

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.98.551.72 (470.51/.54)

Анализ развития рифей-вендских отложений северо-восточной части Волго-Уральской НГП в связи с их нефтегазоносностью

Л.Ф. Гиниятова^а, С.Е. Башкова^а, Т.В. Карасёва^{а,б}

^аАО «Камский научно-исследовательский институт комплексных исследований глубоких и сверхглубоких скважин», 614016, Пермь, ул. Краснофлотская, 15. E-mail: giniyatowu2014@yandex.ru

^бПермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: tvkaras@psu.ru

(Статья поступила в редакцию 16 марта 2017 г.)

На основе исследования большого объема фактического материала по додевонским разрезам в скважинах северо-восточной части Волго-Уральской НГП рассмотрены показатели генерации и эмиграции углеводородов, установлены нефтегазоматеринские породы в рифейских и вендских отложениях. Анализ использованных показателей позволил выделить зоны развития нефтегазоматеринских пород в рифейских и вендских отложениях различной продуктивности и с разным фазовым составом генерированных углеводородов. Зональность развития нефтегазоносности в рифейских и вендских отложениях совпадает с развитием рифейского Камско-Бельского авлакогена, в котором преобладают рифейские нефтегазоматеринские породы. Полученные данные подтверждают наиболее важную роль рифейских материнских пород в генерации углеводородов и указывают на возможную вертикальную миграцию нефти в вендские образования. Преобладание выявленных залежей нефти в бортовых зонах Камско-Бельского авлакогена, возможно, связано с первоначальной миграцией из его внутренних частей.

Ключевые слова: *рифей, венд, Волго-Уральская НГП, нефтегазоматеринские породы, нефтегазоносность.*

DOI: 10.17072/psu.geol.16.3.275

Введение

Протерозойские отложения как в России, так за рубежом (Adams, 1996), все чаще включаются в геологоразведочные работы в связи с открытием значительного числа залежей нефти, газов и газоконденсатов.

В Волго-Уральской провинции рифей-вендские осадочные образования входят в число наиболее интересных и перспек-

тивных объектов среди малоизученных комплексов.

В северо-восточной части Волго-Уральской НГП (Пермский край, Удмуртская Республика) верхнепротерозойский комплекс мощностью до 8-10 км в тектоническом отношении занимает северную часть рифейского Камско-Бельского авлакогена и вендские Верхнекамскую впадину и Сарапульско-Яныбаевскую седловину (Белоконь, 2001; Алиев, 1977; Башкова,

2006).

Рифейские терригенно-карбонатные отложения мощностью от нескольких сот метров до 8-9 км на юге Пермского края и юго-востоке Республики Удмуртия выделяются в составе нижнего рифея, локально развитого среднего рифея на юге Пермского края и дислоцированного верхнего рифея в северо-восточной части Пермского края. Вендский терригенный комплекс на исследуемой территории представлен преимущественно верхним отделом мощностью от нескольких сотен метров до 2,5-3 км в северо-восточных районах Пермского края (Башкова, 2009; Карасёва (Белоконь), 2005).

Методика работ

В результате обобщения большого объема фактического материала и создания баз данных по додевонским разрезам скважин северо-восточной части Волго-Урала проанализированы генерационные возможности рифейских и вендских отложений и выделены нефтегазоматеринские породы (НГМП) по результатам лабораторно-аналитических исследований более 500 образцов по 250 скважинам Пермского края и Удмуртской Республики. В качестве ключевых показателей, которые в комплексном изучении позволяют выделить и охарактеризовать основные нефтегазоматеринские породы в каждом стратиграфическом подразделении рифея и венда, использованы следующие:

- литологический состав пород - повышенная глинистость терригенных и карбонатных разрезов;
- мощность комплекса и доля нефтегазоматеринских пород в свите;
- условия осадконакопления и диагенеза – преимущественно морской генезис;
- равномерное устойчивое прогибание, слабовосстановительные и восстановительные обстановки для накопления органического вещества (ОВ);
- тип, количественное содержание органического вещества более 0,15 % и нерастворимого остатка более 30 %;

– тип и содержание хлороформенного битумоида от 0,001 % и выше;

– битуминозность пород;

– степень катагенетической преобразованности ОВ пород.

Анализ литолого-фациальных и катагенетических условий для стратиграфических подразделений выполнен с учетом ранее проведенных геолого-геофизических и геохимических исследований и общепринятых представлений об условиях формирования и накопления отложений в этих комплексах (Балашова, 1982; Башкова, 2006, 2012; Белоконь, 1991, 2001, 2005; Алиев, 1977; Кутуков, 1984).

Результаты

В рифейском комплексе установлено широкое развитие НГМП практически на всех стратиграфических уровнях, за исключением тюрюшевской свиты, прикамской подсерии нижнего рифея и тукаевской свиты среднего рифея из-за преобладания песчаников (рис. 1). К материнским породам отнесены аргиллиты, глинистые доломиты, глинистые известняки, алевролиты, мергели с содержанием рассеянной органики не менее 0,15 % (Башкова, 2009; Ларская, 1983). Большинство НГМП с содержаниями Сорг до 0,8-0,9 % и Бхл до 0,118 % выявлено в калтасинской свите в прибортовых и приосевых зонах Камско-Бельского авлакогена. Благодаря микропетрографическим исследованиям в породах рифея обнаружены собственно сапропелевое рассеянное ОВ и сингенетичные битумоиды, что свидетельствует о развитии процессов генерации УВ.

Наиболее благоприятные условия осадконакопления, геохимические слабовосстановительные и восстановительные фации для накопления ОВ и формирования НГМП возникали в нижнерифейском комплексе, а точнее, в калтасинской свите. Катагенетические условия благоприятны для генерации нефтяных и газовых УВ в рифейском комплексе (МК1-АК1).

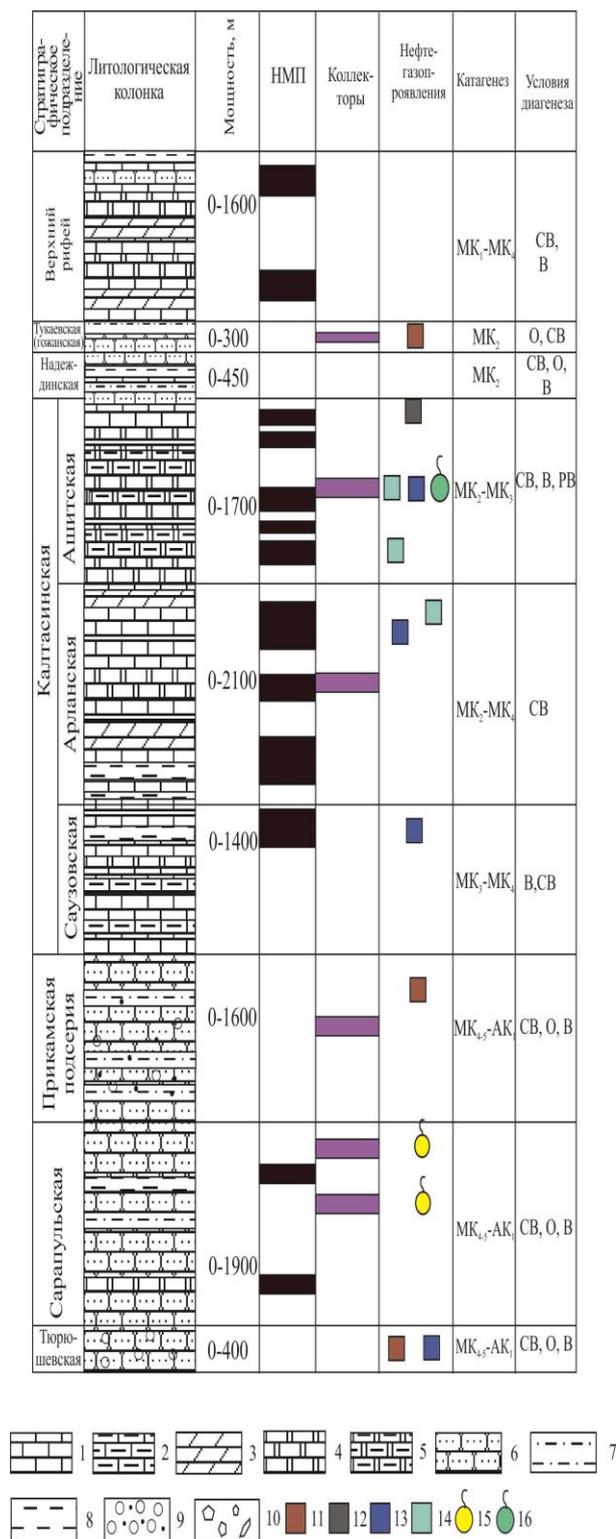


Рис. 1. Сводный геолого-геохимический разрез рифейских отложений: 1 – известняки; 2 – глинистые известняки; 3 – мергели; 4 – доломиты; 5 – глинистые доломиты; 6 – песчаники; 7 – алевролиты; 8 – аргиллиты; 9 – гравелиты и конгломераты; 10 – брекчии; 11 – нефтепроявления в терригенных отложениях; 12 – нефтепроявления в карбонатных отложениях; 13 – битумопроявления в терри-

генных отложениях; 14 – битумопроявления в карбонатных отложениях; 15 – газопроявления и повышенные газопоказания в терригенных отложениях; 16 – газопроявления и повышенные газопоказания в карбонатных отложениях

В рифейском комплексе залежей УВ пока не установлено, но нефтегазопроявления зафиксированы на различных стратиграфических уровнях: в прикамской подсерии (Соколовская, Сивинская площади), калгасинской свите (Верещагинская, Очерская, Бедряжская и другие площади) нижнего рифея; гожанской (тукаевской) свите (Батырбайская, Таныпская площади) среднего рифея.

Коллекторы выявлены как в терригенных, так и в карбонатных отложениях. В карбонатных породах рифея развиты вторичные, трещиноватые и кавернозные коллекторы.

В вендском комплексе (рис. 2) также выявлено широкое развитие НГМП, формирование которых происходило преимущественно в окислительных и слабовосстановительных геохимических обстановках. По результатам геохимических исследований НГМП в разрезе венда содержат достаточно высокие концентрации Сор_г (до 0,93 %) и Бхл (до 0,235 %). Однако микропетрографические исследования в образцах вендских пород выявили перемещенное ОВ и эпигенетичные битумоиды, что говорит о развитии в основном процессов миграции в венде. Рассеянное сапропелевое ОВ содержит невысокие концентрации и приурочено в основном к границе рифея и венда. Зоны с повышенной битуминозностью приурочены к областям аккумуляции УВ. Степень катагенеза ОВ вендских отложений благоприятна для развития только процессов нефтегенерации (МК1-МК2).

Коллекторами в вендском комплексе являются пласты песчано-алевролитовых пород, имеющие региональное распространение (пласты VVI, VV, VIV, VIII, VII, VI). Наибольшие перспективы и региональное развитие имеют пласты в кыквинской свите венда, к которым приуро-

чено большое число нефтегазопроявлений.

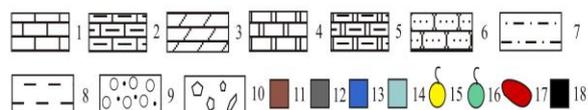
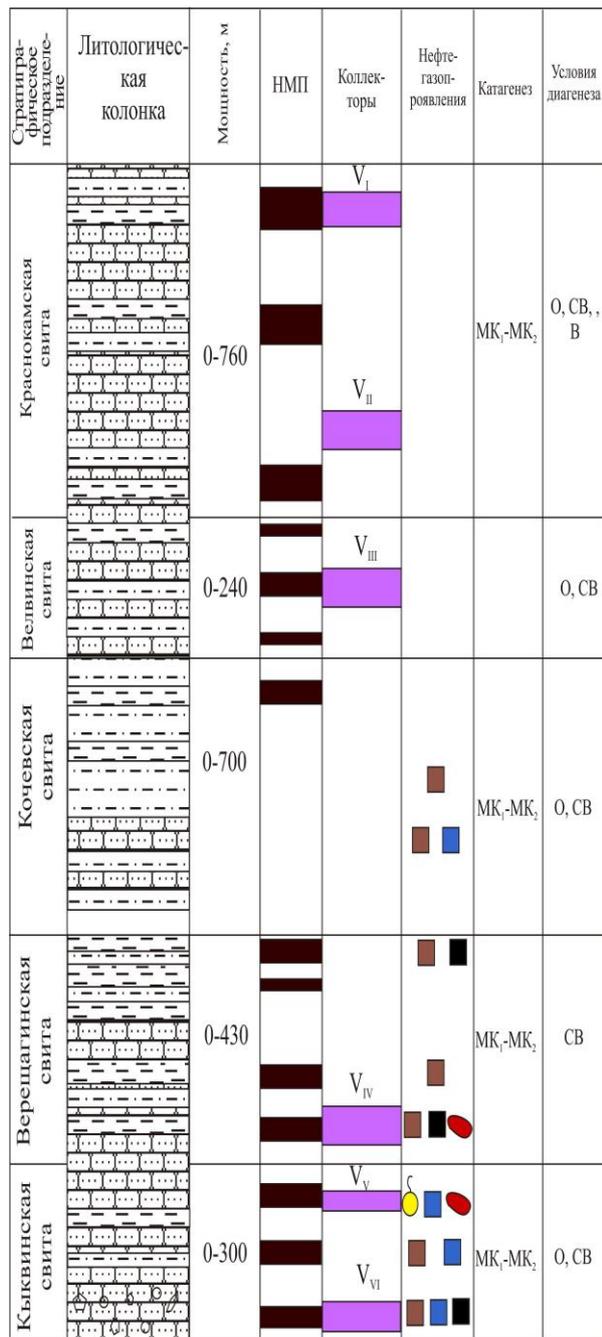


Рис. 2. Сводный геолого-геохимический разрез вендских отложений: 1 – известняки; 2 – глинистые известняки; 3 – мергели; 4 – доломиты; 5 – глинистые доломиты; 6 – песчаники; 7 – алевриты; 8 – аргиллиты; 9 – гравелиты и конгломераты; 10 – брекчии; 11 – нефтепроявления в терригенных отложениях;

12 – нефтепроявления в карбонатных отложениях; 13 – битумопроявления в терригенных отложениях; 14 – битумопроявления в карбонатных отложениях; 15 – газопроявления и повышенные газопоказания в терригенных отложениях; 16 – газопроявления и повышенные газопоказания в карбонатных отложениях; 17 – залежь нефти; 18 – притоки нефти

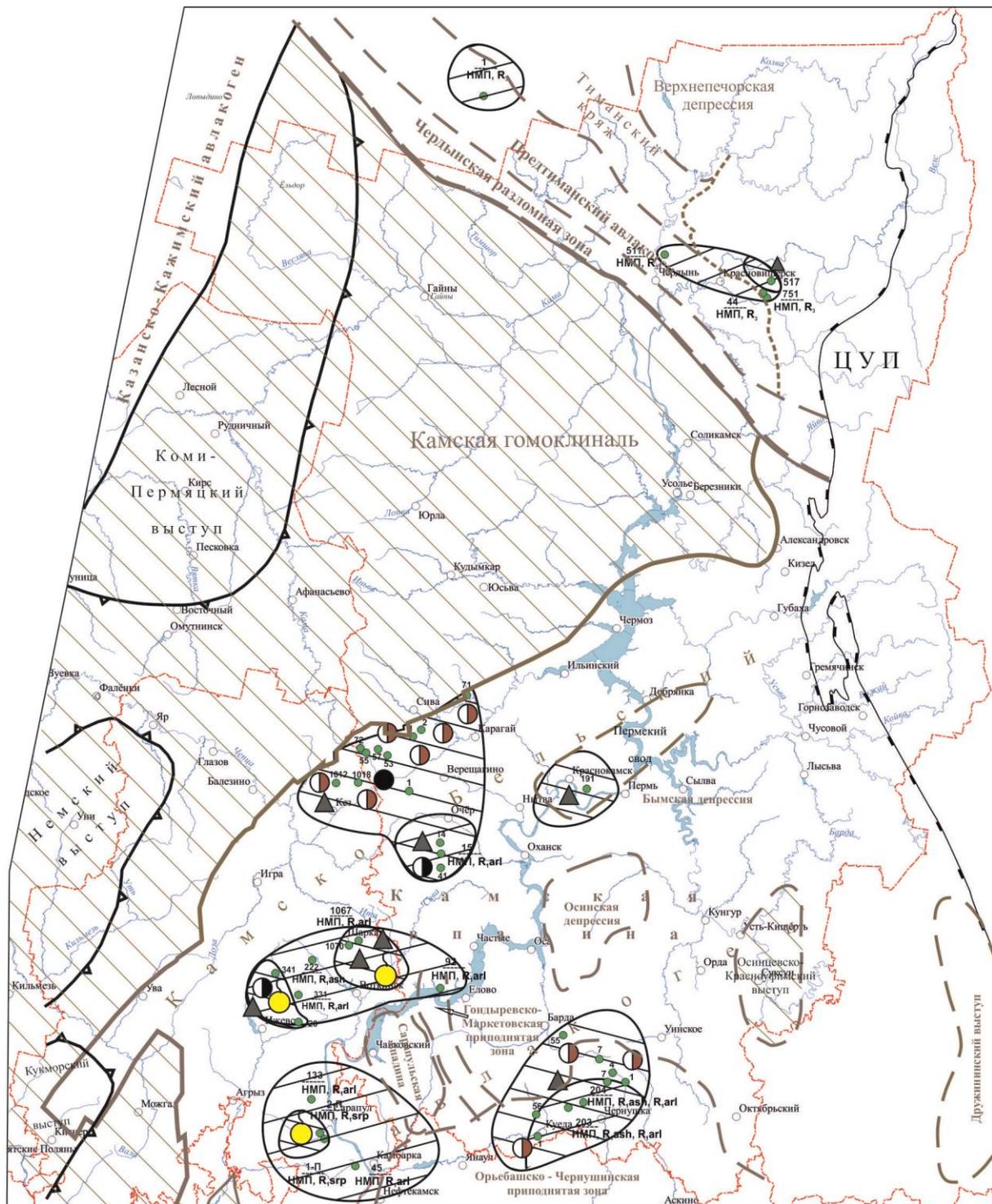
В Пермском крае залежи тяжелой нефти выявлены в песчаниках кыквинской свиты на Соколовской, Сивинской, Верещагинской площадях, в Удмуртской Республике подсчитаны запасы нефтяных залежей в вендских терригенных отложениях на Шарканском и Тыловайском месторождениях.

В рифейском комплексе основные зоны развития НГМП и нефтегазопроявлений приурочены к западной прибортовой и приосевой зоне Камско-Бельского авлакогена и связаны с нижнерифейскими образованиями, а также выделяются локальными участками в северо-восточных районах Пермского края – в Предтимаанском прогибе в зоне развития верхнерифейских пород (рис. 3).

В вендском комплексе (рис.4) зоны развития нефтегазоматеринских пород и нефтегазобитумоносности выделяются в западной и южной частях Верхнекамской впадины и связаны, как и в рифейском комплексе с развитием Камско-Бельского авлакогена. Обширные области распространения материнских пород на севере Верхнекамской впадины не сопровождаются нефтегазобитумопроявлениями.

Выводы

1. В рифейских и вендских отложениях севера Волго-Уральской НГП выявлены НГМП различной продуктивности и с различным фазовым составом генерируемых углеводородов. Если в вендских материнских породах могла генерироваться только нефть, то в рифейских – нефть, газ и газоконденсат.



Условные обозначения

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 55 ● глубокие скважины и их номера ○ незначительные нефтепроявления в терригенных отложениях ○ незначительные нефтепроявления в карбонатных отложениях ● обильные нефтепроявления ▲ битумопроявления | <ul style="list-style-type: none"> ● газопроявления и повышенные газопоказания ▨ зоны нефтегазобитумопроявлений ▧ зоны развития нефтегазоматеринских пород ▩ зоны отсутствия рифейских отложений <p>Границы:</p> <ul style="list-style-type: none"> — административные | <ul style="list-style-type: none"> — Центральное Уральское поднятие (ЦУП) — выступы кристаллического фундамента — зоны развития рифейских отложений — крупные тектонические элементы по поверхности рифейского комплекса — линия передового надвига |
|--|---|--|

Рис. 3. Схема расположения зон нефтематеринских пород и нефтегазобитумопроявлений в рифейских отложениях северо-восточной части Волго-Уральской НПП

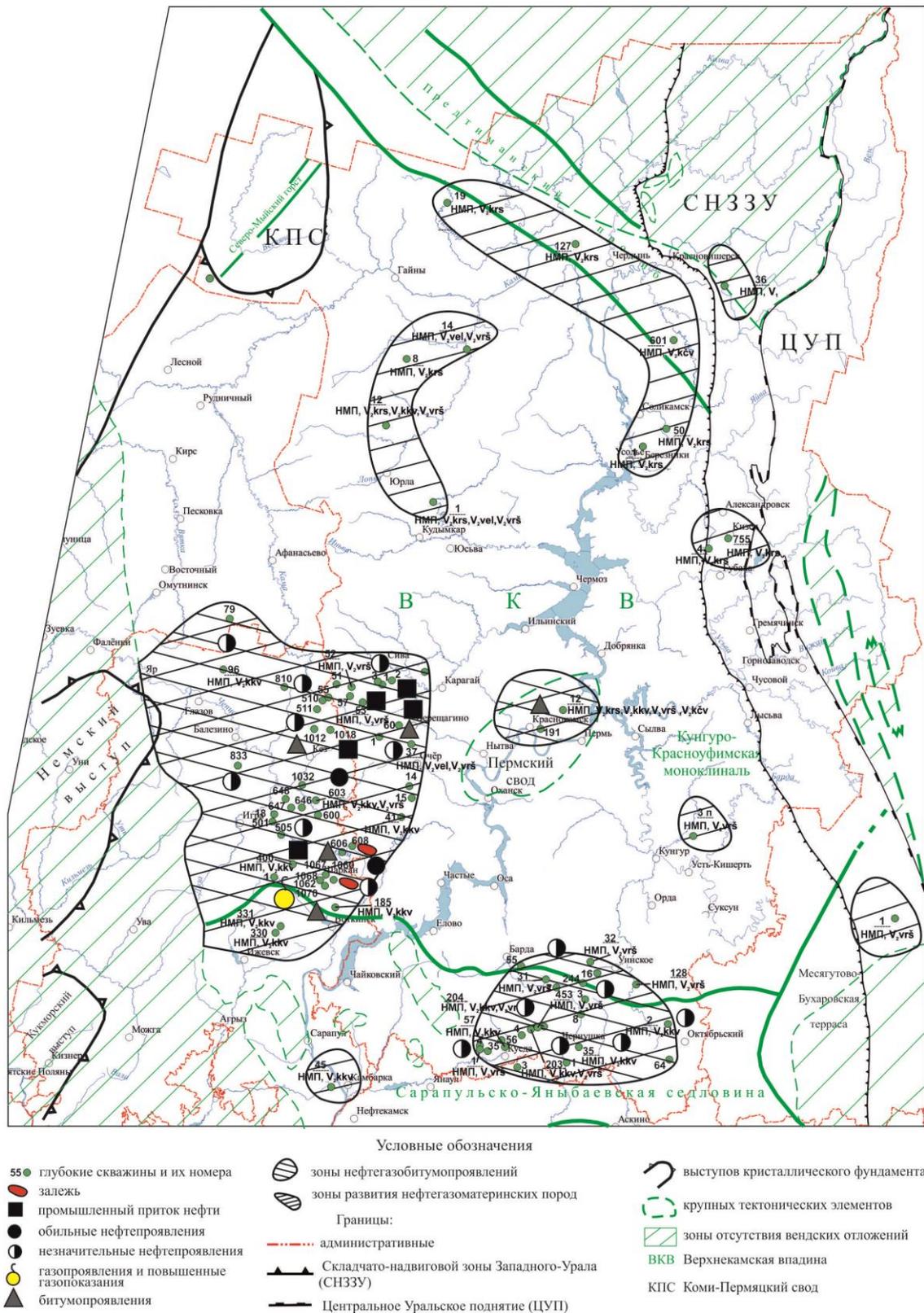


Рис. 4. Схема расположения зон нефтематеринских пород и нефтегазобитумопроявлений в вендских отложениях в северо-восточной части Волго-Уральской НПП

2. Зональность развития нефтегазобитумопроявлений в рифейских отложениях совпадает с зонами развития в них мате-

ринских пород, что свидетельствует об их генетической связи.

3. Зоны развития нефтегазобитумопроя-

явлений в вендских отложениях тяготеют к районам Камско-Бельского авлакогена, в котором преобладают рифейские материнские породы. Области развития только вендских отложений на севере Верхнекамской впадины, несмотря на выявление материнских пород, не содержат нефтегазобитумопроявлений.

4. Полученные данные подтверждают наиболее важную роль рифейских материнских пород в генерации УВ в протерозое и указывают на возможную вертикальную миграцию нефти в вендские образования.

5. Преобладание выявленных залежей нефти в северной и северо-западной бортовых зонах Камско-Бельского рифейского авлакогена, возможно, связано с первоначальной миграцией из внутренних зон.

Библиографический список

- Балашова М.М., Коблова А.З., Проворов В.М.* О позднекембрийском нефтегазообразовании на севере Урало-Поволжья // Геология нефти и газа. 1982. № 9. С. 40-43.
- Башкова С.Е.* Комплексный анализ критериев и показателей прогноза нефтегазоносности рифей-вендских отложений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции: дис. канд. геол.-мин наук. Пермь, 2009. 198 с.
- Башкова С.Е., Карасева Т.В., Горбачев В.И.* Основные проблемы прогноза нефтегазоносности рифей-вендских отложений европейской части России // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. №7. С. 25-32.
- Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М.* Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь, 2001. 108 с.
- Белоконь Т.В., Козлов В.И., Дуленов Ю.А. и др.* Геохимия пород и флюидов додевонских отложений северо-востока Урало-Поволжья. Уфа, 1991. 39 с.
- Геология и нефтегазоносность рифейских и вендских отложений Волго-Уральской провинции/ М.М. Алиев, С.Г. Морозов, И.Е. Постникова и др. М.: Недра, 1977. 120 с.*
- Карасева (Белоконь) Т.В., Галкин В.И., Козлова И.А.* Додевонские отложения Пермского Прикамья как одно из перспективных направлений геолого-разведочных работ // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2005. № 9-10. С.6-15.
- Кутуков А.В.* Перспективы нефтегазоносности рифейских отложений северо-востока Волго-Уральского нефтегазоносного бассейна // Геология нефти и газа. 1984. №7. С. 5-10.
- Ларская Е.С.* Диагностика и методы изучения нефтегазоматеринских толщ. М.: Недра, 1983. 195с.
- Строение и перспективы нефтегазоносности рифей-вендских отложений Пермского края / С.Е. Башкова, А.В. Белоконь, Ю.А. Ехлаков., М.Ф. Серкин // Природные ресурсы: Вестник недропользователя Пермской области. 2006. №1. С. 69-77.*
- Adams D.C., Keller G.R.* Precambrian basement geology of the Permian Basin region of west Texas and eastern New Mexico: A geophysical perspective: American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 1996. Vol. 80. P. 410-431.

The Analysis of Oil and Gas Potential of the Riphean-Vendian Deposits of the Northeast Part of the Volga-Ural Oil and Gas Province

L.F. Giniyatova^a, S.E. Bashkova^a, T.V. Karaseva^{a,b}

^a JSC Kama Research Institute for Complex Deep and Superdeep Borehole Investigations, 15 Krasnoflotskaya Str., Perm 614016, Russia. E-mail: giniyatow2014@yandex.ru

^bPerm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614000, Russia. E-mail: tvkaras@psu.ru

The indicators of hydrocarbons generation and migration, and the source rock location

in the Riphean - Vendian deposits of the northeast part of the Volga-Ural Oil and Gas Province are considered using the results of study of large volume of borehole data. The analysis of the indicators allowed localizing in the Riphean and Vendian deposits zones of the source rocks of various productivity and different phase composition of the generated hydrocarbons. Distribution of oil and gas content in the Riphean and Vendian sediments coincides with the development of the Riphean Kama-Belsk aulacogen, where the source rock concentrates. The obtained data confirm the most important role of the Riphean source rocks in generation of hydrocarbons and suggests the possible vertical hydrocarbons migration to the Vendian formation. Prevalence of the revealed oil deposits at the margins of the Kama-Belsk aulacogen is possibly due to the initial migration from the internal parts.

Keywords: *Riphean; Vendian; Volga-Ural Oil and Gas Province; source rocks; oil and gas content.*

References

- Balashova M.M., Koblava A.Z., Provorov V.M.* 1982. O pozdnembriyskom neftegazobrazovanii na severe Uralo-Povolzhya [About Late Cambrian oil and gas formation in the north of the Ural-Volga region]. *Geologiya nefi i gaza*. 9: 40-43. (in Russian)
- Bashkova S.E.* 2009. Kompleksnyy analiz kriteriev i pokazateley prognoza neftegazonosnosti rifey-vendskikh otlozheniy Volgo-Uralskoy neftegazonosnoy provintsii. [Complex analysis of criteria and indicators of the forecast of oil and gas potential of Riphean-Vendian deposits of the Volga-Ural Oil and Gas Province]. *Dissertatsiya na soiskanie uch. stepeni kand. geol.-min. nauk.* Perm, p. 198. (in Russian)
- Bashkova S.E., Karaseva T.V., Gorbachev V.I.* 2012. Osnovnye problemy prognoza neftegazonosnosti rifey-vendskikh otlozheniy evropeyskoy chasti Rossii [Main problems of the forecast of oil and gas potential of Riphean-Vendian deposits of the European part of Russia]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*. 7: 25-32. (in Russian)
- Belokon T.V., Gorbachev V.I., Balashov M.M.* 2001. Stroenie i neftegazonosnost rifeyskovendskikh otlozheniy vostoka Russkoy platformy [Structure and oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of the East part of Russian Platform]. Perm, p. 108. (in Russian)
- Belokon T.V., Kozlov V.I., Dulepov Yu.A.* 1991. Geokhimiya porod i flyuidov dodevonskikh otlozheniy severo-vostoka Uralo-Povolzhya [Geochemistry of rocks and fluids of the pre-Devonian deposits of the northeast of the Ural-Volga region]. Ufa, p. 39. (in Russian)
- Geologiya i neftegazonosnost rifeyskikh i vendskikh otlozheniy Volgo-Uralskoy provintsii* [Geology and oil and gas potential of the Riphean and Vendian deposits of the Volga-Ural Province]. *Eds. Aliyev M.M., Morozov S.G., Postnikova I. E.* 1977. Moskva, Nedra, p. 120. (in Russian)
- Karaseva (Belokon) T.V., Galkin V.I., Kozlova I.A.* 2005. Dodevonskie otlozheniya Permskogo Prikamya kak odno iz perspektivnykh napravleniy geologo-razvedochnykh работ [Pre-Devonian sediments of the Perm Prikamye as one of the prospective directions of exploration]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*: 9-10. 6-15. (in Russian)
- Kutukov A.V.* 1984. Perspektivy neftegazonosnosti rifeyskikh otlozheniy severo-vostoka Volgo-Uralskogo nefte-gazonosnogo basseyna [Prospects of oil and gas potential of the Riphean deposits of the northeast of the Volga-Ural oil and gas basin]. *Geologiya nefi i gaza*. 7: 5-10. (in Russian)
- Larskaya E.S.* 1983. Diagnostika i metody izucheniya neftegazomaterinskikh tolshch. [Diagnostics and methods of studying of the oil and gas bearing strata]. Moskva, Nedra. p.195. (in Russian)
- Bashkova S.E., Belokon A.V., Ekhlakov Yu.A., Serkin M.F.* 2006. Stroenie i perspektivy neftegazonosnosti rifey-vendskikh otlozheniy Permskogo kraya. [Structure and prospects of oil and gas potential of the Riphean-Vendian deposits of Perm Kray]. *Vestnik nedropolzovatelya Permskoy oblasti. Prirodnye resursy*. 1: 69-77. (in Russian)
- Adams D.C., Keller G.R.* 1996. Precambrian basement geology of the Permian Basin region of west Texas an eastern New Mexico: A geophysical perspective: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 80: 410-431.