

УДК 551.72; 553.982.2

Литолого-геохимические особенности карбонатных пород рифея Камско-Бельского прогиба

С.А. Дьякова^а, С.Е. Башкова^б, Н.Д. Сергеева^а

^аИнститут геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН 450077, Уфа, ул. Карла Маркса, 16/2. E-mail: Solodova.IG@yandex.ru, riphey@ufaras.ru

^бПермский государственный национальный исследовательский университет 614068, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: sbashkova@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 26 октября 2023 г.)

Статья посвящена изучению литолого-геохимических особенностей карбонатных пород калтасинской, шиханской и леузинской свит рифея в Камско-Бельском прогибе. Выполнено детальное литолого-стратиграфическое описание и проведена статистическая обработка результатов геохимических исследований 150 образцов карбонатных пород рифея в 19 скважинах Камско-Бельского прогиба. По результатам исследований к нефтематеринским толщам с высоким потенциалом генерации отнесены породы арланской подсвиты калтасинской свиты. Результаты изучения шиханской и леузинской свит верхнего рифея позволили выделить только породы с бедным генерационным потенциалом.

Ключевые слова: Камско-Бельский прогиб, свита, рифей, карбонатные отложения, литология, геохимия.

DOI: 10.17072/psu.geol.22.4.311

Введение

Добыча углеводородного сырья в палеозойских толщах в пределах Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна (ВУНГБ) ведётся очень давно. Регион обладает уникальными и крупными месторождениями, однако характеризуется тенденцией к выработанности запасов нефти и газа. Ресурсная база региона снижается, и необходимы поиски новых перспективных объектов. К числу таких объектов принадлежат глубокопогруженные комплексы рифей-вендского авлакогенового бассейна, требующие детального изучения. Во всем мире, в том числе и в Российской Федерации (Восточная Сибирь), найдены уникальные месторождения углеводородного сырья в рифей-вендских отложениях (Grantham et al., 1988; Plumb, 1988).

Одной из крупнейших структур авлакогенового режима является Камско-Бельский бассейн, занимающий юго-восточную часть Восточно-Европейской платформы (ВЕП), ограниченный с востока Уральской складчатой системой (рис. 1 Б).

Для докембрийских отложений Камско-Бельского бассейна характерны большая площадь распространения, значительные

глубины залегания, наличие залежей нефти в венде, присутствие на различных стратиграфических уровнях более 60 нефте- и газопроявлений (Башкова, 2009; Башкова, Карасева, 2015, 2023; Башкова и др., 2017).

Материалы и методы исследования

В данной работе приведены результаты исследований литолого-геохимических особенностей карбонатных пород рифея Камско-Бельского прогиба (КБП) на примере отложений калтасинской (нижний рифей), шиханской и леузинской (верхний рифей) свит в связи с нефтегазоносностью (рис. 1 А).

Рассматриваемый район включает территорию западного Башкортостана, востока Татарстана, юг Удмуртской Республики и Пермского края, где наиболее полно представлены отложения рифея и венда.

Массив геохимической информации для пород калтасинской свиты нижнего рифея получен по материалам следующих скважин: саузовская подсвита – Бедряжская 203 (северная приосевая зона КБП); арланская подсвита – Бедряжские 203 и 204 (северная приосевая зона КБП), Восточно-Аскинская 1 (центральная зона КБП), Арланские 36 и

7000 (северная приосевая зона КБП); ашитская подсвита – Мишкинская 222, Сушинские 330 и 331, Центральная 400, Южно-Киенгопская 341, Ножовская 92 (северная приосевая зона КБП), Бедряжские 203 и 204 (северная приосевая зона КБП), Морозовская 1 (западная прибортовая зона КБП), Восточно-Аскинская 1, Югомаш-Татыш-

линская 80, Саузбашская 2, Калтасинская 36 (центральная и северная приосевая зоны КБП), Арланская 7000 (северная приосевая зона КБП). Шиханская и леузинская свиты верхнего рифея охарактеризованы керновым материалом, вскрытым в пределах восточной зоны КБП скважинами 1 Леузинская, 6 Ахмеровская, 5 Шиханская, Красноусольская.

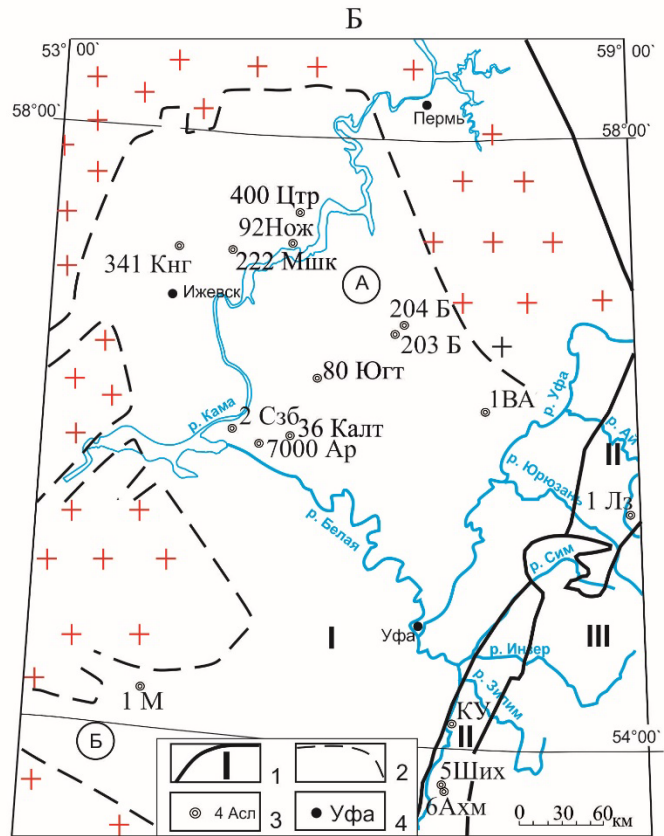
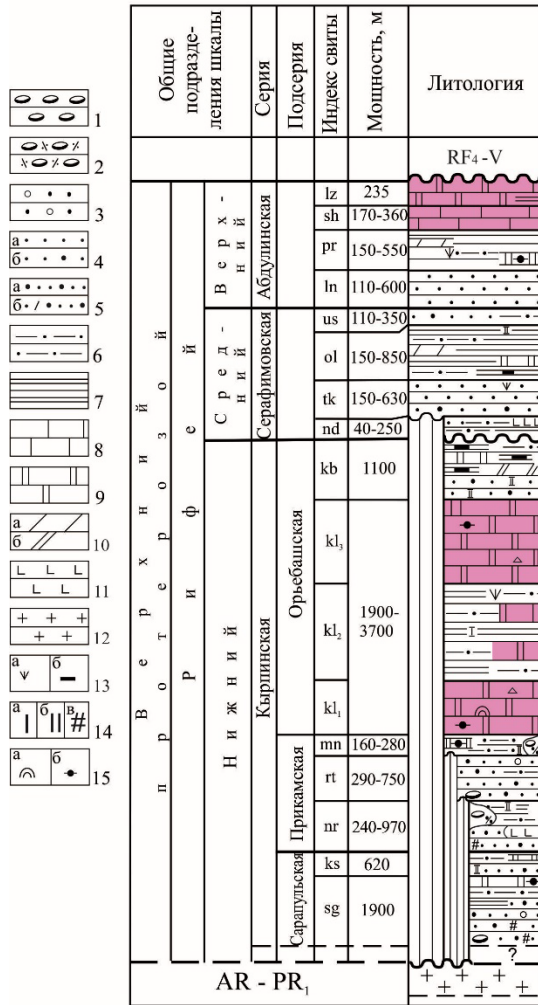


Рис. 1. Литолого-стратиграфическая колонка отложений рифея КБА (А) и обзорная карта (А) с расположением изученных скважин (по Сергеева и др., 2021, с изменениями). А: 1 – конгломераты; 2 – конгломераты тилитоподобные с галькой доломитов; 3 – гравелиты; 4–5 – песчаники: 4 – кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б); 5 – аркозовые (а) и полимиктовые (б); 6 – алевриты; 7 – аргиллиты; 8 – известняки; 9 – доломиты; 10 – мергели: известковистые (а) и доломитовые (б); 11 – метабазальты; 12 – породы кристаллического фундамента; 13–15 – характеристика пород: 13 – глауконит (а) и углеродистость (б); 14 – кальцитизация (а), доломитизация (б) и ангидритизация (в); 15 – строматолиты (а) и микрофитолиты (б). Б: 1 – границы структур первого порядка: I – восточная окраина Восточно-Европейской платформы (А – Камско-Бельский авлакоген, Б – Серноводско-Абдулинский авлакоген); II – Предуральский краевой прогиб; III – Уральская складчатая система; 2 – границы выступов кристаллического фундамента; 3 – местоположение скважины и ее номер; 4 – города. Названия разведочных площадей – Ахм – Ахмеровская; Ар – Арланская; Б – Бедряжская; ВА – Восточно-Аскинская; Клт – Калтасинская; Кнг – Киенгопская; Ку – Красноусольская; Лз – Леузинская; М – Морозовская; Мишк – Мишкинская; Нож – Ножевская; Сзб – Саузбашская; Цнт – Центральная; Ших – Шиханская; Югт – Югомаш-Татышлинская

При изучении карбонатных пород были использованы данные люминисцентно-битуминологического анализа, результаты пиролиза (пиролизатор Rock-Eval 6) и определение органического углерода на экспресс-анализаторе. Для установления закономерностей распределения рассеянного органического вещества в изучаемых отложениях по разрезу и по площади с помощью методов математической статистики (Дэвис Дж., 1977) были проанализированы показатели: процентное содержание органического углерода (Сорг, %) в породе, концентрации хлороформенных битумоидов (Бхл, %) в РОВ, величины битумоидного коэффициента (β , %), нерастворимый остаток (НО), параметры S_1 и S_2 , характеризующие нефтегенерационный потенциал РОВ пород по пиролитическому методу исследования органического вещества (Rock-Eval). Данный метод позволяет получить массив геохимической информации о содержании Сорг, типе, степени катагенетического преобразования ОВ, идентифицировать нефтематеринские породы и т.п. Обработка информации проведена с помощью программы «Statistica».

Литолого-стратиграфическое описание карбонатных толщ рифея

Карбонатные уровни рифея Камско-Бельского прогиба представлены отложениями 3 свит – калтасинской нижнего рифея, шиханской и леузинской верхнего рифея. Ниже представлено их подробное описание.

Калтасинскую свиту нижнего рифея подразделяют (снизу) на саузовскую (карбонатную), арланскую (терригенно-карбонатную) и ашитскую (карбонатную) подсвиты, суммарная мощность отложений которых более 3,5 км. В известняках и доломитах калтасинской свиты, вскрытых скважиной 7000 Арланская, определены строматолиты и микрофитолиты (рис. 2), а в аргиллитах – микрофоссилии нижнего рифея (Стратиграфическая..., 2000; Sergeev et al., 2019). Так, эукариоты, типичные для раннего рифея, определены в составе микробиоты из аргиллитов арланской подсвиты калтасинской свиты в скважине 203 Бедряжская (Сергеев и др., 2018).

Саузовская подсвита (RF₁kl₁) почти нацело сложена доломитами тонко- и мелкозернистыми, серыми, иногда темно-серыми, плотными, крепкими, прослоями содержит известняки тонкозернистые, серые, неравномерно доломитизированные, плотные, крепкие или алевролиты полевошпат-кварцевые и аркозовые, серые, доломитизированные, плотные, слюдистые.

Мощность подсвиты варьирует от 58 до 800 м.

Арланская подсвита (RF₁kl₂) представлена чередованием: доломитов тонко- мелкозернистых, серых и светло-серых, плотных, крепких, со строматолитами; алевролитов аркозовых, серых и темно-серых, с глауконитом, плотных, крепких; аргиллитов тонкослоистых темно-серых, реже коричневатосерых, слюдистых, часто с зеркалами скольжения. Мощность подсвиты изменяется от 535 до 1216 м.

Ашитская подсвита (RF₁kl₃) представлена известняками и доломитами тонко- и мелкозернистыми, серыми и светло-серыми, прослоями с коричневатым оттенком, участками окремненными и доломитовыми мергелями плотными, серыми с розоватыми и зеленоватыми оттенками. Мощность ашитской подсвиты калтасинской свиты достигает 1550 м.

Калтасинская свита нижнего рифея распространена почти по всей территории Камско-Бельского прогиба. От северной части прогиба к центральным и юго-восточным районам мощность отложений калтасинской свиты увеличивается от первых десятков метров до 3–3,5 км и более. В связи с этим отложения свиты являются одним из основных маркирующих горизонтов рифея. Нефтегазопрооявления, зафиксированные в отложениях калтасинской свиты, делают их наиболее перспективными в отношении генерационных возможностей (Белоконь и др., 2001).

В верхнем рифее карбонатные уровни представлены отложениями шиханской и леузинской свит, распространенными преимущественно в восточной части Камско-Бельского прогиба на Шиханской, Ахмеровской, Южно-Тавтимановской, Леузинской и других разведочных площадях.

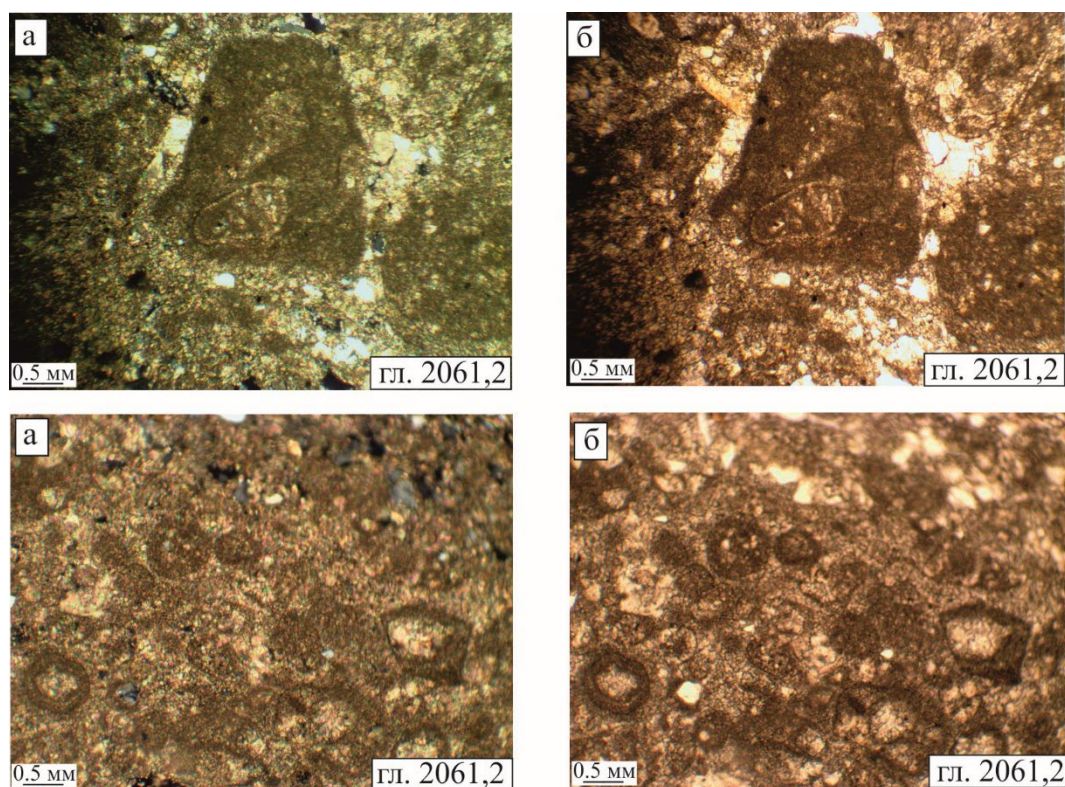


Рис. 2. Микрофитолиты в доломитах калтасинской свиты нижнего рифея, вскрытые скв. 7000 Арланская (гл. 2061.2 м)

Шиханская свита верхнего рифея (RF_{3sh}) представлена известняками тонкозернистыми, вишневыми и серыми с вишневым оттенком, реже – серыми с зеленоватым оттенком, а в отдельных прослоях – желтовато-коричневато-серыми. Редко наблюдаются прослой алевролитов глинисто-карбонатных, темно-серых и черных. Прослой выдержанные, линзовидной формы. Мощность свиты от 170 до 360 м.

Благодаря особенностям состава и окраски пород, наличию специфических структур и текстур (ленточная слоистость и «струйчатость») известняков, шиханская свита служит надежным маркером при корреляции разрезов рифея платформы и складчатого Урала. Мощность свиты 170–360 м.

Леузинская свита верхнего рифея (RF_{3lz}) состоит из двух подсвит: нижней (карбонатной) и верхней (терригенной). Нижняя подсвита представлена доломитами средне-, мелкозернистыми, серыми, темно-серыми, слабо битуминозными, с тонкими темно-серыми углероди-сто-глинистыми слоями. Отдельными прослоями доломиты глинистые, а иногда отмечаются слои аргиллита темно-серого. Верхняя подсвита леузинской

свиты, впервые вскрытая в скважине Красноусольская, охарактеризована керном лишь на глубине 3410.0–3410.1 м, где представлена песчаниками кварцевыми с глауконитом, средне- и мелкозернистыми, свет-ло-серыми и доломитами мелкозернистыми, темно-серыми. Более 200 м верхней части разреза леузинской свиты пройдены без отбора керна, а анализ шлама показал, что в литологическом составе этой части разреза преобладают алевролиты и аргиллиты, подчинены песчаники, известняки и доломиты. Судя по характеру кривых каротажа, породы находятся в неравномерном чередовании. Общая мощность леузинской свиты – 235–576 м.

Леузинские отложения завершают разрез верхнего рифея Волго-Уральской области и перекрыты с большим перерывом вендскими образованиями.

Геохимическая характеристика карбонатных пород рифея

Калтасинская свита нижнего рифея

Наиболее значительные по объему исследования геохимических особенностей прове-

дены для калтасинской свиты нижнего рифея.

Калтасинскому времени соответствует новый тектоно-седиментационный цикл, во время которого накапливались различные типы карбонатных осадков. Формирование отложений происходило в мелководных и относительно глубоководных морских условиях преимущественно в первой и последней трети калтасинского времени в самом прогибе и на склонах древних сводов. Геохимические обстановки меняются от окислительных до восстановительных и резко восстановительных.

Саузовская подсвита калтасинской свиты

Саузовская толща пород характеризуется невысоким содержанием органического углерода – Сорг (рис. 3). Так, средние значения для толщи достигают 0,14 %, а подавляющее количество значений характеризуется содержанием органического углерода до кларковых значений (0,5 %). Это позволяет оценить толщу как бедную в отношении нефтегазоматеринского потенциала.

Значение параметра Бхл до 0,005 является пониженным. На гистограмме параметр Бхл распределен в пределах 0,005–0,02, что характеризует сингенетичность этих битумоидов и генерационную способность толщи (рис. 3).

Параметр битуминозности саузовской подсвиты калтасинской свиты (β) в представленных образцах распределен в интервале 4,88–19,92. Содержание битумоидного коэффициента до 16 % свидетельствует о присутствии в толще сингенетичных битумоидов, но с примесью миграционных (рис. 3).

Отложения саузовской подсвиты калтасинской свиты характеризуются пониженными значениями пиролитического показателя S_1 и более высокими значениями показателя S_2 (рис. 4). Все образцы относятся к бедным нефтематеринским (S_2 менее 1 мг/г).

Арланская подсвита калтасинской свиты

Показатель продуктивности S_1 в большинстве образцов низок (значения менее 0,25 мг/г). Содержание органического угле-

рода в карбонатных породах арланской подсвиты калтасинской свиты (Сорг) в основном достигает 0,1 %, реже – 0,2 %. Толща относится к сравнительно бедной в плане нефтегазоматеринского потенциала (рис. 5). Распределение хлороформенных битумоидов составляет чаще от 0 до 0,13 %, реже – до 0,23 %. Содержание в РОВ Бхл больше 0,1 % говорит о наличии нефтяных битумоидов, как правило, аллохтонного характера (рис. 5). Параметр битуминозности арланской подсвиты калтасинской свиты имеет сложный характер распределения: содержание битумоидного коэффициента до 10 % свидетельствует о присутствии в толще сингенетичных битумоидов (с примесью миграционных), а при больших значениях β – эпигенетичных. При этом степень битуминозности отложений в некоторых разрезах скважин достигает 100 % (рис. 5).

Чтобы отобразить процесс миграции, был построен график зависимости битумоидного коэффициента (β) от содержания органического углерода Сорг в отложениях арланской подсвиты калтасинской свиты (рис. 6). Наибольшее количество точек распределено в поле сингенетичных битумоидов и лишь небольшое количество точек – в поле эпигенетических, что позволяет говорить об их большей подвижности.

Среднее значение величины нерастворимого остатка (НО) для отложений арланской подсвиты калтасинской свиты составляет 30–40 %, в отдельных случаях достигает 90 % (рис. 5).

Пиролитические показатели S_1 и S_2 в отложениях арланской подсвиты калтасинской свиты распределены аналогично, как в подстилающей саузовской толще – низкие значения S_1 (до 0,05 %) и более высокие показатели S_2 (до 0,25 %) (рис. 7).

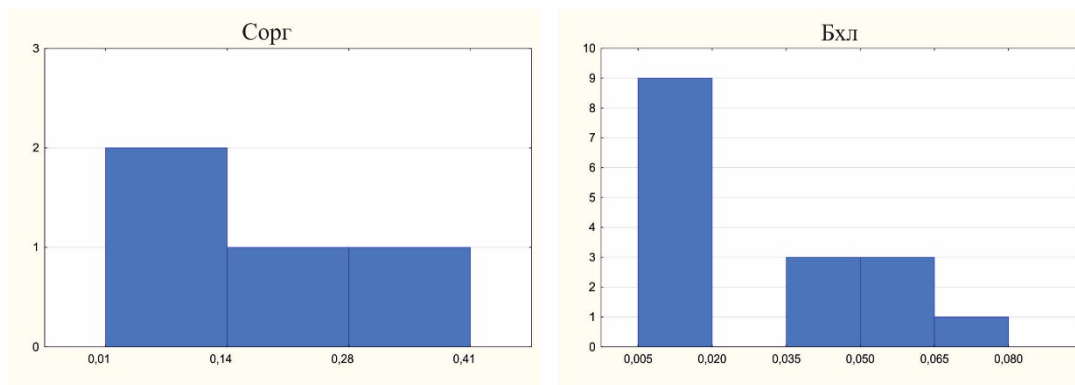
Ашитская подсвита калтасинской свиты

Максимальный охват геохимическими анализами получен для карбонатных пород ашитской подсвиты (RF1k13).

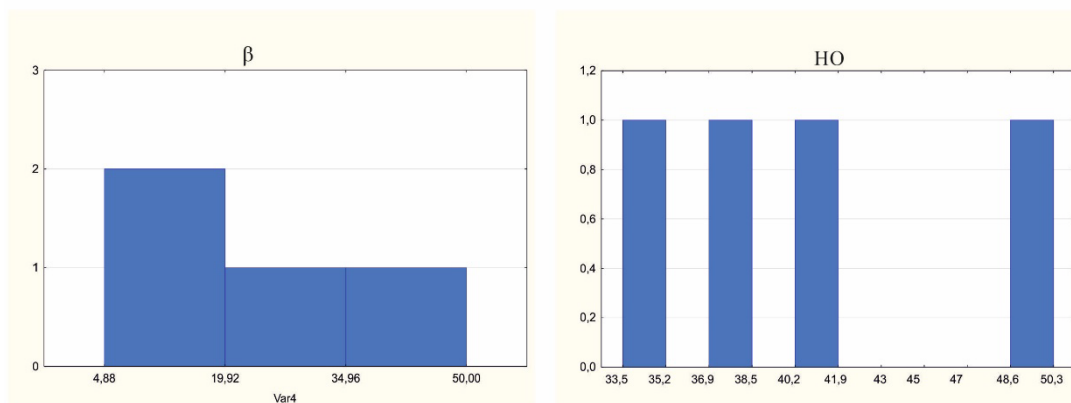
Большее количество образцов карбонатных пород по параметру Сорг распределено в поле значений от 0 до 0,05 %, но значительную долю занимают также значения от 0,05 до 0,1 % (рис. 8).

Значения параметра Бхл в основном имеют пониженное содержание – до 0,02 %, что характеризует сингенетичность этих би-

тумоидов и генерационную способность толщи (рис. 8).

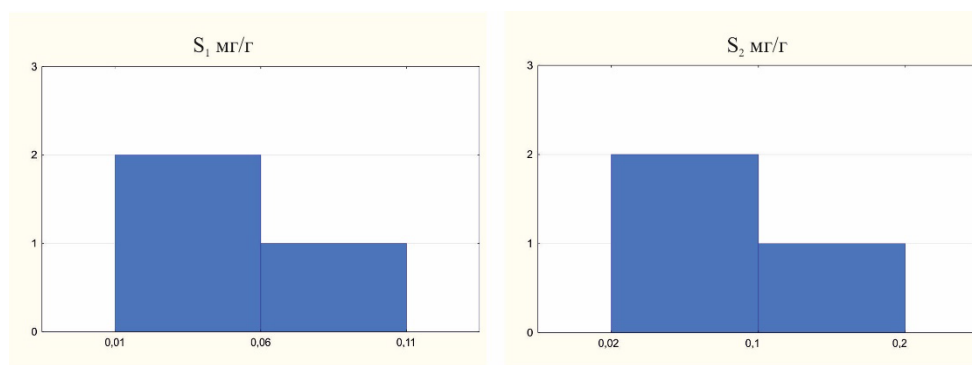


Гистограммы распределения параметров Сорг и Бхл, % в саузовской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея



Гистограммы распределения параметров β и НО, % в саузовской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея

Рис. 3. Гистограммы распределения геохимических параметров в саузовской подсвите калтасинской свиты



Гистограммы распределения параметров S_1 и S_2 в саузовской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея

Рис. 4. Гистограммы распределения пиролитических параметров в саузовской подсвите калтасинской свиты

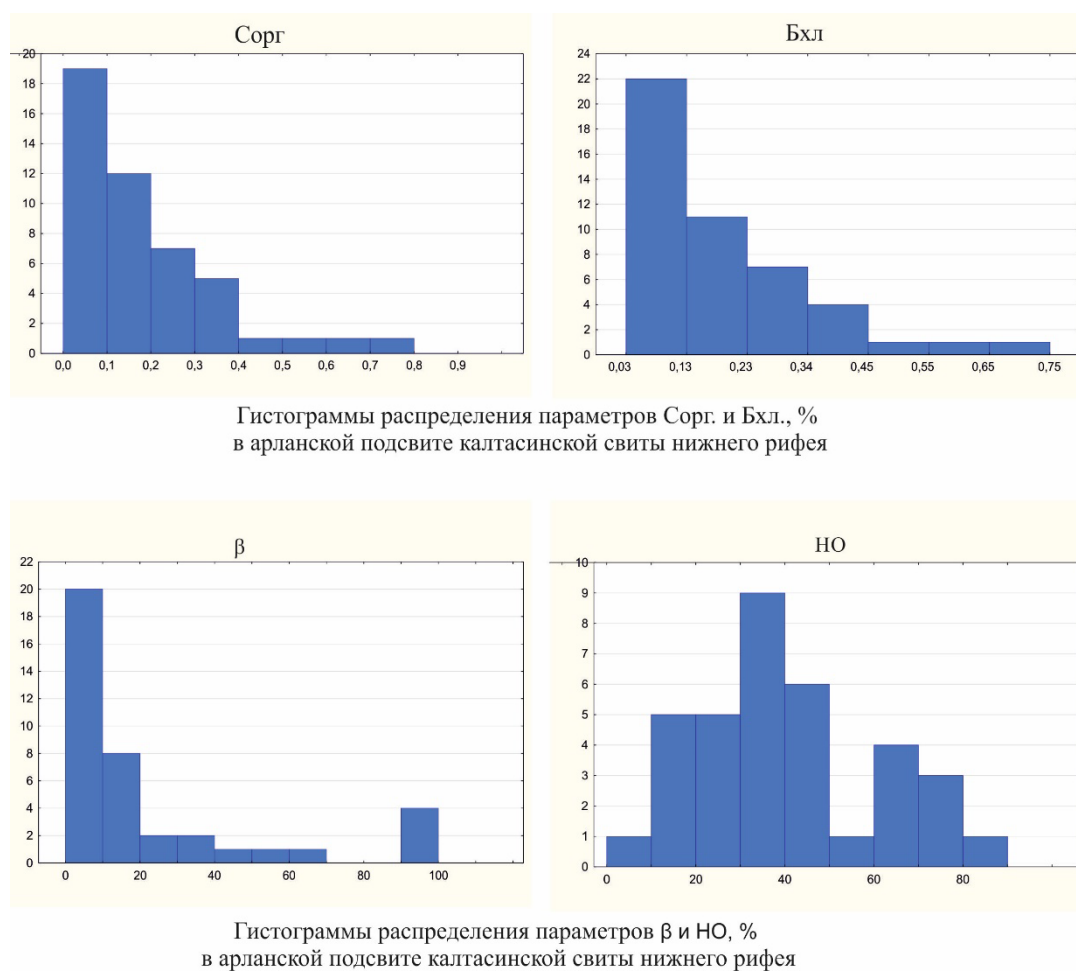


Рис. 5. Гистограммы распределения геохимических параметров в арланской подсвите калтасинской свиты

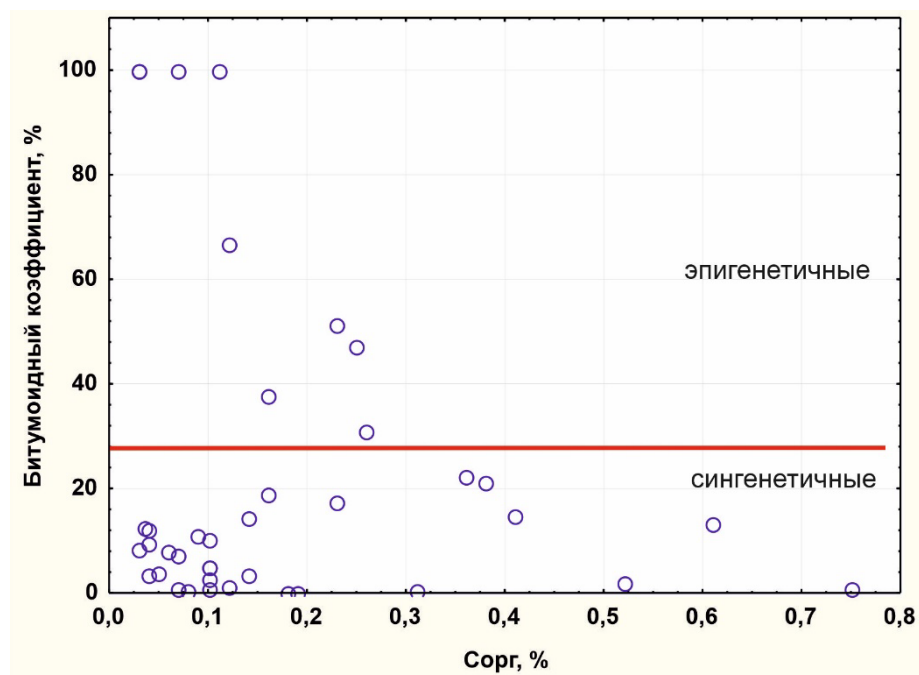


Рис. 6. Распределение битумоидного коэффициента от содержания органического углерода в арланской подсвите калтасинской свиты

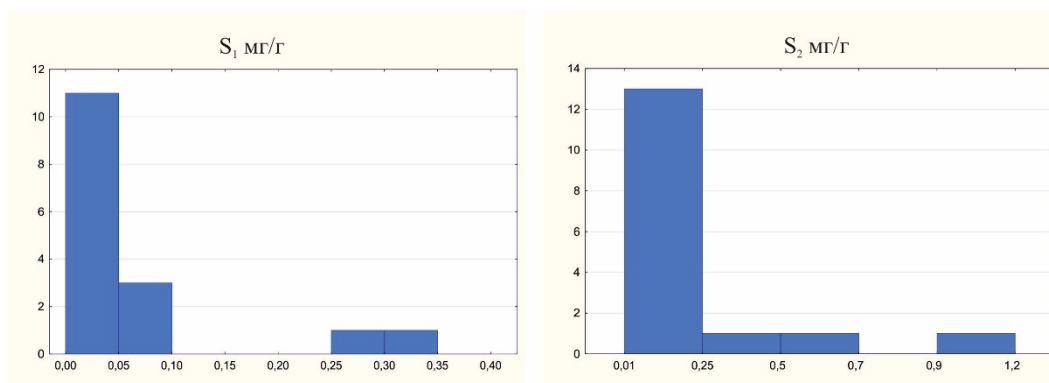
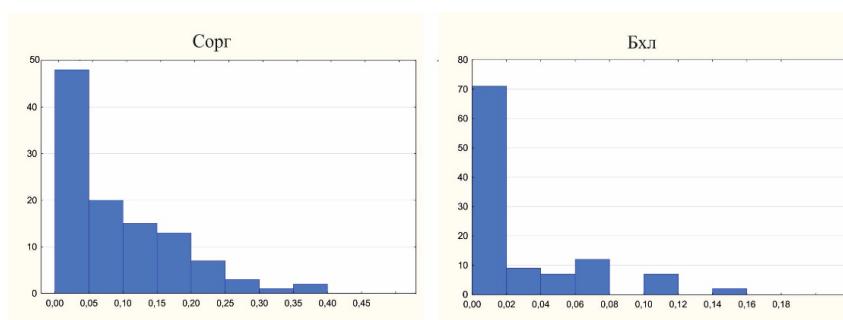
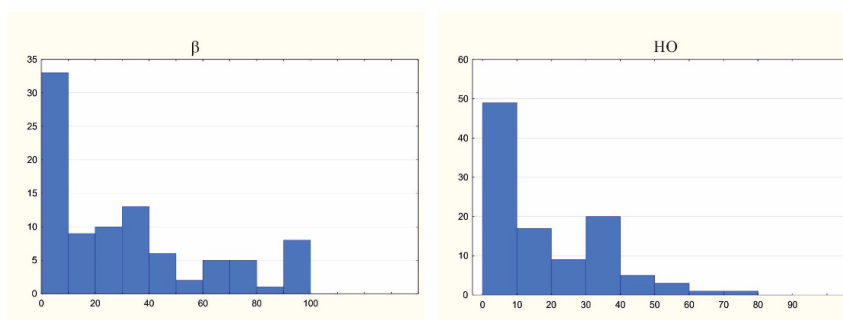


Рис. 7. Гистограммы распределения пиролитических параметров в арланской подсвите калтасинской свиты

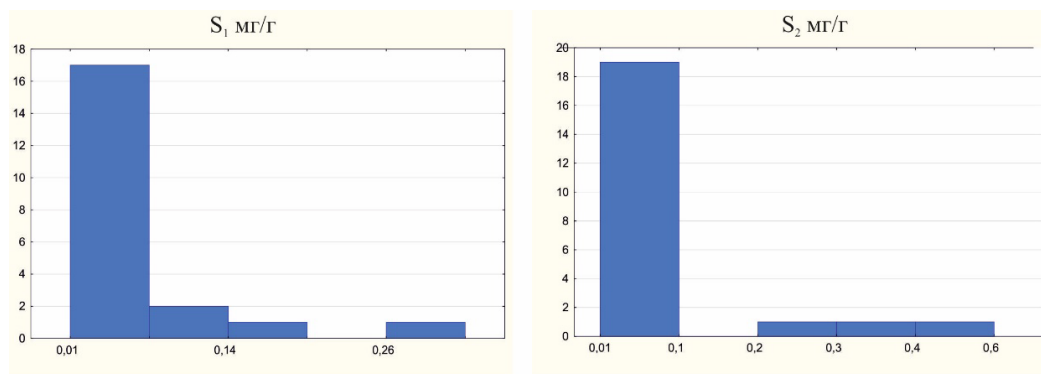


Гистограммы распределения параметров Сорг. и Бхл, % в ашитской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея



Гистограммы распределения параметров β и NO, % в ашитской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея

Рис. 8. Гистограммы распределения геохимических параметров в ашитской подсвите



Гистограммы распределения параметров S_1 и S_2 в ашитской подсвите калтасинской свиты нижнего рифея

Рис. 9. Гистограммы распределения пиролитических параметров в ашитской подсвите калтасинской свиты

Глинистая составляющая ашитской подсвиты калтасинской свиты низкая – от 0 до 10 %. Отложения ашитской подсвиты калтасинской свиты характеризуются пониженными значениями пиролитического показателя S_1 и более высокими значениями показателя S_2 (рис. 9).

На графике зависимостей битумоидного коэффициента от содержания органического углерода в ашитской подсвите калтасинской свиты значения сингенетических и эпигенетических битумоидов распределились практически поровну, с небольшим преобладанием сингенетических (рис. 10).

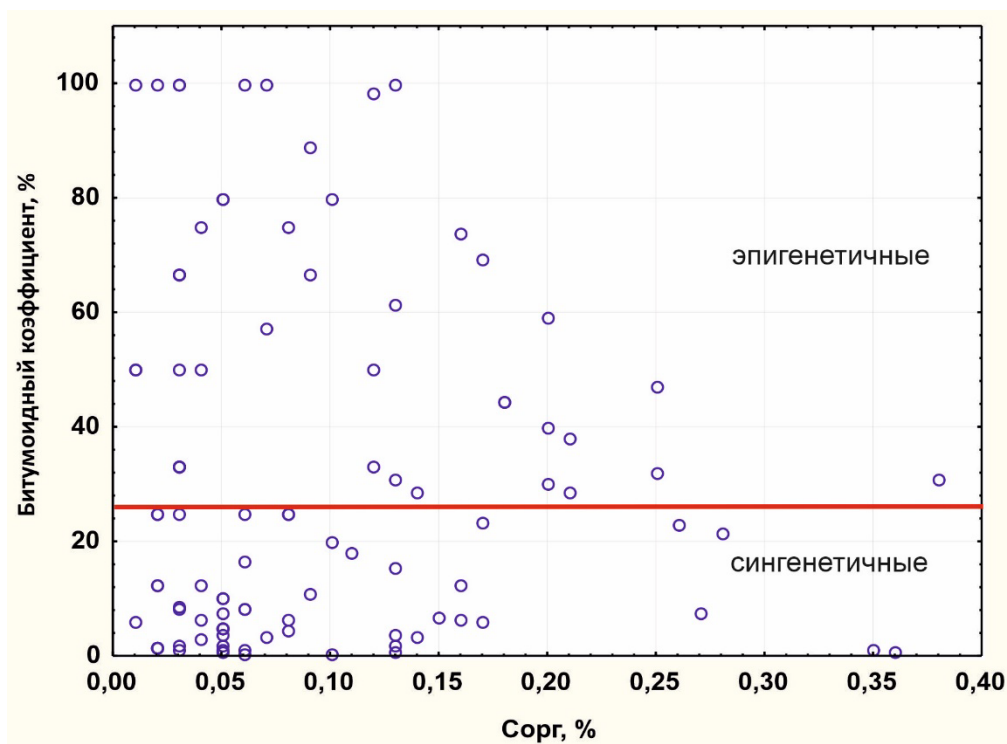


Рис. 10. Зависимость распределения битумоидного коэффициента от содержания органического углерода в ашитской подсвите калтасинской свиты

Таким образом, при изучении геохимических характеристик отдельных подсвит калтасинской свиты можно сделать вывод, что увеличение параметров нефтегенерационного потенциала растет при увеличении терригенной составляющей (НО). Максимальные значения Сорг зафиксированы в арланской подсвите калтасинской свиты, что позволяет отнести отложения к потенциально нефтематеринским (НГМ). В основном содержание органического углерода (Сорг) колеблется от сотых до нескольких десятых долей процента. Высокие значения концентрации хлороформных битумоидов в РОВ зафиксированы также в арланской подсвите. Концентрации Бхл более 0,1 % свидетельствуют о наличии нефтяных битумоидов, как правило, аллохтонного характера.

Шиханская и леузинская свиты верхнего рифея

Для отложений шиханской и леузинской свит верхнего рифея проведены геохимические исследования методом пиролиза (пиролизатор Rock-Eval 6).

Шиханская свита

Условия формирования во время шиханского осадконакопления характеризуются подъемом территории Камско-Бельского авлакогена и закрытием зоны Серноводско-Абдулинского авлакогена. Накопление происходило в мелководно- и глубоководно-морских восстановительных обстановках, поэтому существовали благоприятные условия для накопления и сохранения органического вещества.

По результатам геохимических исследований разреза верхнерифейских отложений

скв. Южно-Тавтимановская и Красноуольская, в карбонатных породах нижней толщи шиханской свиты наблюдаются невысокие значения $S_{орг}$ – 0,06 и 0,02 (табл. 1). Концентрации хлороформенных битумоидов также имеют очень низкие значения – 0,0009 и 0,0003. Пониженное содержание значения

параметра Бхл (до 0,005) характеризует сингенетичность этих битумоидов и генерационную способность толщ.

Показатель НИ в последних исследованиях определен в размере 250, что относится к среднему показателю НГМ пород.

Таблица 1. Результаты пиролиза отложений шиханской свиты верхнего рифея

Интервал, м	Порода	Н.О %	$S_{орг}$, %	Содержание битумоидов, %			Гуминовые кислоты, %	Тип Бхл	$K_{н=}$ Бхл/Бсб	$\beta =$ Бхл*100/ $S_{орг}$, %	S_1 , мг/г	S_2 , мг/г	T_{max} , °С	НИ
				Бпз	Бхл	Бсб								
Ю-Тавтимановская, 188														
3670,4	известняк	21,7	0,06	0	0,0009	0,0012	0,0001	мл	0,75	1,50				
3672	известняк			0	0,0003	0,0004	0,0001	мл	0,75					
Красноуольская														
3420,6	известняк		0,02								0,04	0,05	402	250

В ранее выполненных исследованиях (Башкова, 2009) отмечались высокие концентрации в глинистых известняках и мергелях (0,49–0,85 %) и низкие в трещиноватых разностях известняков – до 0,09–0,17 %. В редких прослоях темно-коричневых аргиллитов $S_{орг}$ обнаружено в количестве 0,2–0,23 %. Также было установлено, что в породах шиханской свиты широко развиты маслянистый и осмоленный типы битумоида. Однако незначительные мощности шиханской свиты и очень слабая изученность не позволяют выделить нефтегазоматеринские толщ в составе свиты.

Леузинская свита

Леузинская свита крайне слабо изучена, так как вскрыта двумя скважинами – 1 Леу-

зинской и Красноуольской. Свита завершает разрез позднего рифея в восточной части Камско-Бельского прогиба.

Формирование леузинской свиты произошло в условиях, аналогичных условиям образования шиханской свиты, но по геохимическим особенностям леузинские доломиты имеют повышенные содержания органического углерода (0,02–0,38 %) относительно шиханской свиты (табл. 2).

Аналогично вышеописанным отложениям, по пиролитическим характеристикам в леузинской свите отмечены пониженные значения S_1 (0,04 и 0,06) и более высокие значения показателя S_2 (0,07 и 0,22). Все образцы относятся к бедным нефтематеринским (S_2 менее 1 мг/г) породам. Показатель продуктивности S_1 низок (значения менее 0,25 мг/г).

Таблица 2. Результаты пиролиза отложений леузинской свиты верхнего рифея

Интервал, м	Порода	Н.О %	$S_{орг}$, %	Содержание битумоидов, %			Гуминовые кислоты, %	$\beta =$ Бхл*100/ $S_{орг}$, %	S_1 , мг/г	S_2 , мг/г	T_{max} , °С	НИ
				Бпз	Бхл	Бсб						
Красноуольская												
3644,3	известняк		0,02						0,04	0,07	455	367
3617,5	известняк		0,38						0,06	0,22	492	41

Небольшие мощности, локальное распространение и влияние гипергенных процессов не дают основания для выделения в составе леузинской свиты нефтематеринской толщ.

Выводы

Наибольшим распространением и мощностью обладает калтасинская свита нижнего рифея. В разрезе скважины 7000 Арлан-

ская её мощность достигает 1585 м, а в скв. 83 Калтасинская (стратотипическая местность) вскрытая мощность её более 2900 м. Доломиты калтасинской свиты рассматриваются исследователями в качестве нефтегазопроизводящих толщ. При определенных условиях в этих отложениях может происходить и аккумуляция УВ, которая в значительной мере зависит от наличия коллекторов.

При изучении геохимических характеристик отдельных подсвит калтасинской свиты установлено, что наибольшими значениями Сорг среди отложений нижнего рифея характеризуется арланская подсвита, что позволяет отнести ее к нефтематеринской. В основном содержание органического углерода (Сорг) колеблется от сотых до нескольких десятых долей процента. Высокие параметры нефтегенерационного потенциала имеют прямую зависимость с увеличением терригенной составляющей (НО). Повышенные значения концентрации хлороформных битумоидов в РОВ зафиксированы также для арланской подсвиты. Концентрации Бхл более 0,1 % свидетельствуют о наличии нефтяных битумоидов, как правило, аллохтонного характера. Построение графиков зависимостей распределения битумоидного коэффициента от содержания органического углерода свидетельствует о сингенетичном характере распределения точек, лишь небольшое количество точек попало в поле эпигенетических, что позволяет говорить об их большей подвижности.

Карбонатные отложения шиханской и леузинской свит верхнего рифея вскрыты единичными скважинами на ограниченной площади, а их мощность не превышает несколько сотен метров: для шиханской свиты – 240 м (скв. 6 Ахмеровская) и 360 м (скв. 5 Шиханская), а для леузинской свиты – 180 м (скв. 1 Леузинская) и 576 м (скв. Красноусольская). Карбонатные толщи верхнерифейского уровня в силу указанных причин пока недостаточно изучены.

Результаты геохимических исследований отложений шиханской и леузинской свит верхнего рифея методом пиролиза показали, что отложения имеют сходные параметры. Содержание органического углерода имеет низкие значения – 0,06 и 0,02 для шиханской

свиты и 0,02 для леузинской свиты, но здесь зафиксировано единичное значение – 0,38 %.

Концентрации хлороформных битумоидов в шиханской свите также охарактеризованы низкими значениями – 0,0009 и 0,0003. Пониженное содержание значения параметра Бхл (до 0,005) характеризует сингенетичность этих битумоидов и генерационную способность толщ.

Показатель НИ в изученных свитах определен в размере 250 (шиханская свита) и 367, 41 (леузинская свита), что позволяет отнести их к среднему показателю НГМ-пород.

По пиролитическим характеристикам шиханская и леузинская свиты верхнего рифея имеют пониженные значения S_1 (от 0,04 и 0,06) и более высокие значения показателя S_2 (от 0,05 до 0,22). Все образцы относятся к бедным нефтематеринским (S_2 менее 1 мг/г) породам. Показатель продуктивности S_1 низок (значения менее 0,25 мг/г).

Таким образом, по результатам изучения, на данном этапе нет оснований для выделения нефтематеринских толщ среди отложений верхнего рифея.

Библиографический список

Башкова С.Е. Комплексный анализ критериев и показателей прогноза нефтегазоносности рифей-вендских отложений Волго-уральской нефтегазоносной провинции / Дисс. канд. геол.-мин. наук, Пермь. 2009. 198 с.

Башкова С.Е., Карасева Т.В. Прогноз нефтегазоносности глубокопогруженных отложений Волго-Уральской НГП / Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2015. № 11. С. 9–14.

Башкова С.Е., Карасева Т.В. Прогноз нефтегазоносности рифей-вендских отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Пермь, 2023. 190 с

Башкова С.Е., Карасева Т.В., Гиниятова Л.Ф. О перспективах нефтегазоносности отложений ниже освоенных промышленностью глубин в Волго-Уральской НГП. Новые направления нефтегазовой геологии и геохимии. Развитие геологоразведочных работ / Сб. ст. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т. 2017. С. 6–15.

Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М. Строение и нефтегазоносность рифей-сковендских отложений востока Русской платформы. Пермь: ИПК «Звезда», 2001. 108 с.: ил., табл. Библиогр.: С. 96–107.

Дэвис Дж. Статистика и анализ геологических данных. М.: Мир, 1977. 572 с.

Сергеев В.Н., Сергеева Н.Д., Сперлинг Э.А., Шарма Мукунд, Воробьева Н.Г. Микробиота калтасинской свиты нижнего рифея Волго-Уральской области в свете новой концепции оксигенизации протерозойского океана. Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана: сб. науч. ст. Уфа: ИГ УФИЦ РАН. 2018. С. 147–156.

Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Карасева Т.В. Верхний протерозой (рифей и венд) Волго-Уральской области в параметрических и глубоких скважинах. Уфа: Книга-Принт, 2021. 196 с.

Стратиграфическая схема рифейских и венд-

ских отложений Волго-Уральской области. Уфа: ИГ УНЦ РАН. 2000. 2 листа.

Grantham P.J., Lijmbach G.W.M., Posthuma Jet al. Origin of crude oils in Oman // J. Petrol. Geol., 1988, V. 11. P. 61–80.

Plumb K.A. Geology of the McArthur basin Northern territory – Queensland. Scale 1:1000000 // Bur. Miner. Res., Canberra. 1988.

Sergeev V.N., Semikhatov M.A., Vorob'eva N.G., Sergeeva N.D., Sharma M., Baryshnikova L.P. Age Boundaries and Stratigraphic Importance of Microbiota of the Lower Riphean Kaltasy Formation of the Volga-Uralia Area. Stratygraphy and Geological Correlation. V. 5(27). 2019. С. 529–537.

Litological and Geochemical Features of Carbonate Rocks of the Riphean Deposits of the Kamsko-Belskiy Trough

S.A. Dyakova^a, S.E. Bashkova^b, N.D. Sergeeva^a

^a Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences, 16/2 Karl Marx Str., Ufa 450007, Russia E-mail: Solodova.IG@yandex.ru, riphey@ufaras.ru

^b Perm State University, 15 Bukireva Str. Perm 614068, Russia E-mail: sbashkova@mail.ru

The article is devoted to the study of lithological and geochemical features of carbonate rocks of the Kaltasin-skaya, Shikhanskaya and Leuzinskaya formations of the Riphean deposits in the Kamsko-Belskiy Trough of the Volga-Ural oil and gas basin. A detailed lithological and stratigraphic description was carried out and statistical processing of the results of geochemical studies of 150 samples of carbonate rocks of the Riphean in 19 wells of the Kamsko-Belskiy Trough was carried out. According to the results of the research, the rocks of the Arlan sub-formation of the Kaltasin formation were attributed to the oil-bearing strata with a high potential of regeneration. The results of the study of the Shikhanskaya and Leuzinskaya formations of the upper Riphean allowed us to identify only rocks with poor generation potential.

Keywords: *Kamsko-Belskiy Trough; formation; Riphean; carbonate deposits; lithology; geochemistry.*

References

Bashkova S.E. 2009. Kompleksnyy analiz kriteriev i pokazateley prognoza neftegazonosnosti rifevendskikh otlozheniy Volgo-Uralskoy neftegazonosnoy provintsii [Complex analysis of criteria and indicators of the forecast of oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of the Volga-Ural oil and gas province]. Dis. Cand. geol.-min. Sci., Perm, p. 198. (in Russian)

Bashkova S.E., Karaseva T.V. 2015. Прогноз нефтегазозности глубокопогруженных отложений Волго-Уральской НГП Prognoz neftegazonosnosti glubokopogruzhennykh otlozheniy Volgo-Uralskoy NGP [Forecast of oil and gas potential of deep-submerged deposits of the Volga-Urals NGP]. Geology, geophysics and development of oil and gas fields. 11:9-14. (in Russian)

Bashkova S.E., Karaseva T.V. 2023. Prognoz neftegazonosnosti rifevendskikh otlozheniy Volgo-Uralskoy neftegazonosnoy provintsii [Forecast of the oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of the Volga-Ural oil and gas province]. Perm, Perm. state univ., p. 190. (in Russian)

Bashkova S.E., Karaseva T.V., Giniyatova L.F. 2017. O perspektivakh neftegazonosnosti otlozheniy nizhe osvoennykh promyshlennostyu glubin v Volgo-Uralskoy NGP [On the prospects of oil and gas bearing deposits below the depths developed by industry in the Volga-Ural NGP]. In: New directions of oil and gas geology and geochemistry. Development of geological exploration. Perm, Perm state univ., pp. 6-15. (in Russian)

Belokon T.V., Gorbachev V.I., Balashova M.M. 2001. Stroenie i neftegazonosnost rifeyskovendskikh otlozhtniy vostoka Russkoy platformy

[Structure and oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of the East of the Russian Platform]. Perm, Zvezda, p. 108. (in Russian)

Davis J. 2002. Statistics and Data Analysis in Geology. Wiley, p. 656.

Grantham P.J., Lijmbach G.W.M., Posthuma J. et al. 1988. Origin of crude oils in Oman. J. Petrol. Geol., 11:61–80.

Plumb K.A. 1988. Geology of the McArthur basin. Northern territory – Queensland. Scale 1:1000000. Bur. Miner. Res., Canberra.

Sergeev V.N., Sergeeva N.D., Sperling E.A., Sharma Mukund, Vorobyeva N.G. 2018. Mikrobiota kaltasinskoy svity nizhnego rifeya Volgo-Uralskoy oblasti v svete novoy kontseptsii oksugenizatsii proterozoyskogo okeana [Microbiota of the Kaltasin formation of the Lower Riphean of the Volga-Urals region in the light of a new concept of oxygenation of the Proterozoic ocean]. In: Geology, minerals and

problems of geoecology of Bashkortostan. Ufa, IG UFIC RAS, pp. 147-156. (in Russian)

Sergeev V.N., Semikhatov M.A., Vorobeva N.G., Sergeeva N.D., Sharma M., Baryshnikova L.P. 2019. Age Boundaries and Stratigraphic Importance of Microbiota of the Lower Riphean Kaltasy Formation of the Volga-Uralia Area. Stratigraphy and Geological Correlation. 5(27):529-537.

Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Karaseva T.V. 2021. Verkhniy proterozoy (rifej i vend) Volgo-Uralskoy oblasti v parametricheskikh i glubokikh skvazinakh [Upper Proterozoic (Riphean and Vendian) of the Volga-Urals region in parametric and deep wells]. Ufa, Book-Print, p. 196. (in Russian)

Stratigraficheskaya skhema rifeyskikh i vendskikh otlozheniy Volgo-Uralskoy oblasti [Stratigraphic scheme of the Riphean and Vendian deposits of the Volga-Urals area. Ufa, IG UNC RAN, 2000. 2 Sheets. (in Russian)