

Корреляция пластов континентального генезиса на примере покурской свиты Берегового месторождения

В.В. Касаткин, К.В. Светлов, К.Ф. Миропольцев*, Ю.И. Шилов
ООО «Тюменский нефтяной научный центр», г. Тюмень, Россия
E-mail: *kfmiropoltsev@tnnc.rosneft.ru

Аннотация. В работе проанализирован один из наиболее важных и сложных этапов построения геологической модели Берегового месторождения при выполнении подсчета запасов углеводородного сырья – корреляция продуктивных пластов. Рассмотрены продуктивные пласты покурской свиты континентального генезиса, условия образования осадков, рекомендованы основные корреляционные реперы, показаны их характерные признаки и закономерности.

Ключевые слова: Береговое месторождение, покурская свита, осадкообразование, продуктивные пласты, корреляция, репер.

Для цитирования: Касаткин В.В., Светлов К.В., Миропольцев К.Ф., Шилов Ю.И. Корреляция пластов континентального генезиса на примере покурской свиты Берегового месторождения // Актуальные проблемы нефти и газа. 2021. Вып. 4(35). С. 13–20. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2021-35.art2>

Введение

Береговое нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, является уникальным по начальным геологическим запасам газа.

Продуктивные пласты Берегового месторождения, в которых сосредоточено практически 80% общих запасов свободного газа месторождения, прослеживаются в широком стратиграфическом диапазоне от сеномана до верхних пластов тюменской свиты юрского возраста. Одна из основных задач построения геологической модели Берегового месторождения – корреляция продуктивных пластов покурской свиты (группа ПК). Сложность моделирования связана с преимущественно континентальным генезисом пластов группы ПК, которым обусловлена их высокая геологическая неоднородность.

Для оценки запасов углеводородного сырья геологическая модель перестраивалась или уточнялась 7 раз. Каждый вариант имел свои отличительные особенности. В работе предложены методические приемы, облегчающие систематизацию корреляции покурских продуктивных пластов.

Корреляция пластов континентального генезиса на примере покурской свиты

Отложения покурской свиты формировались преимущественно в условиях континентальной или прибрежной флювиальной равнины, временами заливаемой морем [1]. Образование осадков на изучаемой территории осложнялось развитием речной дельты. Осадочные тела были образованы в различных фациальных условиях – русел, пойм, озер и болот.

Большинство тел коллекторов имеют ограниченное распространение и сложную гидродинамическую связь, многие из них разобщены, но некоторые имеют окна слияния по латерали и по разрезу. Высокая фациальная изменчивость сводит к минимуму возможность прослеживания распространения глинистых тел и тел коллекторов, то есть корреляции пластов. 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. Это затрудняет процесс геологического моделирования залежей для оценки запасов углеводородного сырья и проектирования их разработки, но необходимость такого моделирования остается. Корреляция пластов осложнена сравнительно редкой и неравномерной сеткой скважин. В связи с этим основная задача построения геологической модели 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 пород, отличных от типичных терригенных континентальных осадков. Таким образом, на всей этой поверхности образовывались покровные слои со специфическими свойствами. Часто они отличались по плотностным характеристикам от вмещающих пород, поэтому при корреляции наряду со стандартными и радиоактивными методами ГИС

применялись плотностной и акустический каротаж.

Учитывая сглаженный рельеф флювиальной равнины, покровные слои распространялись на сравнительно обширные территории, что позволяет прослеживать их в качестве корреляционных реперов.

Одним из видов корреляционных реперов являются углисто-глинистые прослои, образовавшиеся в результате временных наступлений моря на пониженные болотистые участки (рис. 1). Они имеют свойства гидродинамических экранов, которые обусловлены гидрофобностью углей. На контакте гидрофильных и гидрофобных пород создается барьер капиллярных сил, препятствующий миграции флюидов. Углистый прослой, залегающий над пластом ПК₁₉¹, в совокупности с залегающими над ним глинами, предположительно образует сейсмический отражающий горизонт М'.

Другая разновидность реперов – глинистые пласты, карбонатизированные компонентами морской воды в результате испарений в мелководном бассейне. Такие пласты характеризуются пониженной γ -активностью (при высоких показаниях α SP) и высокой плотностью (рис. 2).

Карбонатистые плотные породы над пластом ПК₁₄ имеют толщину 3–6 м. К ним приурочен сейсмический отражающий горизонт ПК₁₄. Нередко эти реперы имеют меньшую толщину, но в результате высокой плотности являются флюидоупорами (рис. 3).

В некоторых пластах плотные карбонатные глины сочетаются с углистыми прослоями, а в ряде скважин в кровле пластов наблюдается их чередование (рис. 4).

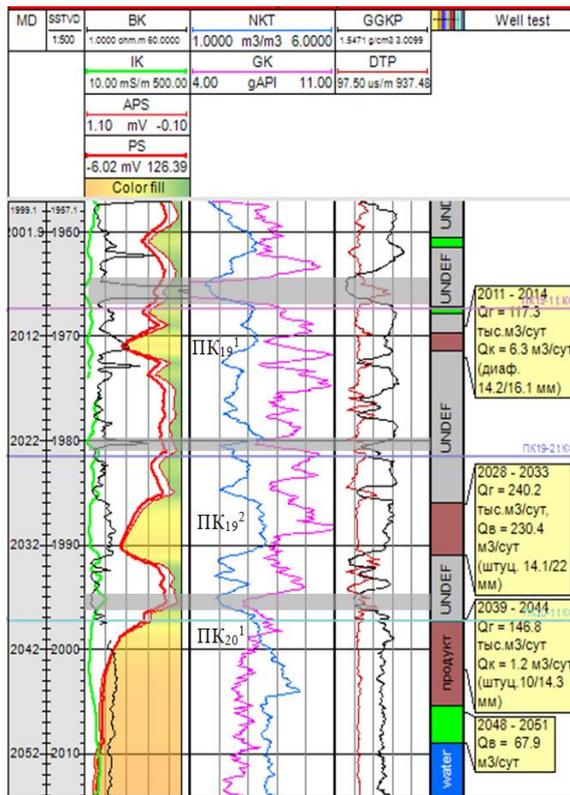


Рис. 1. Скв. 32P. Углистые прослои над пластами ПК₁₉¹, ПК₁₉², ПК₂₀¹

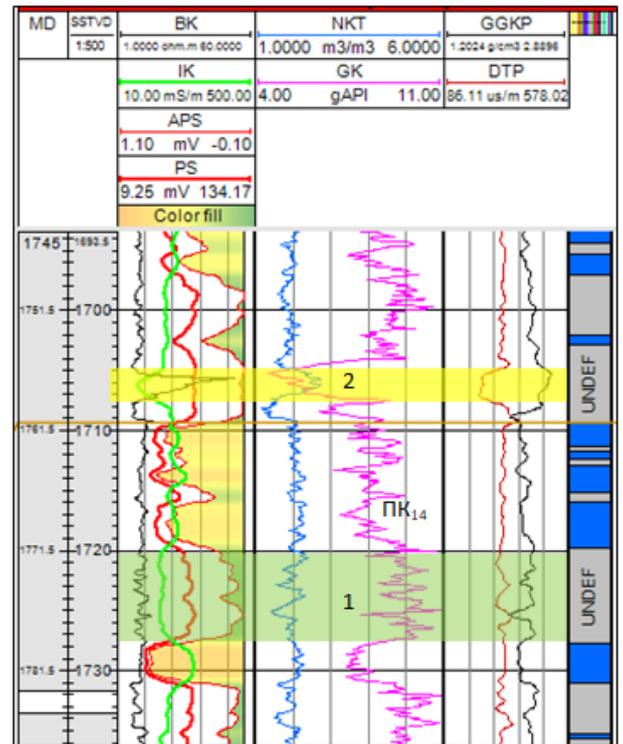


Рис. 2. Скв. 83P. Примеры типичных (1) и карбонизированных уплотненных (2) глин

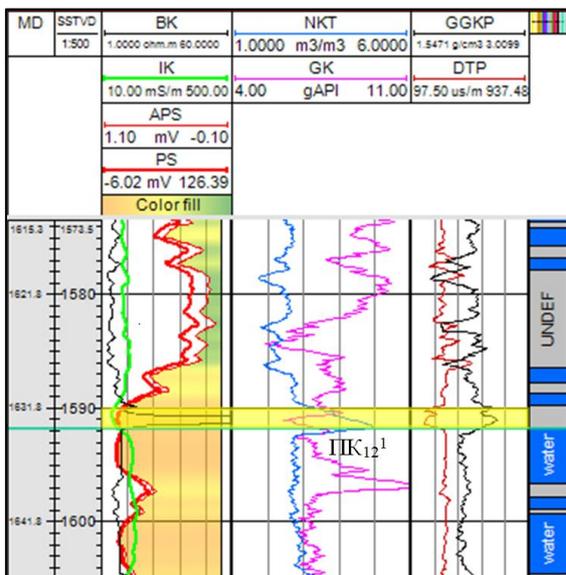


Рис. 3. Скв. 32P. Карбонизированный уплотненный прослой в кровле пласта ПК₁₂¹

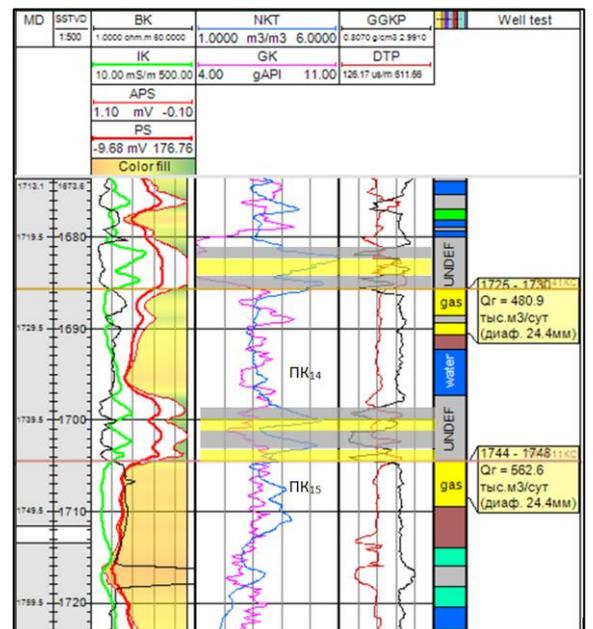


Рис. 4. Скв. 10P. Чередование углистых и карбонатистых прослоев в кровле пластов ПК₁₄ и ПК₁₅

Для покровных 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 рис. 5 показано, что в скв. 32Р (а) покровный слой плотных карбонатных глин залегают между прослоями коллектора, а в находящейся в относительной близости скв. 10П (б) – внутри глин.

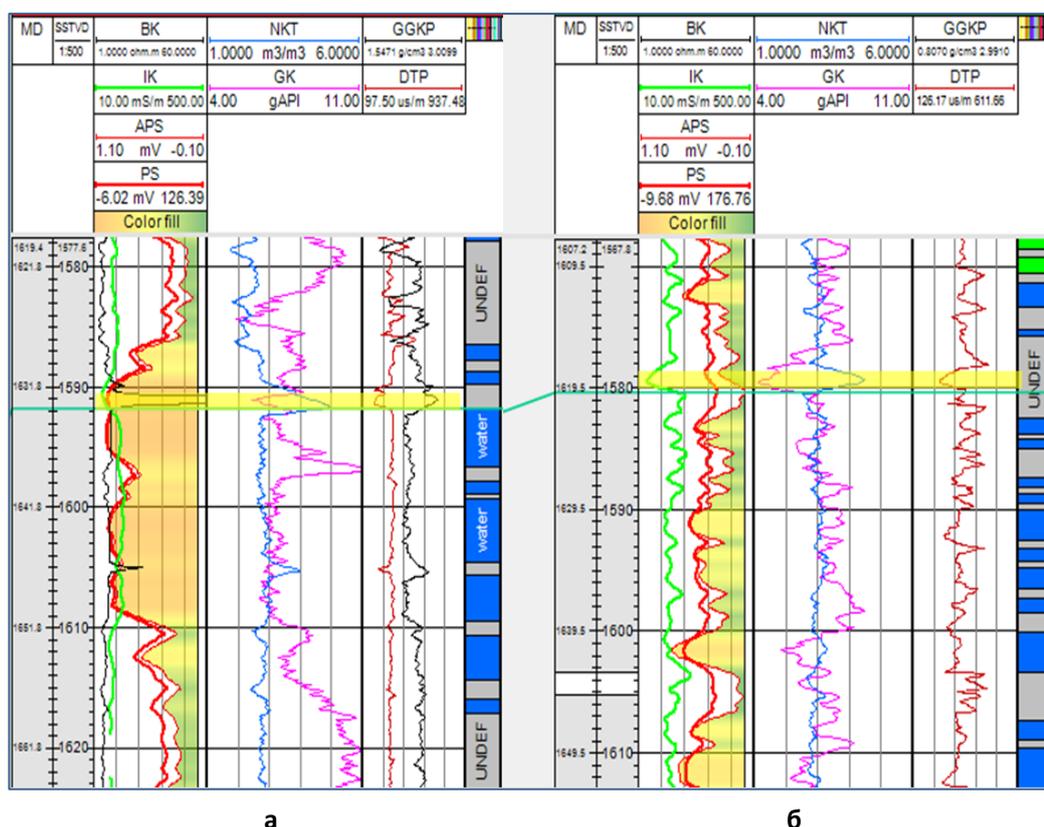


Рис. 5. Положение покровного пласта плотных карбонатных глин относительно вмещающих пород в скв. 32Р (а) и скв. 10П (б)

Описанные реперы могут быть встречены в различных пластах покурской свиты, но все же можно отметить некоторые возрастные приоритеты. Для пластов ПК₁₈, ПК₁₉¹, ПК₁₉² более характерны углистые реперы. Согласно схемам Конторовича А.Э. и др. [1], во время их формирования изучаемый район представлял собой низменную 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.). Климат был влажный и теплый до субтропического. При временном затоплении территории создавались условия для образования покровных углисто-глинистых прослоев.

Для пластов ПК₁₂¹, ПК₁₂², ПК₁₃¹, ПК₁₄ в качестве реперов более характерны плотные карбонатизированные прослои глин. Согласно работе [1], эти пласты также формировались в условиях зоны переходного осадконакопления – прибрежной равнины, временами заливаемой морем.

В других пластах могут сочетаться оба вида описанных реперов. На рис. 6 показана корреляция пласта ПК₁₅¹ в двух скважинах

одного района: в скв. 20Р в кровле пласта залегает углистый пропласток, а в скв.21Р – плотный глинисто-карбонатный слой.

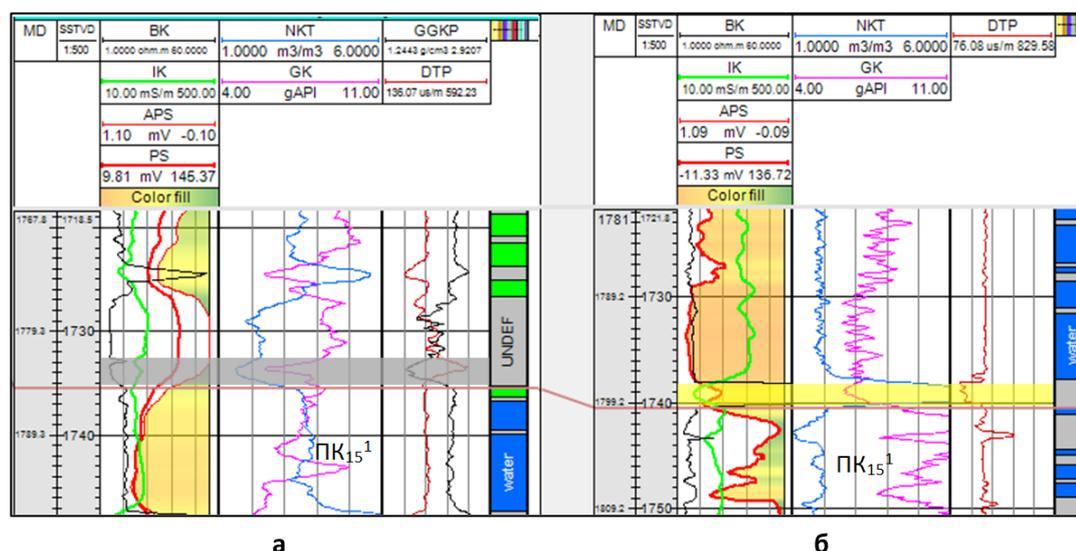


Рис. 6. Углистый репер в кровле пласта ПК₁₅¹ в скв. 20Р (а) и плотные карбонатистые глины в скв. 21Р (б)

Нельзя утверждать, что корреляция прослоев, образовавшихся в результате временного наступления 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 (ПК₉, ПК₁₅ – ПК₁₇²⁻²). Обычно, они распространены на сравнительно небольшой площади, но если эта территория приурочена к приподнятому участку структуры, то слой типичных глин может быть кровлей локальной ловушки углеводородов.

В таких случаях указанные слои рассматривались как границы пластов. Например, на локальном куполе в районе скв. 29Р имеется глинистый слой между пластами ПК₁₂² и ПК₁₃. Здесь типичные глины являются покрывкой небольшой залежи и рассматриваются как кровля пласта ПК₁₃ (рис. 7). Далее по распространению пласта они увязаны с другими описанными реперами покровных пластов.

Прослеживание кровли верхнего пласта покурской свиты ПК₁ серьезных затруднений не вызывает. Кровля пласта приурочена к границе подошвы кузнецовской свиты и кровле покурской свиты. Она без труда выделяется по материалам ГИС (рис. 8). Пласт формировался в условиях завершения региональной регрессии моря, а его кровля приурочена к начальной стадии очередной трансгрессии. К кровле сеноманских отложений приурочен сейсмический опорный отражающий горизонт Г.

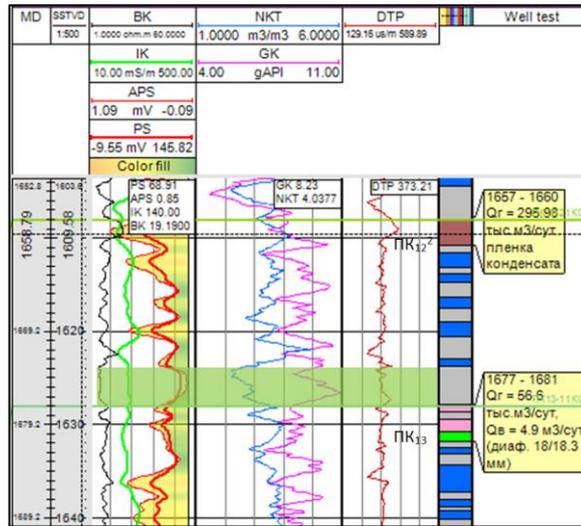


Рис. 7. Типичная глинистая покрывка пласта ПК13

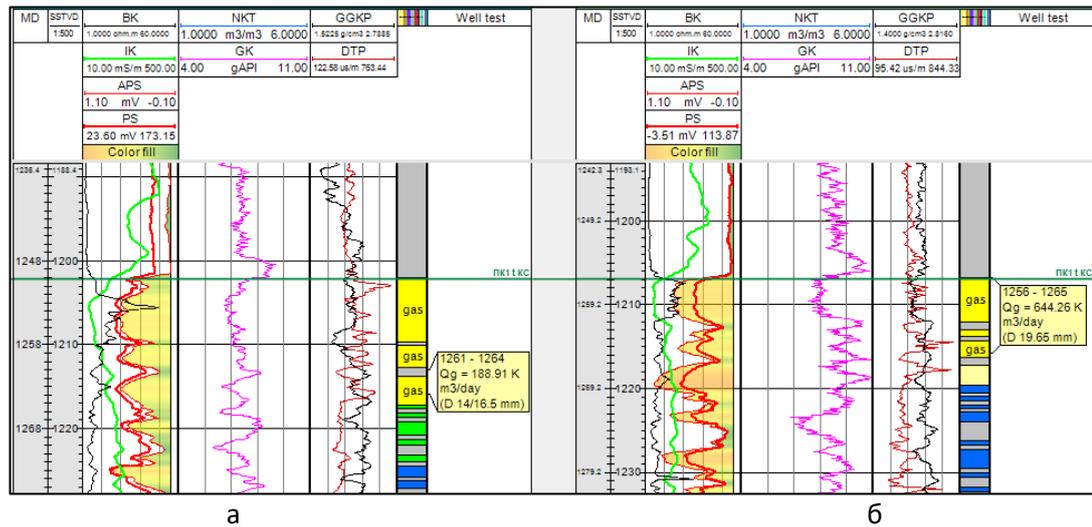


Рис. 8. Корреляция пласта ПК1: а – скв. 40P, б – скв. 41P

Выводы

1. При корреляции продуктивных пластов покурской свиты 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.

2. Для корреляции таких реперов следует проанализировать основные закономерности их образования, взаимоотношения между собой и вмещающими породами.

3. Для участков, где по каким-либо геологическим причинам указанные реперы отсутствуют, могут быть подобраны локальные реперы, которые на изучаемой площади можно увязать с основными.

Литература

1. *Конторович А.Э., Еришов 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. <https://doi.org/10.15372/GiG20140504>

Correlation of continental genesis strata: the case of the Pokur formation of the Beregovoye field

V.V. Kasatkin, K.V. Svetlov, K.F. Miropoltsev*, Yu.I. Shilov

Tyumen Petroleum Research Center LLC, Tyumen, Russia

E-mail: *kfmirpoltsev@tnnc.rosneft.ru

Abstract. The paper analyzes one of the most important and difficult stages of constructing a geological model of the Beregovoye field when calculating hydrocarbon reserves – the correlation of the productive strata. It considers the productive strata of the Pokur formation of continental origin, analyzes the conditions of sedimentation, recommends the main correlation benchmarks and examines their characteristic features and inherent patterns.

Keywords: Beregovoye field, Pokur formation, sedimentation, productive strata, correlation, benchmark.

Citation: *Kasatkin V.V., Svetlov K.V., Miropoltsev K.F., Shilov Yu.I.* Correlation of continental genesis strata: the case of the Pokur formation of the Beregovoye field // Actual Problems of Oil and Gas. 2021. Iss. 4(35). P. 13–20. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2021-35.art2> (In Russ.).

References

1. *Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov Yu.N.* et al. Cretaceous paleogeography of the West Siberian sedimentary basin // Russian Geology and Geophysics. 2014. Vol. 55, No. 5–6. P. 582–609. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2014.05.005>