

Особенности подхода к межпластовой корреляции покурских пластов Харампурского месторождения

Кузив К.Б.

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
kbkuziv@tnnc.rosneft.ru

Аннотация

В работе проанализирован один из наиболее важных и сложных этапов построения геологических моделей Харампурского месторождения, напрямую влияющего на процесс выполнения подсчета запасов углеводородного сырья, планирования процесса разработки нефтегазоносных залежей, а также оценки перспективных зон — корреляции продуктивных пластов. Корреляция пластов влияет в первую очередь на геометризацию известных залежей и распространение перспективных нефтегазоносных зон.

Сложность моделирования покурских залежей связана с преимущественно континентальным генезисом отложений покурских пластов, которым обусловлена их высокая геологическая неоднородность и латеральная изменчивость разреза. В статье описан процесс корреляции продуктивных пластов покурской свиты континентального генезиса, условия образования осадков, рекомендованы основные корреляционные реперы, характеризующиеся углистым, глинистым, карбонатным литологическим составом, показаны их характерные признаки и закономерности.

Материалы и методы

Результаты геофизических исследований скважин, а также данные геологической попластовой корреляции месторождения. Выделение реперных горизонтов, построение двумерных карт для оценки корректности геологической корреляции.

Ключевые слова

геологический разрез, Западная Сибирь, покурская свита, осадкообразование, продуктивные пласты, корреляция, репер

Для цитирования

Кузив К.Б. Особенности подхода к межпластовой корреляции покурских пластов Харампурского месторождения // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 6. С. 24–29. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-24-29

Поступила в редакцию: 29.08.2022

GEOLOGY

UDC 55.551.7.022 | Original Paper

Features of the approach to interlayer correlation of the pokur reservoirs of the Kharampur field

Kuziv K.B.

“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
kbkuziv@tnnc.rosneft.ru

Abstract

The paper analyzes one of the most important and complex stages of building geological models of the Kharampur field, which directly affects the process of calculating hydrocarbon reserves, planning the development of oil and gas deposits, as well as evaluating promising zones – the correlation of productive layers. The correlation of layers affects, first of all, the geometrization of known deposits, and the distribution of promising oil and gas zones.

The complexity of modeling the Pokur deposits is associated with the predominantly continental genesis of the deposits of the Pokur reservoirs, which determines their high geological heterogeneity and lateral variability of the section. The article describes the process of correlation of productive layers of the Pokur formation of continental genesis, the conditions of precipitation formation, recommends the main correlation benchmarks characterized by carbonaceous, clay, carbonate lithological composition, shows their characteristic features and patterns.

Materials and methods

The results of geophysical studies of wells, as well as data on the geological layer-by-layer correlation of the field. Identification of reference horizons, construction of two-dimensional maps to assess the correctness of the geological correlation.

Keywords

geological section, Western Siberia, pokurskaya suite, sedimentation, productive layers, correlation, benchmark

For citation

Kuziv K.B. Features of the approach to interlayer correlation of the pokur reservoirs of the Kharampur field. Exposition Oil Gas, 2022, issue 6, P. 24–29. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-6-24-29

Received: 29.08.2022

Введение

Харампурское нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное на территории Пуровского и Красноселькупского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, является уникальным по начальному геологическим запасам газа.

Продуктивный разрез Харампурского месторождения прослеживается в широком стратиграфическом диапазоне от сеномана до верхних пластов тюменской свиты юрского возраста. Одна из основных задач при построении геологических моделей Харампурского месторождения — корреляция продуктивных пластов покурской свиты (группа ПК).

В группу пластов апт-альбского нефтегазоносного комплекса Харампурского месторождения входят 31 пласт и более 78 залежей, отличающиеся своим строением и насыщением.

Сложность моделирования покурских залежей связана с преимущественно континентальным генезисом пластов группы ПК, которым обусловлена их высокая геологическая неоднородность и латеральная изменчивость геологического разреза.

Прогностические свойства геологических моделей не высоки, поэтому для подсчета и оценки запасов углеводородного сырья модели перестраивались несколько раз, а с появлением новых скважин — уточнялись.

Чтобы облегчить процесс корреляции покурских продуктивных пластов и прийти к единообразному подходу в заложении структурного каркаса, предложены специальные методические приемы, описанные в данной статье.

Корреляция пластов континентального генезиса на примере покурской свиты

Рассматриваемые отложения покурской свиты Харампурского месторождения формировались преимущественно в условиях континентальной или прибрежной флювиальной равнины, временами заливаемой морем (рис. 1). Образование осадков на изучаемой территории осложнялось развитием речных дельт. Осадочные тела были образованы во всевозможных фациальных условиях — русла, поймы, озера и болота. Данные обстоятельства учитываются при построении геологических моделей рассматриваемых пластов.

Согласно схемам, во время формирования покурских отложений изучаемый район представлял собой изменчивую аккумулятивную равнину с обильной растительностью (осадки русел, пойм, болот, озер), находящуюся вблизи границы с зоной переходного осадконакопления — прибрежной равниной, временами заливаемой морем (осадки: русловые, дельтовые, пойменные, озерно-болотные и др.). Царил влажный и теплый субтропический климат [1].

Высокая фациальная изменчивость пород коллекторов залежей покурских пластов на рассматриваемой территории сводит к минимуму возможность прослеживания распространения глинистых тел и тел коллекторов, то есть данные обстоятельства осложняют геологическую корреляцию пластов.

Большинство тел коллекторов имеют ограниченное площадное распространение и сложную гидродинамическую связь, многие из них разобщены. Залежи имеют пластово-сводовое, массивное, тектонически ограниченное и другие типы строения в пласте. Практически само понятие «пласты покурской свиты» теряет свой смысл, так как отложения представляют собой не выдержанные слои, а сложную совокупность

тел осадочных пород, различающихся по свойствам, генезису и гидродинамической связи.

Вышеперечисленные особенности свидетельствуют о том, что в процессе геологического моделирования продуктивных залежей покурских отложений для оценки запасов углеводородного сырья и проектирования их разработки необходимо прийти к наиболее вероятному представлению о геометрии тела, вмещающего продуктивную залежь. Геологическая корреляция — неотъемлемая часть в пути к представлению геометрии залежи.

На территории Харампурского месторождения основная задача в геологической корреляции покурских пластов сводится

к поиску границ, которые могут служить гидродинамическими барьерами и могут быть прослежены на значительном расстоянии.

В процессе формирования отложений покурской свиты временные наступления моря были довольно частыми и непродолжительными. На залитой морем площади происходило образование покровных пород со свойствами, отличными от типичных терригенных континентальных осадков. Часто такие породы отличались по плотностным характеристикам от вмещающих пород, поэтому при корреляции наряду со стандартными методами ГИС активно можно использовать плотностной и акустический каротаж.

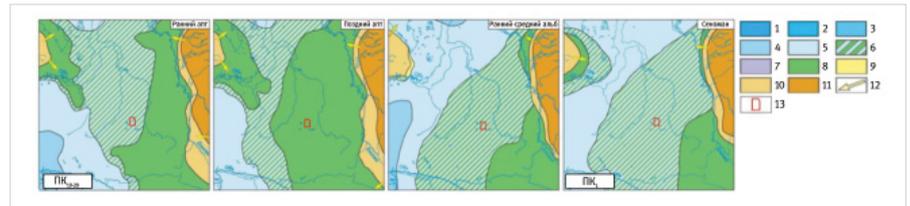


Рис. 1. Фрагмент схемы палеогеографического районирования Западной Сибири [1] Области морского осадконакопления: 1 — море мелкое, 100–200 м; 2 — море мелкое, 35–100 м. Области переходного осадконакопления: 3 — равнина прибрежная, временами заливаемая морем (осадки пойменные, озерно-болотные, русловые, дельтовые, береговых баров, пляжевые). Области континентального осадконакопления: 4 — равнина низменная аккумулятивная; 5 — равнина денудационно-аккумулятивная. Области размыва: 6 — равнина возвышенная (денудационная суша); 7 — горы низкие; 8 — главные направления сноса обломочного материала; 9 — Харампурская ЛУ.

Fig. 1. Fragment of the scheme of paleogeographic zoning of Western Siberia [1] Areas of marine sedimentation: 1 — shallow sea, 100–200 m; 2 — shallow sea, 35–100 m. Areas of transitional sedimentation: 3 — coastal plain, sometimes flooded by the sea (floodplain sediments, lake-marsh, channel, delta, coastal bars, beach). Areas of continental sedimentation: 4 — low-lying accumulative plain; 5 — denudation-accumulative plain. Areas of erosion: 6 — elevated plain (denudation land); 7 — low mountains; 8 — main directions of demolition of detrital material; 9 — Kharampursky LU.

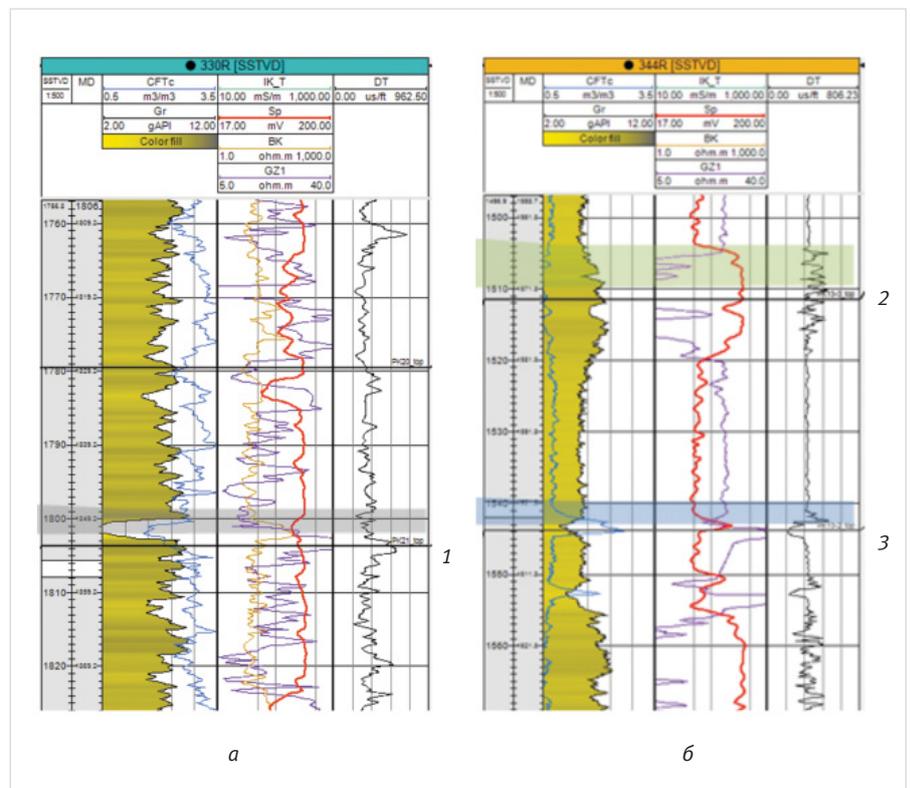


Рис. 2. Рэперы различного литологического состава по линии скважин 330R–334R: а — скв. 330R. 1 — углистые прослои над пластом ПК21; б — скв. 344R: 2 — глинистые прослои; 3 — карбонатизированные уплотненные над пластами ПК₁₃₋₀, ПК₁₃₋₂ Fig. 2. Rappers of various lithological composition along the line of wells 330R–334R: а — well 330R. 1 — carbonaceous layers above the PK₂₁ formation; б — well 344R: 2 — clay interlayers; 3 — compacted carbonatized above PK₁₃₋₀, PK₁₃₋₂ formations

Учитывая особенности формирования покурских пластов и преимущественно сглаженный рельеф континентальной флювиальной равнины, характерный для данного периода, покровные слои распространялись на сравнительно обширные территории, что позволяет проследить их в качестве корреляционных реперов.

Одним из видов корреляционных реперов на изучаемой территории являются углисто-глинистые прослои, образовавшиеся в результате временных наступлений моря на пониженные болотистые участки. Данные реперы имеют также свойства гидродинамических барьеров, которые обусловлены гидрофобностью углей. На контакте гидрофильных и гидрофобных пород создается барьер капиллярных сил, препятствующий миграции флюидов [2].

Углистый прослой, залегающий над пластами ПК₂₁, в совокупности с залегающими над ним глинами, предположительно, образует сейсмический отражающий горизонт М'. Реперный углисто-глинистый прослой, толщиной до 8 м, распространен по всей изучаемой площади (рис. 2а).

Другая разновидность реперов — глисто-карбонатизированные пласты. Карбонатизация пород произошла, предположительно, компонентами морской воды в результате испарений в мелководном бассейне. Данные реперы в результате высокой плотности являются флюидоупорами. Такие пласты характеризуются пониженной γ -активностью (при высоких показаниях α SP) и повышенной плотностью (рис. 2б) [5].

В некоторых пластах реперы плотных карбонатных глин сочетаются с реперными углстыми или глинистыми прослоями, а в ряде скважин в кровле пластов наблюдается их чередование (рис. 3).

Для реперных слоев, образовавшихся в результате временной трансгрессии моря, нет закономерности соответствия с подстилающими и перекрывающими породами. Соответствие пород зависит от того, какие породы были на поверхности в момент наступления моря. На рисунке 4 показано, что в скв. 293R (а) покровный слой плотных карбонатных глин залегаєт между прослоями коллектора, а в находящейся в относительной близости скв. 336R (б) — внутри глин. Данные скважины расположены в непосредственной близости друг от друга (менее 1500 м), и карбонатный прослой в массиве пласта ПК₁₂₋₃ прослеживается локально на изучаемой площади. Таким образом, подобран локальный репер, который на изучаемой площади можно увязать с более широко распространенным, например, толщей углей в кровле ПК₂₁.

Описанные выше покровные слои могут быть встречены в различных пластах покурской свиты, но все же существуют некоторые возрастные закономерности. Для пластов ПК₁₈, ПК₁₉₋₁, ПК₂₁ более характерны углсто-глинистые реперы. Для пластов ПК₁₂₋₁, ПК₁₃₋₁, ПК₁₃₋₂ в качестве реперов более характерны плотные карбонатизированные прослои глин.

Согласно работе [1], рассматриваемые пласты также формировались в условиях зоны переходного осадконакопления — прибрежной равнины, временами заливаемой морем.

В других пластах покурской свиты могут сочетаться оба вида описанных реперов. На рисунке 5 показана корреляция пласта ПК₁₃₋₂ в двух скважинах одного района: в скв. 326R в кровле пласта залегаєт углстый

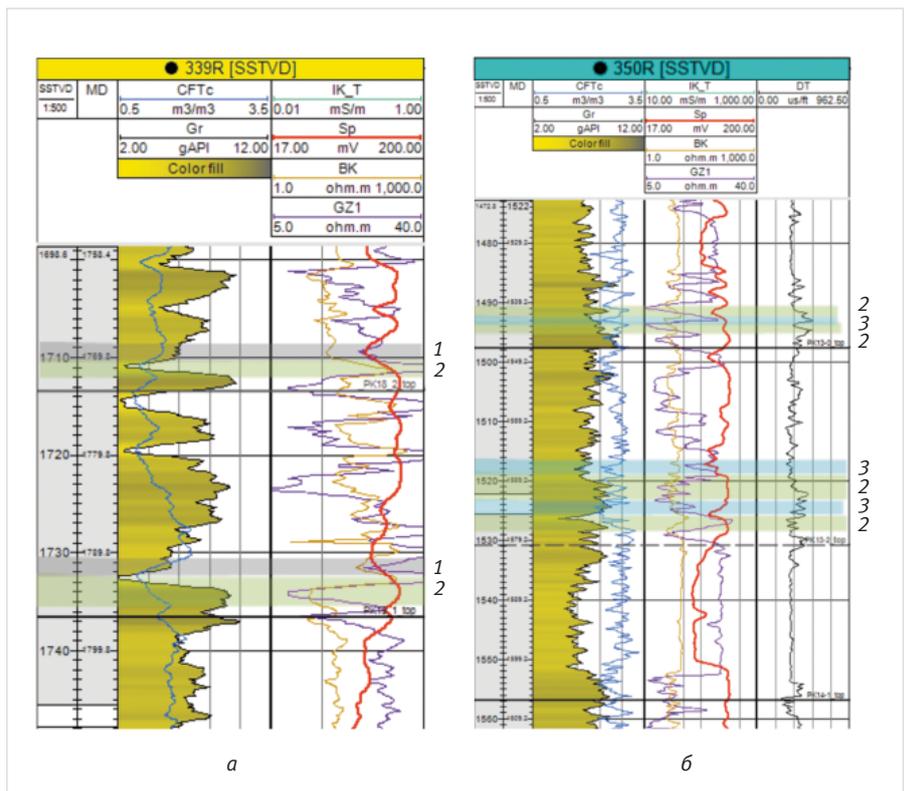


Рис. 3. Реперы различного литологического состава по линии скважин 339R–350R: а — скв. 339R: 1 — чередование глинисто; 2 — углстых прослоев в кровле пластов ПК₁₉₋₁, ПК₁₈₋₂; б — скв. 350R: 1 — чередование углстых; 3 — карбонатистых прослоев в кровле пластов ПК₁₃₋₂ и ПК₁₃₋₁

Fig. 3. Rappers of various lithological composition along the line of wells 339R–350R: а – well 339R: 1 – alternation of clay; 2 – coal interlayers in the roof of PK₁₉₋₁, PK₁₈₋₂ seams; б – well 350R: 1 – alternation of carbonaceous; 3 – carbonaceous layers in the roof of PK₁₃₋₂ and PK₁₃₋₁ formations

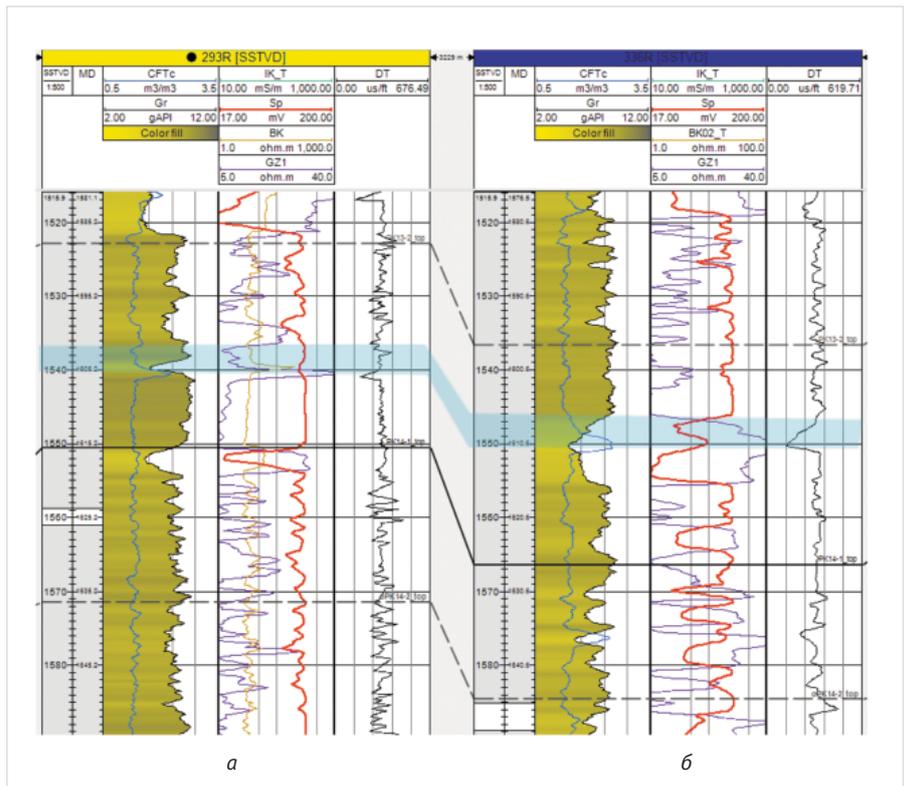


Рис. 4. Положение пласта плотных карбонатных глин относительно вмещающих пород: а — скв. 293R; б — скв. 336R

Fig. 4. The position of the layer of dense carbonate clays relative to the host rocks: а – well 293R; б – well 336R

поропластик, а в скв. 344R — плотный глинисто-карбонатный слой.

Сопоставление слоев в толще породы между опорными реперами следует производить от нижележащего репера к вышележащему, выделяя на диаграммах скважин те же слои, пачки и горизонты, которые предварительно были установлены в первой скважине. Критерием сравнения служат приблизительное сходство конфигурации каротажных диаграмм скважин, соответствующих одноименным пластам, а также имеющиеся палеонтологические данные [3].

Нельзя утверждать, что корреляция реперных прослоев, образовавшихся в результате временной трансгрессии или регрессии моря, полностью решает вопросы моделирования отложений покурской свиты. На некоторых участках реперы оказались размыты в процессе последующего континентального периода формирования осадков или просто не были образованы на приподнятых частях местности. На таких участках для корреляции используются другие локальные признаки, которые в конечном результате могут быть увязаны с прослеженными реперами.

На некоторых пластах в качестве корреляционных реперов, с учетом других реперов, прослеживались слои типичных глин (ПК₁₅, ПК₁₆). В таких случаях указанные слои рассматриваются как границы пластов. Например, в районе скв. 320R имеется глинистый слой между пластами ПК₁₅ и ПК₁₄₋₂. Здесь типичные глины являются покрывкой небольшой залежи и рассматриваются как кровля пласта ПК₁₅ (рис. 6). Далее по распространению пласта они увязаны с другими описанными реперами покровных пластов.

Кровля верхнего пласта покурского разреза ПК₁ приурочена к границе подошвы кузнецовской свиты и кровле покурской свиты. Прослеживание описанной границы пласта серьезных затруднений не вызывает. Она однозначно выделяется по материалам ГИС (рис. 7) и по сейсмическим данным. Пласт формировался в условиях завершения

региональной регрессии моря, а его кровля приурочена к начальной стадии очередной масштабной трансгрессии. К кровле сеноманских отложений приурочен сейсмический опорный отражающий горизонт Г.

Для проверки качества корреляции на Харампурском месторождении выполнен анализ выдержанности общих толщин пластов и комплексов пластов покурской свиты [4].

Особенности формирования покурских пластов в континентальных условиях и характерный сглаженный рельеф равнины приводят к формированию преимущественно выдержанных по общей толщине пластов, что находит отображение на картах общих толщин (рис. 8, 9).

Точечные аномалии на картах общих толщин связаны преимущественно

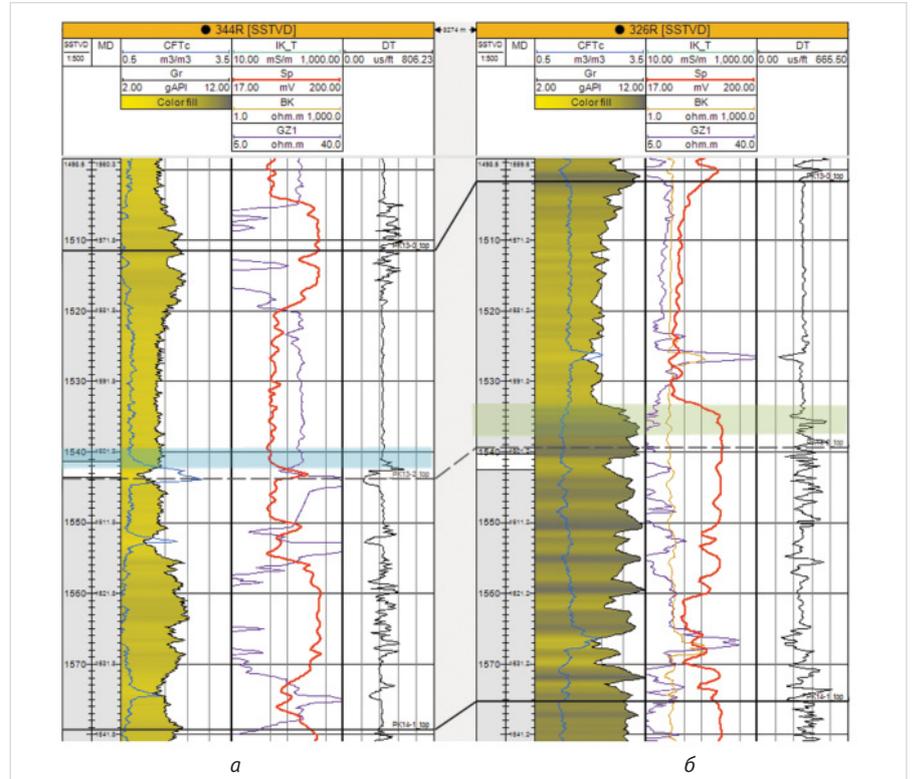


Рис. 5. Плотные карбонатные глины в кровле пласта ПК₁₃₋₂ в скв. 344R — а, глинистый репер в скв. 326R — б

Fig. 5. Dense carbonate clays at the top of the PK₁₃₋₂ formation in well 344R — а, clay benchmark in well 326R — б

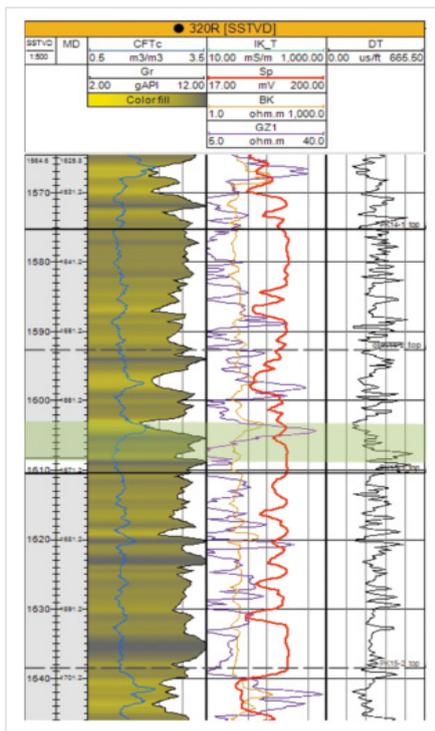


Рис. 6. Скв. 320R. Глинистая покрывка пласта ПК₁₅, ПК₁₅₋₂
Fig. 6. Well 320R. Clay cap formation PK₁₅, PK₁₅₋₂

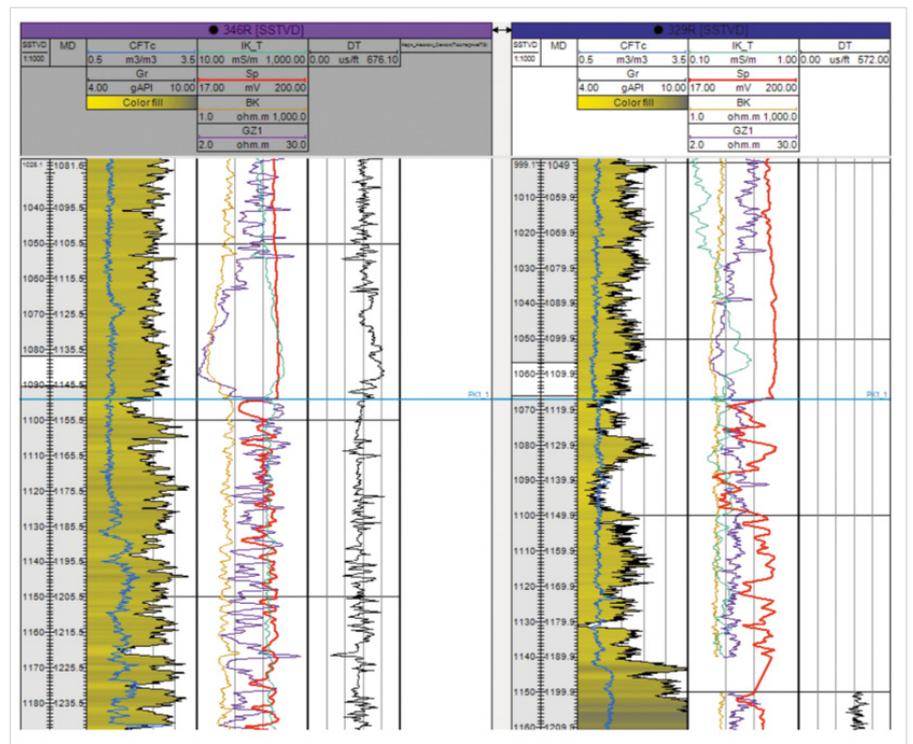


Рис. 7. Скв. 346R–329R. Корреляция пласта ПК₁
Fig. 7. Well 346R–329R. PK₁ formation correlation

с неоднозначностью геологической корреляции и высокой плотностью разбуривания покурской свиты транзитным фондом скважин.

Итоги

- Проведена геологическая корреляция продуктивных отложений покурских пластов в разрезе Харампурского месторождения.
- Выделение локальных реперов, в различной степени литологически представленных углистым, глинистым, карбонатным составом, способствовало более корректному выделению кровли и подошвы покурских пластов в соседних скважинах.
- Анализ выдержанности общих толщин выделенных слоев подтверждает эффективность использования локальных реперов для корректного определения кровли и подошвы покурских пластов.

Выводы

- При подходе к корреляции пластов континентального генезиса, в случае когда коррелируемые отложения фациально неоднородны и нет возможности проследить их распространение по площади месторождения, основная задача корреляции сводится к поиску реперов, имеющих максимальное распространение по площади.
- Для корреляции покровных реперов следует проанализировать основные закономерности их образования, взаимоотношения между собой и телами вмещающих пород. Для покурских пластов континентального генезиса характерны реперы углистого, глинистого, карбонатного литологического состава.
- Для участков, где по каким-либо геологическим причинам указанные реперы отсутствуют, могут быть подобраны локальные реперы, которые на изучаемой площади можно увязать с основными.
- Описанные реперы от скважины к скважине прослеживаются на малой площади, что связано со спецификой формирования отложений в континентальных условиях. Поэтому для наиболее корректной корреляции следует прослеживать реперы по каротажам в ближайших скважинах, отмечая изменчивость разреза по территории.
- Для проверки корректности межскважинной корреляции следует оценивать карты общих толщин на выдержанность и относительную сглаженность пластов в разрезе пластов континентального генезиса покурской свиты.

Литература

1. Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков Ю.Н. и др. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5–6. С. 745–776.
2. Касаткин В.В., Светлов К.В., Миропольцев К.Ф., Шилев Ю.И. Корреляция пластов континентального генезиса на примере покурской свиты Берегового месторождения // Актуальные проблемы нефти и газа. 2021. № 4. С. 13–20.
3. Абрикосов И.Х., Гутман И.С. Общая, нефтяная и нефтепромысловая геология. М.: Недра, 1982. 272 с.
4. Каналин В.Г., Дементьев Л.Ф. Методика и практика выделения эксплуатационных объектов на многопластовых нефтяных месторождениях. М.: Недра, 1982. 224 с.
5. Фролов В.Т. Литология. М.: МГУ, 1992. 352 с.

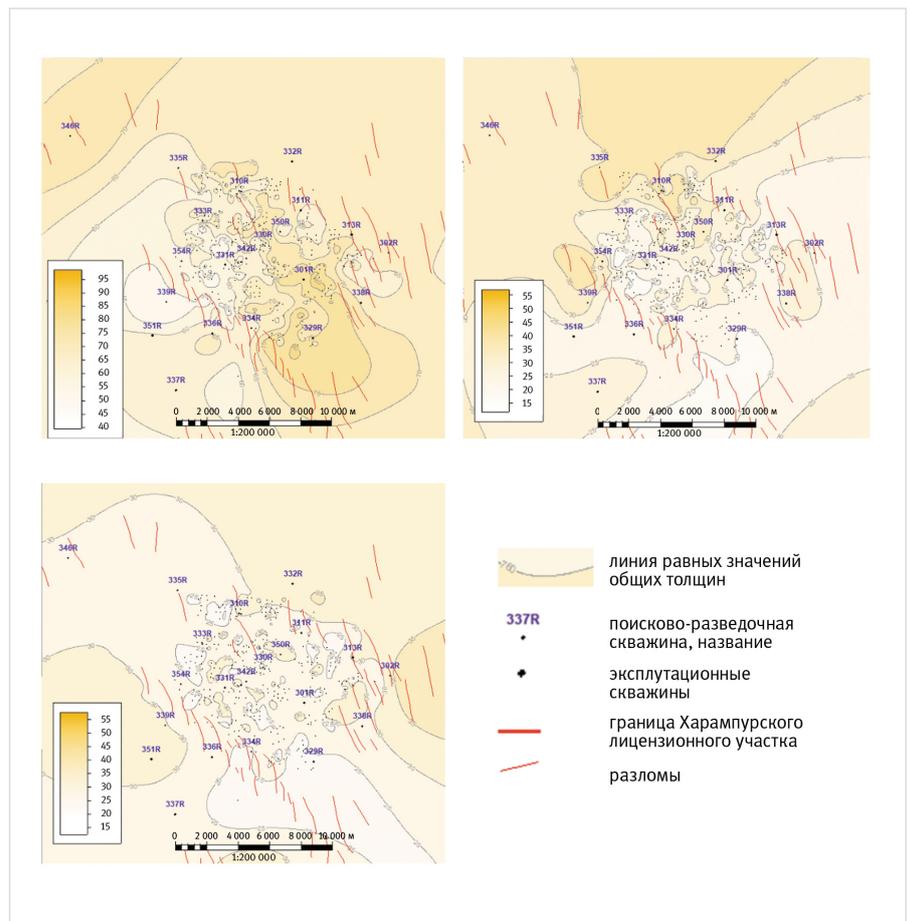


Рис. 8. Карта общих толщин пластов PK_{18} , PK_{19} , PK_{21}
 Fig. 8. Map of total thicknesses of PK_{18} , PK_{19} , PK_{21} layers

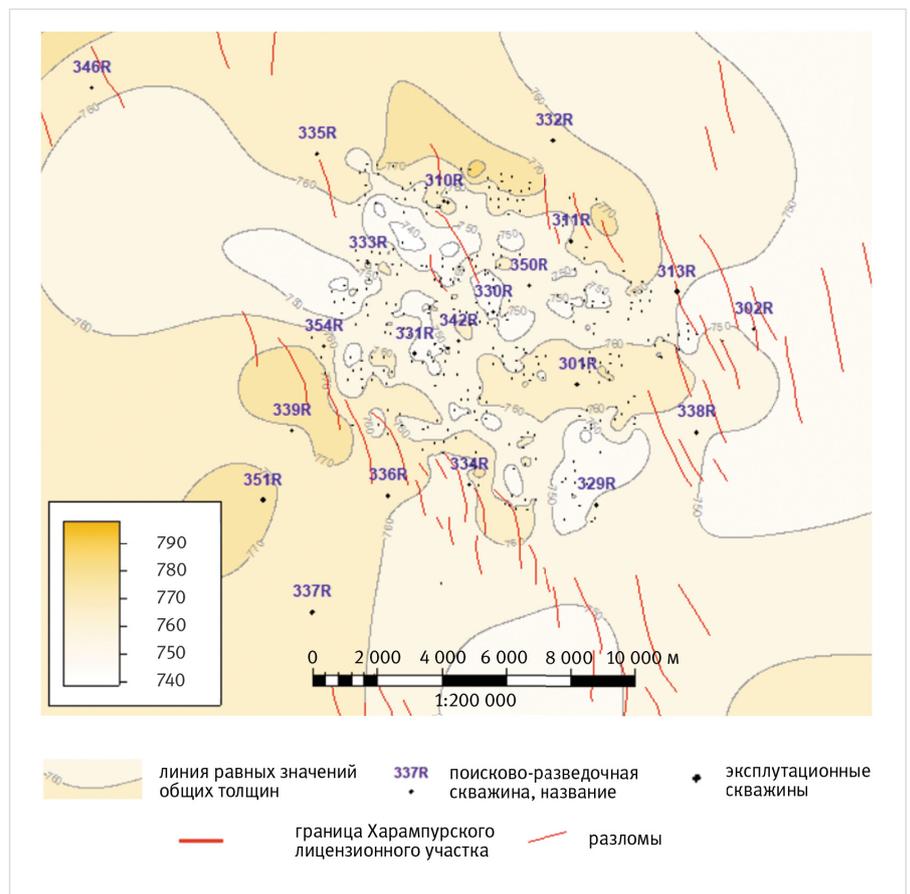


Рис. 9. Карта общих толщин комплекса пластов PK_{21} – PK_1
 Fig. 9. Map of the total thicknesses of the PK_{21} – PK_1 reservoir complex

Results

Geological correlation of productive deposits of the Pokur formations in the section of the Kharampur field was carried out.

The allocation of local reference points, to varying degrees lithological represented by carbonaceous, clay, carbonate composition, contributed to a more correct allocation of the roof and sole of the Pokur formations in neighboring wells.

The analysis of the consistency of the total thicknesses of the selected layers confirms the effectiveness of using local benchmarks to correctly determine the top and bottom of the Pokur formations.

Conclusions

When approaching the correlation of layers of continental genesis, in the case when the correlated deposits are facies heterogeneous and it is not possible to trace their distribution over the area of the deposit, the main task of correlation is to find the benchmarks that have the maximum distribution over the area.

For the correlation of cover benchmarks, it is necessary to analyze the main patterns of their formation, the relationship between themselves and the bodies of host rocks. The Pokur formations of continental genesis are characterized by carbonaceous, clay, and carbonate lithological composition.

For areas where, for some geological reasons, these benchmarks are absent, local benchmarks can be selected, which can be linked to the main benchmarks in the area under study.

The described benchmarks are traced from well to well over a small area, which is associated with the specifics of the formation of deposits in continental conditions. Therefore, for the most correct correlation, it is necessary to trace the benchmarks from the logs in the nearest wells, noting the variability of the section over the territory.

To check the correctness of the interwell correlation, it is necessary to evaluate maps of total thicknesses, for continuity and relative smoothness of the layers in the section of the layers of the continental genesis of the Pokur suite.

References

1. Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanekov Y.N. et al. Cretaceous paleogeography of the West Siberian sedimentary basin. *Geology and geophysics*, 2014, Vol. 55, issue 5–6, P. 745–776. (In Russ).
2. Kasatkin V.V., Svetlov K.V., Miropoltsev K.F., Shilov Y.I. Correlation of continental genesis strata: the case of the pokur formation of the Beregovoye field. *Actual problems of oil and gas*, 2021, issue 4, P. 13–20. (In Russ).
3. Abrikosov I.K., Gutman I.S. *General, oil and oilfield geology*. Moscow: Nedra, 1982, 272 p. (In Russ).
4. Kanalin V.G., Dementiev L.F. *Methods and practice of identifying production facilities in multilayer oil fields*. Moscow: Nedra, 1982, 224 p. (In Russ).
5. Frolov V.T. *Lithology*. Moscow: MGU, 1992, 352 p. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кузив Ксения Богдановна, специалист,
ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
Для контактов: kbkuziv@tnnc.rosneft.ru

Kuziv Ksenia Bogdanovna, specialist,
“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
Corresponding authors: kbkuziv@tnnc.rosneft.ru



ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ
КРС, ПНП, ГНКТ, ВНУТРИСКВАЖИННЫЕ
РАБОТЫ И СУПЕРВАЙЗИНГ
В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И РАЗВЕТВЛЕННЫХ
СКВАЖИНАХ. КОНТРОЛЬ СКВАЖИН.
УПРАВЛЕНИЕ СКВАЖИНОЙ ПРИ ГНВП.
ПРОТИВОФОНТАННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Июнь 2023, Тюмень

+7 3452 520-958

бронирование участия в конференциях
academy.intechnol.com

Генеральный информационный партнер

**ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ**