породы участками сильно пористо-кавернозные; каверны неправильной изогнутой и овально-округлой формы размером до 3 см. По результатам петрографического анализа породы фации представлены кремнекласитно-кварцевым песчаником. Для исследуемых образцов, по данным анализа графиков дифференциальных кривых, присущи остроконечные формы с одним пиком, что свидетельствует о хорошей сортировке исследуемых пород.

Разрез отложений преимущественно сложен мелкозернистой песчаной фракцией 0,25–0,1 мм, здесь иногда встречаются прослои, состоящие из крупнозернистой алевроитовой фракции 0,1–0,07 мм. Концентрация крупнозернистых фракций не превышает 10 %, и кривые в областях их значений пологие, без скачков, что позволяет относить исследуемые породы к мелко- и тонкозернистым пескам. Величина среднего диаметра зерен (0,14 мм) слабо меняется в разрезе отложений скважин, вскрывших описываемый интервал (от 0,06 до 0,2 мм), что говорит о малой изменчивости силы и скорости течения на исследуемой территории.

В образцах зерна скважин № 174 и № 203 зафиксированы преимущественно отрицательные значения асимметрии, свидетельствующие о преобладании пород с большой размерностью частиц, что можно объяснить увеличенным привнесом обломочного вещества.

В образцах зерна остальных скважин (№ 208, № 212, № 294, № 299) показатели асимметрии имеют положительное значение, что указывает на преобладание тонкозернистых фракций в исследуемых образцах. Положительные значения эксцесса свидетельствуют о стабильности переработки и пересортировки терригенного материала на относительном уровне, определяющимся средним размером диаметра зерен.

Средние значения пористости варьируют в пределах 12–14 %, проницаемости – 44 мД. По своим фильтрационно-емкостным свойствам породы фации могут быть отнесены к III–IV, реже к V, единично VI классу.

Отложения фации *приливно-отливных отмелей* также довольно широко распространены. Мощность фации изменяется от 0,3 до ~6,55 м, а максимальные значения отмечены в скв. № 240 Речицкая. По соотношению глинистого и песчаного материала

в отложениях фации можно выделить *песчаную, глинистую и смешанную приливно-отливную отмели*.

Отложения *глинистой приливно-отливной отмели* представлены алевролитом глинистым с прослоями песчаника тонкозернистого и аргиллита. Отложения *смешанной приливно-отливной отмели* представлены равномерным чередованием прослоев песчаника тонкозернистого, алевролита глинистого и аргиллита. Отложения *песчаной приливно-отливной отмели* представлены песчаниками от мелкозернистых до тонкозернистых с ритмичными прослоями алевролита глинистого и аргиллита.

В целом набор отложений этих фаций характеризуется неравномерным волнистым, линзовидно-волнистым переслаиванием (в разных процентных соотношениях) алевролитов глинистых и песчаников тонкозернистых, прослоями до аргиллитов тонколинзовидно-слоистых. В приливно-отливных отмелях, приближенных к морю, отмечается волновое влияние, выраженное в появлении таких текстур, как волновая рябь, рябь течения в песчаных прослоях, сдвоенные глинистые слойки, встречается градационная слоистость.

Характерны четкие (не размытые) границы с песчаными слойками – «жидкие илы». Биотурбация развита спорадически, интенсивность от единичных ходов до высокой степени. Отмечаются мелкие трещины синерезиса. Из растительных остатков встречаются мелкие углефицированные и пиритизированные корни растений, на плоскостях напластования мелкий углисто-слюдистый материал. Из фаунистических остатков встречаются отпечатки мелких (до 1–1,5 см) створок раковин двустворчатых моллюсков, мелкий ихтиодетрит на плоскостях напластования. В глинистых разностях отмечаются многочисленные зеркала скольжения.

Часто породы подвергнуты интенсивным вторичным преобразованиям (гематитизация отмечена в скважине № 240 Речицкая в интервале 2 762,7–2 765,1 м; гематитизация и пиритизация выявлены в скважине № 276 Речицкая в интервалах 2 749,57–2 750,7, 2 752,0–2 752,65, 2 761,1–2 761,3 м и в скважине № 294 Речицкая в интервалах 2 698,0–2 699,8, 2 700,17–2 700,88, 2 705,0–2 706,5 м).

По данным петрографического анализа, породы фации приливно-отливной отмели песчаного и смешанного типов могут быть отнесены в основном к кремнекластито-кварцевым породам. Более 60 % пород фации приливно-отливной отмели песчаного типа сложено мелкозернистой песчаной фракцией 0,25–0,1 мм; для приливно-отливной отмели смешанного типа этот показатель составляет около 55 %; для приливно-отливной отмели глинистого типа – 70 %.

По фильтрационно-емкостным свойствам породы фации приливно-отливной отмели в целом могут быть отнесены к IV, V, VI классам. Средние значения пористости пород составляют около 11 %, проницаемости – 11 мД.

Проведенные комплексные исследования показали, что отложения старооскольского горизонта в пределах Речицкого месторождения имеют полифациальную природу. В их составе широко распространены отложения, отвечающие переходным и морским (в основном прибрежно-морским) обстановкам осадконакопления, которые находятся в сложных вертикальном и латеральном взаимоотношениях.

Нижняя часть горизонта повсеместно представлена прибрежно-морскими образованиями, которые вверх по разрезу сменяются дельтовыми (рисунок 2).

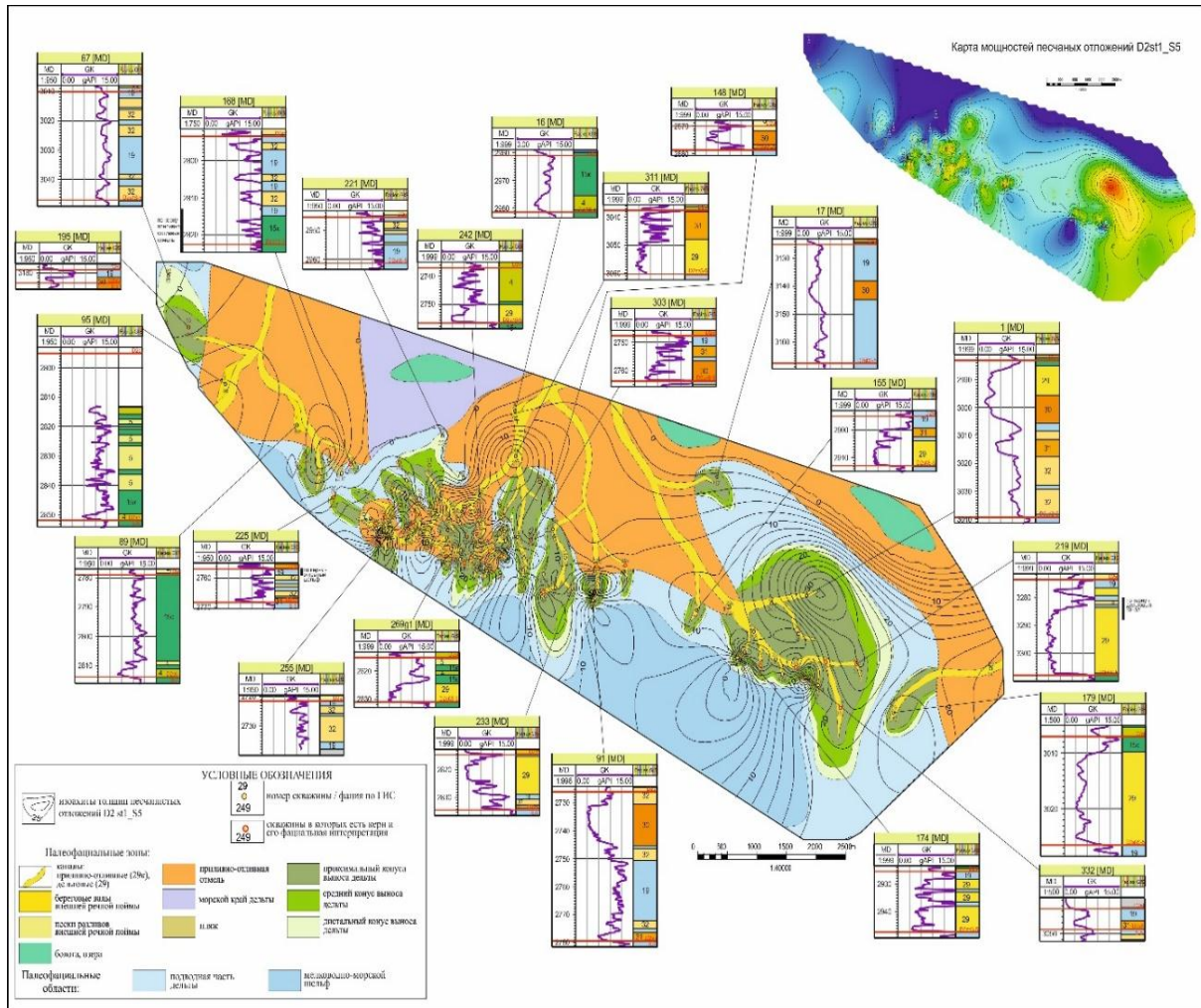


Рисунок 2. – Фациальная карта развития пород-коллекторов, приуроченных к отложениям компонент 4.7.0.1–4.7.0.3 Речицкого месторождения

Выделенные обстановки осадконакопления в пределах Речицкого месторождения в той или иной мере будут характерны и для остальной части Речицко-Вишанской тектонической ступени Припятского прогиба, т.к. формирование рассматриваемого горизонта происходило в единых прибрежно-морских условиях, а распределение фаций контролировалось палеогипсометрическим положением дна бассейна седиментации.

Заключение

Таким образом, наиболее перспективными с позиции постановки нефтепоисковых геологоразведочных работ в пределах исследуемой территории являются отложения, сформированные в условиях образования фации приливо-отливного канала, а также фации песчаной и смешанной приливо-отливной отмели.

Породы-коллекторы здесь достигают толщины 6 м, характеризуются улучшенными ФЕС (пористость 11–15 %, проницаемость около 40 мД) и общей песчанистостью разреза до 25 %.

Выполненные построения в пределах Речицкого месторождения позволяют дать характеристику неоднородности пород-коллекторов и должны лечь в основу схем оптимизации размещения эксплуатационных скважин, технологических схем, проектов разработки залежей и их частей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Познякевич, З. Л. Геологические особенности подсолевых терригенных отложений девона Припятской впадины и оценка перспектив их нефтеносности : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / З. Л. Познякевич ; Всесоюз. науч.-исслед. геол. нефтяной ин-т. – М., 1978.
2. Седиментационное моделирование при прогнозе и поисках неструктурных ловушек / В. В. Шиманский [и др.] // Геология нефти и газа. – 2016. – №3. – С. 55–65.
3. Бенсман, Ф. Я. К методике изучения терригенных пород в шлифах / Ф. Я. Бенсман // V науч. конф. молодых геологов Белоруссии : тез. докл. и сообщений. – Минск, 1973. – С. 119–121.
4. Бенсман, Ф. Я. Закономерности изменения гранулометрического состава пород терригенного комплекса девона на локальных структурах Припятского прогиба / Ф. Я. Бенсман, Л. А. Демидович // Математические методы решения геолого-геофизических задач Белоруссии. – Минск, 1974. – С. 153–166.
5. Ханин, А. А. Породы коллекторы нефти и газа и их изучение / А. А. Ханин. – М. : Недра, 1969. – 368 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 10.02.2019

Bobrov S., Taninskaya N., Niziaeva I., Zeltser V., Kolpenskaia N., Grislina M., Gribovskaya O., Yashin I. Conditions of Sedimentation of the Deposits of the Staryoskol Horizon of the Rechitskoe Oil Field of the Pripyat Trough

The article substantiates the expediency of carrying out detailed works on the example of studies of the staryoskol formations of the Rechitskoe oil field, which are aimed at identifying and localizing areas of reservoir development, mapping the boundaries of their wedging and replacement. The obtained results are the basis for the forecast of new development zones for traps of the combined type, and are also used when ranking objects that are promising for putting further oil exploration prospecting.