

**ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ПРЕОБРАЖЕНСКОГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА
ВЕНДСКО-НИЖНЕКЕМБРИЙСКОГО КАРБОНАТНОГО КОМПЛЕКСА
(Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция)**

Г.Г. Шемин, Л.С. Чернова*, М.М. Потлова*, В.А. Ващенко,
Л.М. Дорогиницкая*, А.И. Ларичев*****

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

** Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия*

*** ФГУНП ГП «Иркутскгеофизика», 664025, Иркутск, ул. Горького, 8, Россия*

**** Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
191106, Санкт-Петербург, Средний просп., 74, Россия*

Приведены результаты литолого-фациальных, фильтрационно-емкостных, геохимических, промыслово-геофизических и петрофизических исследований опорного разреза преобразенского карбонатного продуктивного горизонта вендско-нижнекембрийского возраста Лено-Тунгусской провинции. Рассмотрены состав, строение и условия формирования отложений; интенсивность проявления в них постседиментационных процессов; геохимическая и петрофизическая характеристика пород и их фильтрационно-емкостные свойства.

Опорный разрез, горизонт, керн, литология, генетические типы, постседиментационные процессы, геохимия, нефтенасыщенность пород, промысловая геофизика, пористость, проницаемость, петрофизика, плотность пород, скорость упругих волн, радиоактивность.

**KEY SECTION OF THE PREOBRAZHENKA PRODUCTIVE HORIZON IN THE VENDIAN-LOWER
CAMBRIAN CARBONATE COMPLEX (*Lena-Tunguska petroliferous province*)**

**G.G. Shemin, L.S. Chernova, M.M. Potlova, V.A. Vashchenko,
L.M. Doroginitskaya, and A.I. Larichev**

We present results of lithofacies, reservoir, geochemical, well logging, and petrophysical studies of the key section of the Vendian-Lower Cambrian Preobrazhenka productive horizon in the Lena-Tunguska province. We have considered the composition, structure, and formation conditions of the deposits as well as the intensity of postsedimentation processes and the rock geochemistry, petrophysics, and reservoir properties.

Key section, horizon, core, lithology, genetic types, postsedimentation processes, geochemistry, oil saturation, well logging, porosity, permeability, petrophysics, rock density, velocity of elastic waves, radioactivity

ВВЕДЕНИЕ

Подсолевой вендско-нижнекембрийский карбонатный комплекс повсеместно распространен в южных и центральных районах Лено-Тунгусской НГП и характеризуется высокими перспективами нефтегазоносности. В наиболее изученной сейсморазведкой и бурением Непско-Ботуобинской НГО доказана его региональная нефтегазоносность. В нем прогнозируются громадные ресурсы углеводородов, причем преимущественно нефти.

Основные перспективы нефтегазоносности комплекса связаны с осинским (пласты B_1 , B_2), преобразенским (пласт B_{12}) и отчасти усть-кутским (пласты B_{3-4} , B_5) горизонтами. Наименее изученным из них, обладающим высокими перспективами нефтегазоносности, является преобразенский горизонт, в котором уже выявлены крупные по запасам нефти залежи на Верхнечонском и Савостьяновском месторождениях, а также прогнозируется гигантская Ереминско-Чонская нефтяная залежь [Шемин, 2008]. Для изучения преобразенского горизонта был запланирован и осуществлен повышенный отбор керно-

вого материала из его разреза в Верхнечонской разведочной скв. 900, который являлся объектом детальных литолого-фациальных, петрофизических, геохимических, фильтрационно-емкостных и промыслово-геофизических исследований из единой коллекции проб.

В комплекс исследований включалось детальное макроскопическое литологическое описание керн-а разреза скважины с отбором проб на различные виды анализов в количестве 38 образцов пород из расчета 3—4 с одного метра его выноса.

По каждому образцу кернового материала выполнен большой объем работ: изготовление шлифов перпендикулярно и параллельно оси скважин, описание пород в шлифах с целью изучения их вещественного состава, определение органических остатков, исследования структурных и текстурных особенностей пород, степени интенсивности проявления в них постседиментационных процессов и структуры пустотного пространства.

Большая часть проб кернового материала подверглась воздействию водной и кислотной обработки с определением нерастворимой, в том числе глинистой составляющей пород.

Также проводились рентгеноструктурные анализы доломитов и их глинистых фракций, пламенно-фотометрический, рентгенотермолюминесцентный, спектральный полуколичественный на 45 элементов.

Каждый отобранный образец керна подлежал определению фильтрационно-емкостных свойств пород, краевого угла смачивания. Методом полупроницаемой мембраны и с помощью ртутного порометра «Автопор 9200» фирмы «Культроникс» исследованы структуры пустотного пространства некоторых разновидностей пород. Большое количество проб керна было отобрано равномерно по разрезу на комплексные геохимические и петрофизические исследования.

Обобщение результатов литолого-фациальных, фильтрационно-емкостных, литолого-геохимических, промыслово-геофизических и петрофизических исследований позволило представить разрез преобразенского горизонта Верхнечонской скв. 900 в виде опорного разреза. Его описание приведено в [Строение..., 1991]. В настоящей работе представлена более полная характеристика опорного разреза преобразенского горизонта.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЕОБРАЖЕННОГО ГОРИЗОНТА

Преобразенский продуктивный карбонатный горизонт залегает в основании катангской и успунской свит и почти повсеместно распространен в южных и центральных районах Лено-Тунгусской НГП. Лишь в северо-западной части Байкитской антеклизы он отсутствует. На этой части структуры его отложения замещаются на терригенные образования тохомской свиты. Горизонт достаточно четко выделяется по материалам ГИС аномально высокими значениями КС (электрокаротажный репер М₂) и низкими показателями ГК, а также по керновому материалу. Корреляция его не вызывает затруднений. Пачковое сопоставление отложений горизонта свидетельствует о том, что нижняя его граница квазиизохронная, а верхняя — диахронная за счет постепенного фациального замещения «чистых» доломитов на глинистые и сульфатные разности в верхней половине разреза. Поэтому толщина пласта на территории его распространения изменяется от 10—15 до 25 м (рис. 1).

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА ПРЕОБРАЖЕННОГО ГОРИЗОНТА

Преобразенский горизонт в опорном разрезе сложен преимущественно доломитами тонкокомкозернистыми до микротонкозернистыми, послойно слабоглинистыми, сульфатизированных с редкими тонкими прослоями ангидритодоломитов. Глинистость пород (до 20 %) повышена в нижней части разреза, на контакте с нижезалегающими глинистыми доломитами с высоким содержанием нерастворимого остатка до 30 %. Сульфатность доломитов возрастает в верхней половине разреза до 20—30 %. Преобразенский горизонт перекрывается доломитами сульфатизированными, послойно до доломитоангидритов и ангидритов, с редкими прослоями глинистых разностей. Он однороден по литологическому составу. Преобладающим компонентом пород является доломит (до 97 %). Прослой и включения ангидритов, ангидритодоломитов, мергелей и аргиллитов имеют подчиненное значение (рис. 2).

Породы горизонта горизонтально-линейно-, линзовидно-волнисто-, реже наклонно-косослоистые до массивных. Слоистость пород обусловлена неоднородной их перекристаллизацией и глинизацией, распределением ангидрита и битума, а также стилолитовыми и сутуровидными образованиями. Глинистый материал, по данным рентгеноструктурного анализа (аналитик И.Г. Чекис), преимущественно гидрослюдистого состава. Распределен он в основной массе в виде линз, микрослоек, тонких нитевидных прожилок. Совместно с органическим веществом часто выполняет стилолитовые швы и трещины. Стилолитовые швы в доломитах преимущественно зачаточные и слабобугорчатые, располагаются в основном параллельно слоистости.

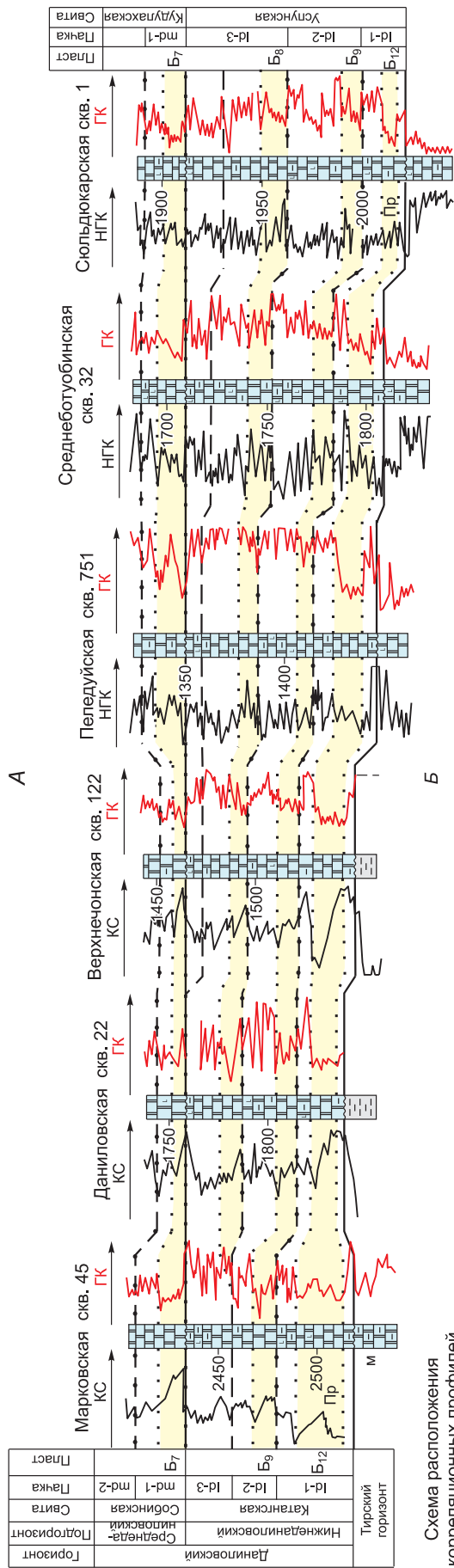
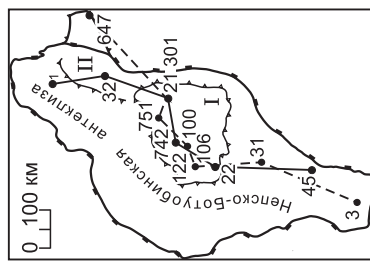


Схема расположения корреляционных профилей



Б

Рис. 1. Схемы высококорреляционной корреляции отложений катанской свиты (А) и преобразенского горизонта (Б) Ненско-Ботубовинской антеклизы.

1—5 — породы: 1 — доломиты, 2 — доломиты ангидритовые, 3 — доломиты глинистые и ангидритовые, 4 — доломиты глинистые и ангидритовые, 5 — глины; 6—9 — границы; 6 — свит, 7 — пачек, 8 — подпачек, 9 — пластов; 10 — расположение корреляционных профилей отложений; 11 — катанской свиты, 12 — преобразенского горизонта; 13 — скважины; 14, 15 — контуры структур: 14 — надпорядковых (Ненско-Ботубовинская антеклиза), 15 — первого порядка (1 — Ненский свод, 2 — Мирнинский выступ), 16 — граница пачек и пластов. Пр — преобразенский горизонт (пласт Б₁₂).

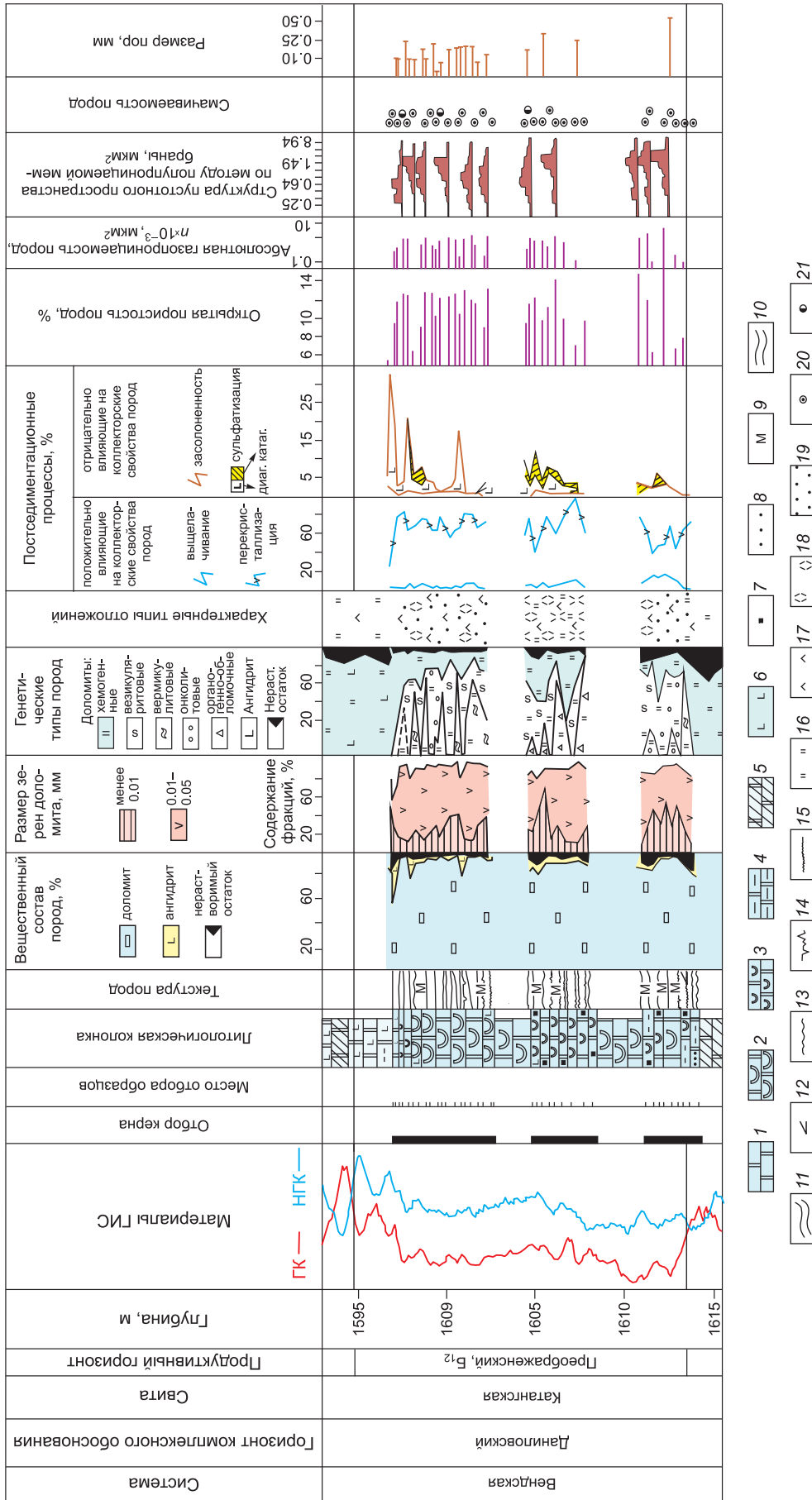


Рис. 2. Детальная литолого-фациальная и фальстрационально-емкостная характеристика преобразенского горизонта Верхнечонской скв. 900 (опорный разрез).

1 — доломиты; 2, 3 — доломиты микролитовые с содержанием органических остатков; 2 — свыше 50%, 3 — до 25%; 4 — доломиты глинистые; 5 — переслаивание доломитов, глинистых доломитов и мергелей; 6 — ангидрит; 7 — пирит; 8 — смесь песчано-алевритового материала; 9–13 — макротекстуры пород; 9 — массивная, 10 — горизонтально-слоистая, 11 — косослоистая, 12 — линзовидная, 13 — волнистая; 14 — стилолиты; 15 — сутуры; 16–19 — характерные типы отложений; 16 — приливно-отливных равнин, 17 — прибрежных лагун, 18 — малоподвижных придонных вод, 19 — подвижных придонных вод; 20, 21 — смачиваемость пород; 20 — гидрофобная, 21 — гидрофильная.

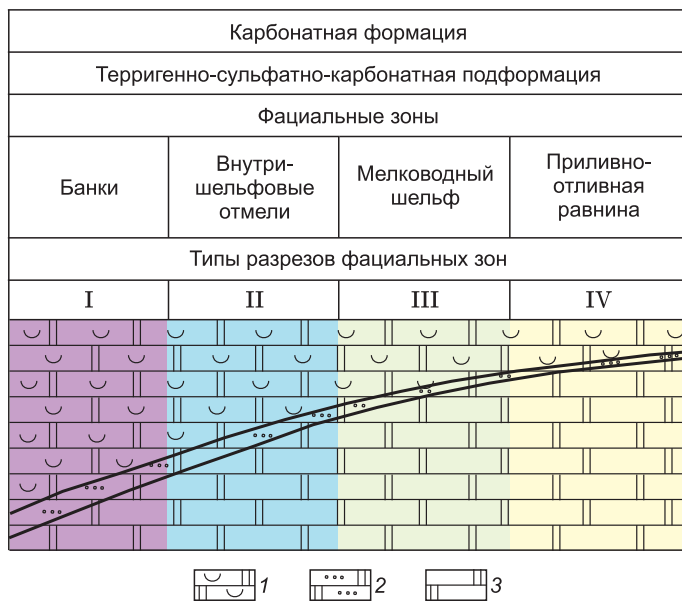


Рис. 3. Седиментационная модель преобразенного горизонта.

1 — микрофитолитовые доломиты, 2 — органогенно-обломочные доломиты, 3 — хемогенные доломиты.

Генетические типы пород представлены микрофитолитовыми (онколит-вермикулит-везикуляритовыми), послойно органогенно-обломочными и хемогенными разностями. В нижней части разреза преобразенного горизонта преобладают везикулярит-онколитовые, в средней — везикуляритовые, послойно хемогенные доломиты, в верхней — смешанного комплекса (онколит-вермикулит-везикуляритового), в кровле до хемогенного (аналитик Н.Е. Гущина).

По данным рентгеноструктурного анализа (Н.Т. Мандрикова), кристаллохимические характеристики доломитов имеют идеальную структуру ($d_{10\cdot4} = 0.288$ нм), свойственную органогенным породам, и послойно дефектную с увеличением межплоскостного расстояния до 0.289 нм; дефектный доломит мог сформироваться путем химического осаждения при умеренных температурах.

Органогенную природу доломитов, не исключая послойно и хемогенную их садку, подтверждают данные рентгенотермолюминесцентного (И.Г. Синихина) и спектрального (Л.Д. Малюшко) анализов. О мелководности бассейна седиментации свидетельствуют низкие содержания марганца, не превышающие сотых долей массовых процентов. По соотношению $1000 \cdot \text{Sr}/\text{Ca} = 0.9$ можно предполагать осаждение в бассейне седиментации карбонатов арагонитового состава с последующей их доломитизацией в раннем диагенезе, возможно, до захоронения осадков в седиментогенезе с формированием первичных доломитов.

По данным спектрального анализа, наличие в осадках Sr, входящего в решетку арагонита, также подтверждает арагонитовую природу карбоната, не исключая послойного процесса доломитизации в раннем диагенезе по биогенным известнякам. Присутствие в доломитах послойно (мас. %) SiO_2 (2.9—6.4), Fe (2.2—3.2), Al (0.42—0.82), K_2O (0.08—0.30) свидетельствует о послойном повышенном содержании в породах нерастворимого остатка (в виде зерен кварца и глинистой примеси). Наличие P_2O_5 (0.12—0.15 мас. %), а также комплекса микрокомпонентов Ni, Cu, V в сочетании с Ba подтверждают в осадках обилие захороненной органики (многофакторный анализ).

Приведенные результаты исследований литологическими, палеонтологическими и физико-химическими методами с использованием методики В.Д. Ильина и Н.К. Фортунатовой [1988а,б] по выяснению генезиса карбонатных отложений позволили восстановить обстановку образования отложений пре-

Характеристика фациальных зон преобразенного горизонта

Основные параметры фациальных зон	Фациальные зоны			
	Банки	Внутришельфовые отмели	Мелководный шельф	Приливно-отливная равнина
Средняя толщина горизонта, м	8—18	8—18	8—18	15—22
Коэффициент, %				
глинистости $H_g/H_{\text{гор}}$	< 10	10—20	10—20	20—50
сульфатности $H_a/H_{\text{гор}}$	< 10	10—20	10—30	10—40
$H_{\text{эф}}/H_{\text{гор}}$	50—80	30—60	15—50	0—20
Содержание генетических типов пород в разрезах, %				
микрофитолитовый	> 70	40—70	20—40	< 20
органогенно-обломочный	20—30	10—20	10—20	5—10
хемогенный	< 10	10—30	30—50	50—90

Примечание. H_g — толщина глинистых доломитов, $H_{\text{гор}}$ — толщина горизонта, H_a — толщина ангидритистых доломитов, $H_{\text{эф}}$ — толщина эффективных коллекторов.

ображенного горизонта опорного разреза. Они формировались в условиях закрытого шельфа, внутришельфовой отмели (осадки биогенных, хемогенных доломитов, ангидритов) с глубиной в бассейне седиментации до 20 м с преобладанием осадков подвижных и малоподвижных вод.

Кроме опорного разреза преобразованного горизонта, представленного преимущественно микрофитолитовыми (40—70 %) и органогенно-обломочными (10—20 %) доломитами, вскрыты скважинами еще три его типа: преимущественно органогенный, хемогенно-органогенный и в основном хемогенный [Шемин, 2007]. Разрезы этих типов образовались в условиях соответственно отдельных банок, мелководного шельфа и приливно-отливных равнин (рис. 3, таблица).

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОЯВИВШИХСЯ В ПОРОДАХ ГОРИЗОНТА

В породах преобразованного горизонта проявились различные постседиментационные процессы, повлиявшие как положительно, так и отрицательно на их фильтрационно-емкостные свойства. Среди постседиментационных процессов, положительно повлиявших на качество коллекторов, наиболее интенсивно проявилась перекристаллизация и менее значительно — выщелачивание (см. рис. 2).

Перекристаллизация в породах горизонта проявилась активно и охватила весь разрез. Наибольшей перекристаллизации подверглись фитогенные породы — везикулярит-онколитовые (до 60—80 %), значительно меньшей — органогенно-обломочные и хемогенные. Наиболее перекристаллизованы породы средней и верхней частей разреза, слабее (до 40—60 %) — нижней. В нижней части разреза породы имеют послойно повышенную глинистую составляющую, которая затрудняла в ряде случаев их интенсивную перекристаллизацию. Процесс перекристаллизации способствовал возникновению пор диагенетической перекристаллизации (до 10 %), сыгравших существенную роль в формировании полезной емкости коллекторов.

Процесс выщелачивания, приведший к образованию пор, реже каверн, активнее проявился в отложениях везикуляритового и онколитового генетических подтипов, а также в зернистых наиболее перекристаллизованных разностях (до 10, послойно 15—18 %). В зернистых доломитах выщелачивание приурочено к трещинам и стилолитовым швам. Наиболее интенсивно процессом выщелачивания затронуты породы нижней части преобразованного горизонта (10—18 %), меньше — средней (3—12 %) и еще меньше — верхней (до 2—6 %) частей. В процессе литогенеза большая часть пустот выщелачивания в доломитах заполнена галитом, ангидритом, редко кремнеземом.

Постседиментационные процессы, отрицательно влияющие на фильтрационно-емкостные характеристики пород, в опорном разрезе преобразованного горизонта связаны с диа-, реже катагенетической сульфатизацией, засолонением и редко окремнением.

Сульфатизация доломитов прослеживается по всему разрезу, однако степень интенсивности ее проявления различная. В нижней части разреза она слабо выражена, причем имеет локализованный характер, выполняя в породах поры, каверны, микротрещины (2—5 %). Иногда продукты ее деятельности присутствуют в виде отдельных зерен и гнездовидных скоплений. В средней части преобразованного горизонта породы интенсивнее и равномернее сульфатизированы. Диагенетический ангидрит распространен в доломитах в виде игольчатых, призматических зерен, гнездовидных, агрегативидных скоплений, распределенных в породах послойно. В верхней части разреза, помимо значительного увеличения сульфатов в породах (17—33 %), чаще появляются тонкие прослой доломитоангидритов, ангидритов и ангидритодоломитов. Можно предположить, что в период формирования верхней части разреза преобразованного горизонта условия в лагуне были наиболее засолоненными и периодически осуществлялась садка ангидрита в седиментогенезе и раннем диагенезе. Сульфатизация на катагенетической стадии изменения доломитов способствовала усложнению строения фильтрационных каналов, а в целом снизила фильтрационно-емкостные свойства пород.

Засолоненность пород преобразованного горизонта в целом низкая. Количество галита в доломитах, определенное путем его растворения в воде из дробленых пород и пламенно-фотометрическим методом, в основном фоновое (1.0—2.5 %, редко до 4 %). Судя по условиям развития бассейна седиментации, можно с достаточной долей уверенности предположить, что для межсолевых карбонатных горизонтов определенную роль играло засолонение на ранней стадии литогенеза. На последующих этапах развития бассейна происходило засолонение пород за счет активизации участков тектонически нарушенных зон.

Окремнение пород опорного разреза преобразованного горизонта имеет весьма локальный характер. Оно, изредка заполняя отдельные пустоты, не играет весомой роли в ухудшении фильтрационно-емкостных свойств доломитов.

Стилолитизация пород широко развита в преобразованном горизонте, что отражено на опорном разрезе в колонке текстур и микростилолитов (см. рис. 2). Это в основном зачаточные, слабобугорчатые разновидности микростилолитов параллельного горизонтального расположения в породах. Они запол-

нены глинистым, глинисто-органическим, реже битуминозным веществом. Стилолиты имеются во всех разностях пород, но большая их доля приурочена к хемогенным и смешанным разностям. К стилолитовым швам иногда приурочены пустоты выщелачивания, которые участками в значительной степени повышают емкостный, реже фильтрационный потенциал пород.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ГОРИЗОНТА

Изучение проб опорного разреза преобразенского горизонта под люминесцентной лампой позволило подразделить преобразенский горизонт на три части: нижнюю, среднюю и верхнюю, отличающиеся составом вытяжки, различной интенсивностью вытяжки, характером и типом нафтidonасыщенности пород (рис. 4).

Нижняя часть горизонта (инт. 1610.0—1615.5 м) характеризуется интенсивной молочно-голубой до желтой, буряющей вытяжкой с максимальным остаточным нефтенасыщением. Нафтиды можно отнести к мальтам и асфальтам, реже нефтям. Они заполняют в основном поры коллектора, реже каверны и стилолитовые швы.

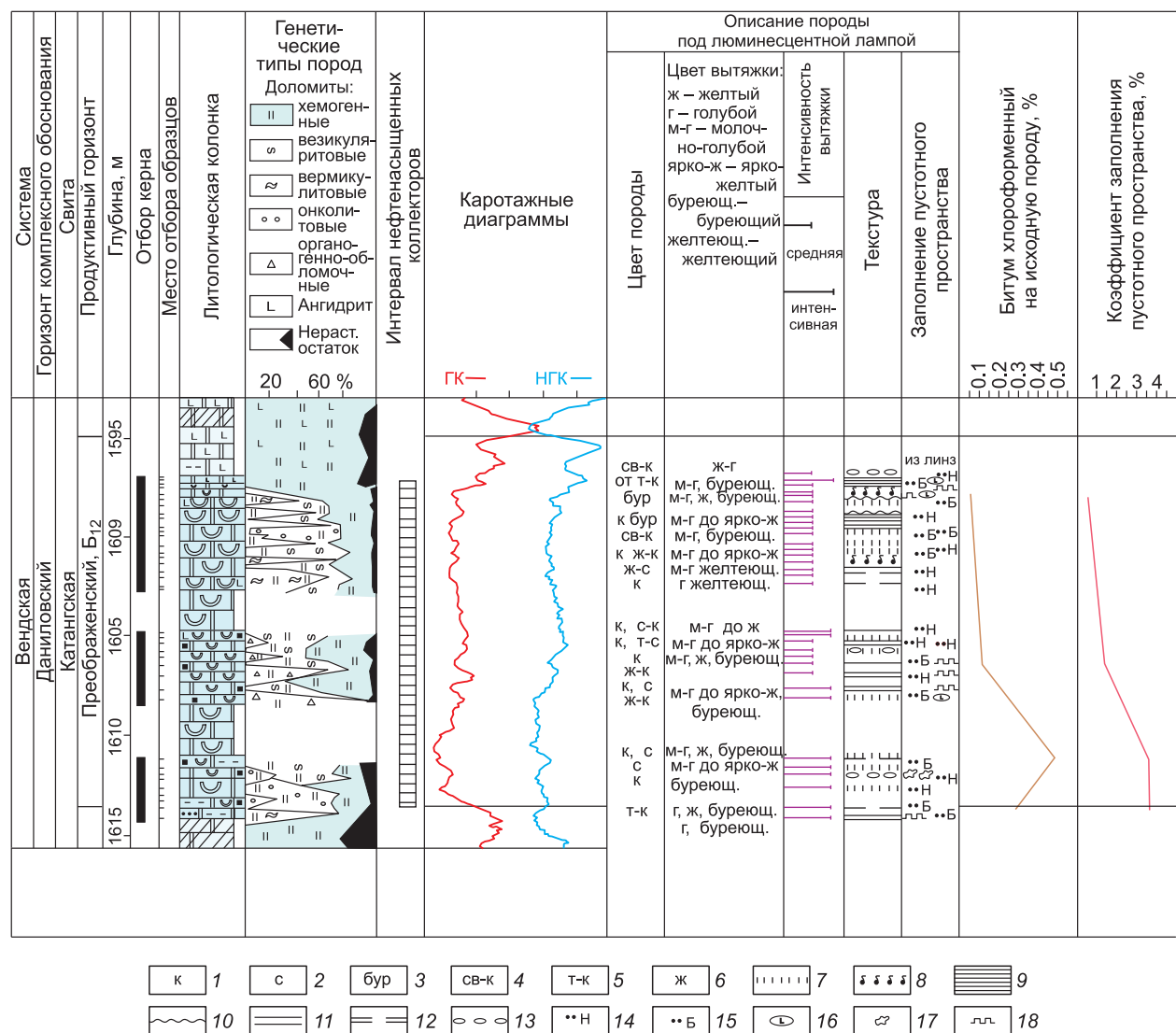


Рис. 4. Литолого-геохимическая характеристика преобразенского горизонта Верхнечонской скв. 900 (опорный разрез).

1—6 — цвет породы: 1 — коричневый, 2 — серый, 3 — бурый, 4 — светло-коричневый, 5 — темно-коричневый, 6 — желтый; 7—13 — текстуры породы: 7 — массивная, 8 — пятнистая, 9 — слоистая, 10 — волнисто-слоистая, 11 — полосчатая, 12 — неясно-полосчатая, 13 — линзовидная; 14—18 — заполнение пустотного пространства: 14 — нефть в порах, 15 — битум в порах, 16 — линзы сульфатов, 17 — каверны, 18 — стилолитовые швы, заполненные глинистым веществом. Остальные усл. обозн. см. на рис. 2.

Средняя часть разреза (инт. 1603.0—1610.0 м) представляет собой переслаивающийся коллектор среднего и интенсивного нафтдонасыщения. Цвет вытяжки изменяется от молочно-голубого до желтого, ярко-желтого, редко буреющего. Рассеянные нафтиды, представленные нефтями и мальтами, резе асфальтами, заполняют поры и стилолитовые швы коллектора.

Верхняя часть преобразенского горизонта (инт. 1596.0—1603.0 м) характеризуется вытяжкой средней интенсивности с редкими прослоями толщиной до 0.5 м с отсутствием остаточных нефтей. Цвет вытяжки изменяется от молочно-голубого до желтого, часто вытяжка буреющая. Это свидетельствует о том, что рассеянные в породах-коллекторах нафтиды можно отнести, по классификации В. А. Успенского, к мальтам и асфальтам. Остаточные нафтиды заполняют преимущественно поры коллектора, реже стилолитовые швы.

Содержание хлороформенного битумоида ($B_{хл}$) увеличивается сверху вниз по разрезу (см. рис. 4). В верхней части преобразенского горизонта процентное содержание $B_{хл}$ на породу составляет 0.10—0.15, в средней — 0.20, в нижней — 0.50 %.

ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРОД ГОРИЗОНТА

Фильтрационно-емкостные свойства пород преобразенского горизонта следующие (рис. 5, см. рис. 2). Открытая пористость их изменяется в широких пределах от 4.0 до 15.0 %, проницаемость от 0.1 до $10.0 \cdot 10^{-3}$ мкм². Между значениями пористости и проницаемости существует тесная корреляционная связь. Емкостные и фильтрационные свойства в значительной степени зависят от структуры пустотного пространства и поверхностных свойств пород. Исследования, выполненные методом полупроницаемой мембраны и ртутным поромером, показали, что разновидности доломитов характеризуются наличием пустотного пространства сложного строения с относительно небольшими размерами пор. Причем решающая способность ртутного поромера позволяет изучить распространение поровых каналов с радиусом до 0.0038 мкм. На гистограммах распределения поровых каналов в пустотном пространстве пород наблюдается развитие двух максимумов. По-видимому, один из них связан с первичной пористостью пород, другой — с пустотностью, образовавшейся в результате постседиментационных процессов. Доломиты с развитием поровых каналов радиусом менее 1.0 мкм имеют проницаемость менее $1.0 \cdot 10^{-3}$ мкм² или близкую к ней.

Результаты изучения поверхностных свойств пород по эффекту смачиваемости выявили широкое развитие преимущественно гидрофобных разностей, угол смачивания более 110° (аналитик Г.Ф. Степаненко). Наряду с доломитами с олеофильными свойствами встречаются доломиты с типично гидрофильными (угол менее 85°) и смешанными свойствами при краевом угле смачивания 85—105° (см. рис. 2).

Для определения емкостных свойств пород преобразенского горизонта в скв. 900 по данным ГИС были использованы диаграммы АК и НГК (см. рис. 5). В целом породы горизонта имеют удовлетворительные коллекторские свойства. К неколлекторам относится только прослой глинистых доломитов мощностью около 1.5 м в верхней части горизонта. Эффективная мощность пород-коллекторов достигает 17.2 м, по данным НГК, и 17.6 м, по АК, при общей мощности горизонта 18.9 м. Коэффициент пористости варьирует от 5.8 до 11.2 % (АК) или от 5.4 до 14.4 % (НГК), что в целом соответствует $K_{пор}$, определенным по керну (5.84—14.81 %). Коэффициент нефтенасыщенности изменяется от 68 до 92 % (причем только в двух пробах эти значения меньше 80 %).

Результаты комплексного изучения пород преобразенского горизонта Верхнечонской площади позволили отработать методические приемы построения опорных разрезов карбонатных продуктивных горизонтов, выполнить литогенетическое, геохимическое, коллекторское, петрофизическое, промыслово-геофизическое расчленение разреза и представить детальную характеристику одного из перспективных в нефтегазоносном отношении объектов в венд-кембрийском комплексе на территории Непско-Ботобинской антеклизы.

ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД ГОРИЗОНТА

В комплекс петрофизических исследований пород преобразенского продуктивного горизонта включалось изучение их плотности, скоростей упругих волн, гамма-активности и содержание радиоактивных элементов (рис. 6).

Плотность пород горизонта изменяется от 2.65 до 2.80, наиболее часто — от 2.65 до 2.70 г/см³. Повышенные (до 2.80 г/см³) и аномально повышенные (до 2.86 г/см³) значения этого параметра, встречающиеся достаточно редко, обусловлены прослоями окремненных доломитов. Распределение по разрезу значений плотности пород подчиняется общей закономерности их увеличения сверху вниз по разрезу.

Скорости упругих продольных и поперечных волн пород горизонта варьируют соответственно от 5500 до 6300 и от 3050 до 3500, обычно — от 5600 до 5800 и от 3000 до 3200 м/с. Распределение их значений по разрезу подобно показателям плотности пород.

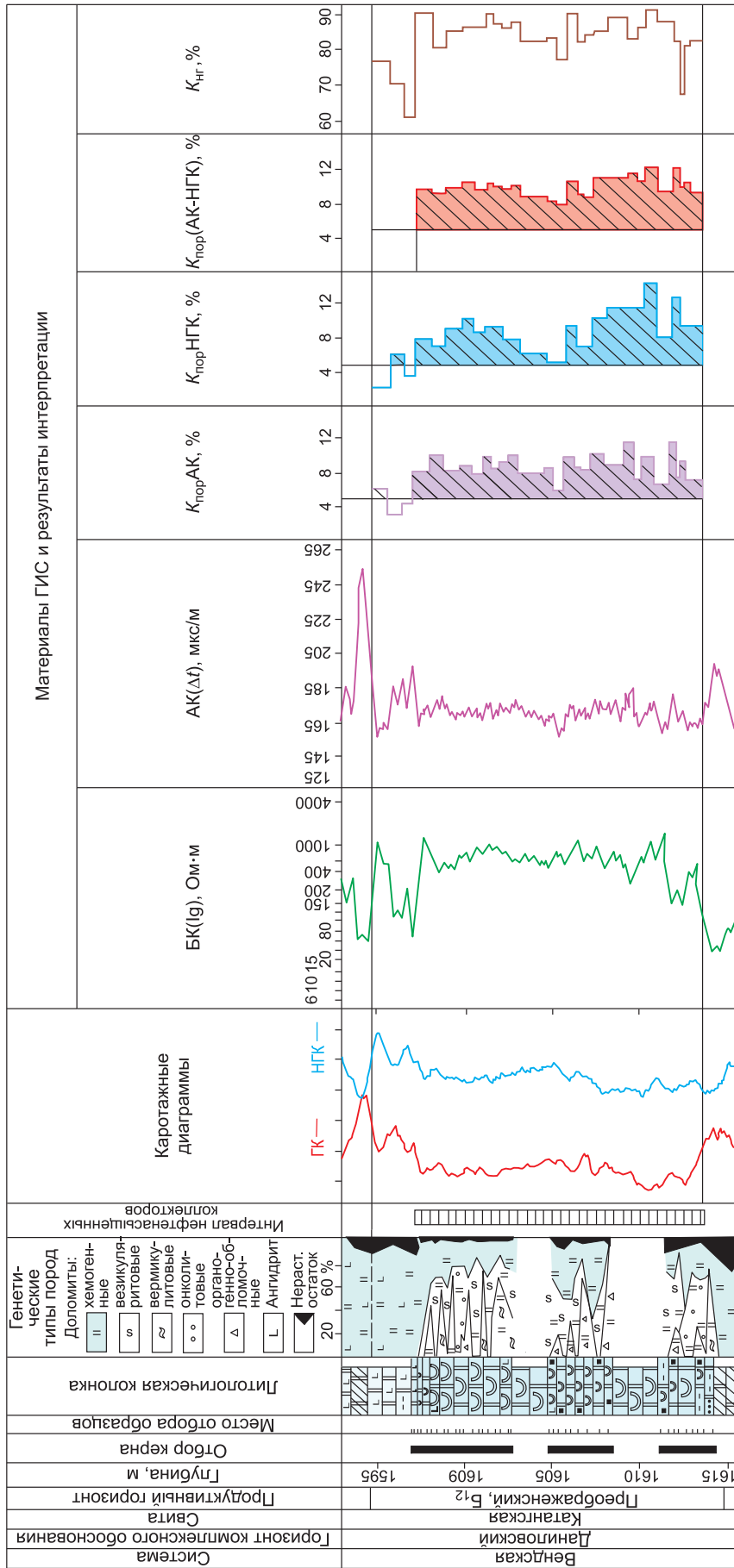


Рис. 5. Промыслово-геофизическая характеристика преображенского горизонта Верхнеоческой скв. 900 (опорный разрез).

Усл. обозн. см. на рис. 2.

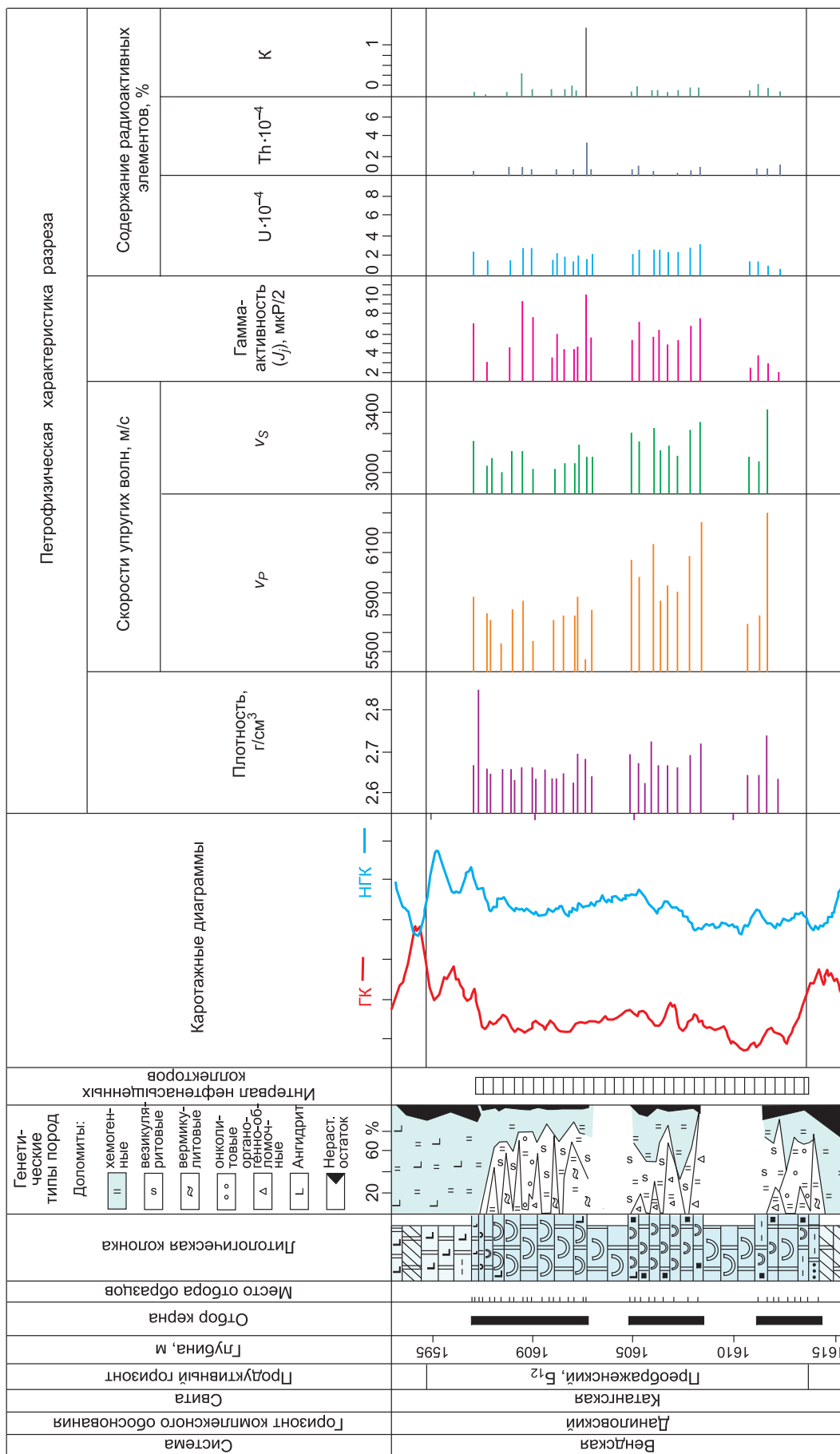


Рис. 6. Петрофизическая характеристика преобразженного горизонта Верхнеочной скв. 900 (опорный разрез).

Усл. обозн. см. на рис. 2.

Естественная гамма-активность пород преобразенского горизонта изменяется от 2 до 10, наиболее часто — от 4 до 7 мкР. Распределение ее значений по разрезу отличается от вышерассматриваемых параметров. Наиболее высокие ее значения фиксируются в средней его части, а в подошве и кровле — минимальные. В целом естественная радиоактивность преобразенского горизонта характеризуется меньшими значениями по отношению к перекрывающим и подстилающим отложениям.

Содержания радиоактивных элементов в породах преобразенского горизонта следующие (см. рис. 6). Наиболее обогащены породы горизонта калием, содержание которого в основном колеблется от 0.01 до 0.1 %. Лишь в одной пробе, приуроченной к центральной части разреза, отмечается содержание калия 2.9 %. Содержание урана и тория в породах существенно меньше, чем калия, при этом они более обогащены первым элементом. Их содержание в разрезе преобразенского горизонта изменяется соответственно $(0.1 \text{ до } 0.3) \cdot 10^{-4}$ и $(0.05 \text{ до } 0.1) \cdot 10^{-4}$ %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе изучения преобразенского карбонатного продуктивного горизонта получены важные результаты по составу, строению и условиям формирования отложений его разреза; интенсивности проявления в них постседиментационных процессов, определяющих качества коллекторов; геохимической и петрофизической характеристике пород и их фильтрационно-емкостным свойствам. Они существенно уточняют и дополняют существующие представления по комплексной характеристике этого перспективного на поиски залежей нефти и газа горизонта. Полученные результаты могут быть использованы в качестве методического руководства по составлению опорных разрезов карбонатных продуктивных горизонтов на основе литолого-фациальных, фильтрационно-емкостных, геохимических, промыслово-геофизических и петрофизических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Ильин В.Д., Фортунова Н.К. Методы прогнозирования и поисков нефтегазоносных рифовых комплексов. М., Недра, 1988а, 201 с.

Ильин В.Д., Фортунова Н.К. Прогноз емкостных свойств карбонатных пород на основе генетического анализа. М., ИПК Мингео СССР, 1988б, 156 с.

Строение и нефтегазоносность карбонатных резервуаров Сибирской платформы. Сборник научных трудов / Под ред. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1991, 151 с.

Шемин Г.Г. Геология перспектив нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2007, 467 с.

Шемин Г.Г. Обоснование выделения Ереминско-Чонской гигантской нефтяной залежи в преобразенском карбонатном горизонте венда, оценка ресурсов углеводородов и прогноз дебитов нефти (Непско-Ботуобинская антеклиза) // Теория и практика геолого-экономической оценки разномасштабных нефтегазовых объектов. Актуальные проблемы подготовки и освоения углеводородной сырьевой базы. Сборник материалов научно-практической конференции. СПб., ВНИИГРИ, 2008, с. 286—296.

*Рекомендована к печати 7 октября 2010 г.
В.А. Каширцевым*

*Поступила в редакцию
16 июня 2010 г.*