

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОГНОЗА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕНОСНОСТИ РИФЕЙСКО- ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В КАМСКО-БЕЛЬСКОМ АВЛАКОГЕНЕ

В статье приведены результаты научно-исследовательских работ по изучению перспектив нефтеносности рифейско-вендских отложений в северо-восточной части Республики Татарстан. Актуальность проблемы обусловлена открытиями месторождений и многочисленных нефтепроявлений в пределах Камско-Бельского авлакогена на сопредельных с республикой территориях. На начальном этапе исследований на основе комплексного геолого-геофизического анализа изучена природа поднятий в толще рифейско-вендских отложений и их генезис, рассмотрены методы выявления перспективных объектов.

Изучены закономерности распространения интрузий магматических пород основного состава, широко развитых на территории авлакогена и играющих структуроформирующую роль для вышележащей толщи. В условиях крайне низкой разбуренности территории важным направлением при прогнозе участков, перспективных на поиски залежей нефти в рифейско-вендских отложениях, является картирование интрузий основного состава с использованием геофизических данных.

Ключевые слова: авлакоген, рифей-венд, магматизм, тектонические нарушения, интрузия, разломные зоны, сейсморазведка.

Поиск возможностей наращивания углеводородного потенциала на поздней стадии освоения недр Республики – важнейшая задача геологических исследований, по результатам которых выявляются приоритетные направления геологоразведочных работ, разрабатывается стратегия и тактика рационального освоения недр, обеспечивающие стабильный прирост запасов нефти.

Наряду с оптимизацией освоения регионально нефтеносных отложений на разрабатываемых месторождениях значительное внимание в последние годы уделяется прогнозу перспектив локально нефтеносных горизонтов и горизонтов с недоказанной в границах республики нефтеносностью, в частности отложений рифейско-вендского комплекса.

В настоящее время на территории Волго-Уральской нефтегазонасной провинции в отложениях рифея и венда выявлено большое количество нефтегазобитумопроявлений и открыты непромышленные месторождения нефти в Пермской области, Удмуртии и Башкортостане. Нефтепроявления распространяется от нижнерифейских до средне-верхнерифейских отложений. Наибольшая концентрация прямых признаков нефтегазонасности приурочена к северным и северо-западным бортам Камско-Бельского авлакогена. По характеру распределения нефтегазонасности отмечается тенденция уменьшения количества нефтепроявлений и увеличения газопроявлений с севера и северо-запада на юг и юго-восток Камско-Бельского авлакогена.

Основные нефтепроявления приурочены к калтасинской свите нижнего рифея и гожанской свите среднего рифея, а газопроявления сосредоточены в леонидовской свите верхнего рифея в Бельской впадине.

Имеющиеся геолого-геофизические данные указывают на развитие нефтегазоматеринских пород в рифейс-

ких отложениях, основная часть которых связана с калтасинской свитой нижнего рифея.

Из отложений венда были получены притоки нефти дебитом до 2 – 7 т/сут. на Паломской и Шарканской площадях в Удмуртии и Верещагинской, Сивинской и Соколовской площадях в Пермской области.

На Шаркалинской площади в скв. 1060 был получен приток нефти дебитом 6 – 7 т/сут. Нефть тяжелая (плотность 0,9649 г/см³) и вязкая, с низким количеством бензиновых фракций и высоким содержанием смолисто-асфальтеновых компонентов. Содержание смол и асфальтенов 29,73 %, серы 0,28, твердых парафинов 1,92 % (Федотов, 1996).

На Сивинской и Соколовской площадях Верхнекамской впадины из отложений венда получены притоки тяжелой (0,955 г/см³) и вязкой (291 сСт), смолистой (19,62 % смол и 8,95 % асфальтенов), малосернистой, малопарафинистой нефти высокой степени преобразованности (Кутуков и др., 1977).

В условиях, когда поисковые работы естественным образом смещаются в менее изученные и характеризующиеся сложным строением районы республики, а также охватывают малоизученные части разреза осадочного чехла, необходимо выявлять закономерности и связи нефтеносности продуктивных и потенциально продуктивных горизонтов с многообразными геологическими процессами для разработки критериев прогноза.

В 2009 году коллективом структурного подразделения «Недропользование» ГБУ ИПЭН АН РТ завершены научные исследования по 1 этапу в рамках темы «Прогнозирование ловушек в малоизученных рифейско-вендских отложениях Камско-Бельского авлакогена в пределах границ Республики Татарстан» (Рис. 1).

Целью научно-исследовательской работы является

оценка перспектив нефтеносности малоизученных рифейско-вендских отложений на северо-востоке Республики Татарстан, которые могут являться источником прироста запасов нефти.

На первом этапе в рамках исследований по разработке критериев прогноза ловушек углеводородов изучался вопрос природы поднятий в толще рифейско-вендских отложений, их генетических типов, методов выявления перспективных объектов.

По данным сейсморазведки поверхность кристаллического фундамента в границах авлакогена характеризуется блоковым строением и испытывает ступенчатое погружение на северо-восток по направлению к его осевой зоне. Ступени образованы в результате опусканий блоков фундамента по разломным зонам северо-западного простирания. Линза рифейско-вендских осадков, залегающая непосредственно на породах фундамента, увеличиваясь в мощности, затушевывая его рельеф, погружается на северо-восток, образуя над ступенями террасы (Рис. 1).

На отдельных участках исследуемой территории по данным сейсморазведки составлены структурные карты по отражающим сейсмическим поверхностям, отождествляемым с кровлей рифейско-вендской толщи. В рисунке изолиний структурной поверхности кровли позднепротерозойской толщи, заполнившей авлакоген, просматривается влияние структурной поверхности кристаллического основания: в затушеванном виде фрагментарно получили выражение практически все гряды и разломные зоны, выделенные в поверхности фундамента.

В рифейско-вендской толще образованы положительные формы облекания ее слоями выступов кристаллического фундамента различной природы, которые выделяются при геологической интерпретации волновой картины временных сейсмических разрезов, пересекающих территорию авлакогена (Рис. 2).

В границах авлакогена выступы кристаллических пород образованы как при подвижках активных блоков фундамента разного знака (динамичные выступы), так и внедрением интрузий магматических пород основного состава, сопровождавшим раннюю стадию образования авлакогена (магматогенные новообразованные выступы). Отсутствие в интрузивных породах следов метаморфизма указывает на их рифейский возраст.

Динамичные выступы приурочены к срединным частям приподнятых блоков, контролируемых грядами фундамента.

Магматогенные выступы, установленные по данным сейсморазведки и глубокого бурения, тяготеют к разломным зонам преимущественно северо-западного простирания, а также участкам пересечения северо-западных и северо-восточных разломных зон.

По материалам сейсморазведки выступы фундамента возможно констатировать, но диагностировать их природу чаще всего затруднительно, что в нашем случае является принципиальным. Архейская поверхность кристаллического основания была эродирована во время длительного континентального перерыва и значительно больший интерес в качестве структуроформирующих в рифейско-вендской толще на территории авлакогена, по нашему мнению, представляют собой выступы, образованные, вне-

дрывшимися на рифейском этапе интрузиями и периодически видоизменявшимися как рельеф поверхности кристаллического основания, так и непосредственно структуры рифейской толщи. Именно эти образования интересны при проведении исследований по прогнозу участков, перспективных на поиски залежей нефти в рифейско-вендских отложениях на территории Камско-Бельского авлакогена.

Отложения рифейского комплекса, облекающие такие выступы, при наличии коллектора и флюидопора имеют преимущество в плане формирования в них гипсометрически выраженных, ныне погребенных структур и образования залежей антиклинального пластового и антиклинально-стратиграфического типов.

В рифейско-вендских осадочных отложениях магматические породы протерозоя образуют интрузивные тела мощностью до первых сотен метров и площадью до нескольких квадратных километров. Количество их особенно увеличивается на территории восточных районов Татарстана и Башкортостана.

В Татарстане в разрезах ряда скважин, пробуренных в непосредственной близости от юго-западного борта авлакогена, вскрыты интрузии габбро-диабазов (скв. 98, 113 Мензелино-Актанышские) и эффузивные образования (базальтовые микропорфириты, диабаз-порфириты, скв. 61, 163 Кучуковские), залегающие среди терригенных и карбонатных отложений рифея в виде интрузивных тел, предположительно имеющих форму лакколитов, факолитов, штоков, даек, и межпластовых покровов (Рис. 3). Габбро-диабазы встречены и в разрезах скважин, пробуренных на Актанышском месторождении. Проявления основного магматизма отмечается на Азевском и Салаушском участках Азевско-Салаушского месторождения, Бондюжском, Елабужском и Луговом месторождениях, расположенных в непосредственной близости от тектонических швов северо-восточного простирания, осложняющих юго-западный борт авлакогена.

Актанышский блок, где отмечаются проявления основного магматизма, удаленный от бортовой зоны авлакогена, с юго-запада и северо-востока также ограничен разломными зонами. Крупный приподнятый блок фундамента (Кадыбашский), в тектоническом плане, предположительно, приуроченный к той же ступени кристаллического фундамента, что и Актанышский, фиксируется по данным сейсморазведки в северо-восточной части Агрызского лицензионного участка, не изученного бурением. Не исключено, что этот блок сформирован при участии рифейского магматизма. Здесь в структурной поверхности сейсмического отражающего горизонта «Б», ассоциируемого с кровлей рифейских отложений, четко проявлено поднятие, осложненное серией куполов, выраженных и в поверхностях сейсмических отражений в горизонтах осадочного чехла, залегающих выше по разрезу. Можно предположить, что ряд месторождений, например Тимеевское на территории Удмуртии, Арланское в Башкортостане, в какой-то мере также «обязаны» проявлениям рифейского магматизма.

Обнаружение таких выступов актуально в первую очередь при поисках залежей нефти в рифейских, вендских и девонских терригенных отложениях. Но необходимо от-

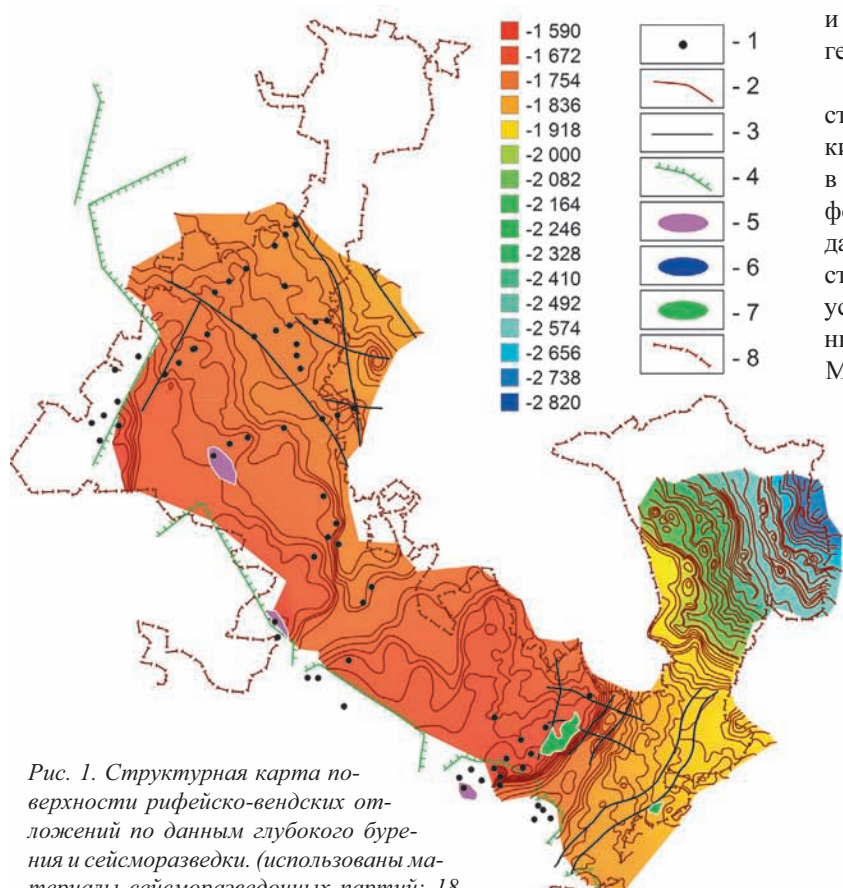


Рис. 1. Структурная карта поверхности рифейско-вендских отложений по данным глубокого бурения и сейсморазведки. (использованы материалы сейсморазведочных партий: 18-19/81-82, 11-12/82-83, 15/03-6, 10/98, 449/222-В/01). 1 – скважины глубокого бурения; 2 – изолинии структурной поверхности; 3 – тектонические нарушения, предполагаемые по данным сейсморазведки; 4 – граница развития рифейско-вендских отложений; 5 – проявления позднепротерозойского магматизма по данным глубокого бурения; 6 – по данным сейсморазведки; 7 – потенциально перспективные объекты рифейско-вендских отложений по данным сейсморазведки; 8 – граница РТ.

метить, что их роль не менее важна и для нефтеносности вышележающей толщи. Возникнувшие за счет магматических инъекций приподнятые участки в позднедевонско-раннекаменноугольное время явились относительно благоприятными местами для расселения и роста рифостроющих организмов: с одной стороны – поступление тепла по разломным зонам из недр Земли, с другой – комфортные условия бассейна в границах возвышений морского дна.

В пробуренных на Актанышском месторождении скважинах 71 и 22 породы, основного состава, внедрившиеся на рифейском этапе, вскрыты на уровне минус 1868, 1861 м. соответственно, что подтверждается данными описания ядра. По материалам сейсморазведки поверхность кристаллического фундамента на этих участках залегает на абсолютных отметках минус 4600 и 4680 м.

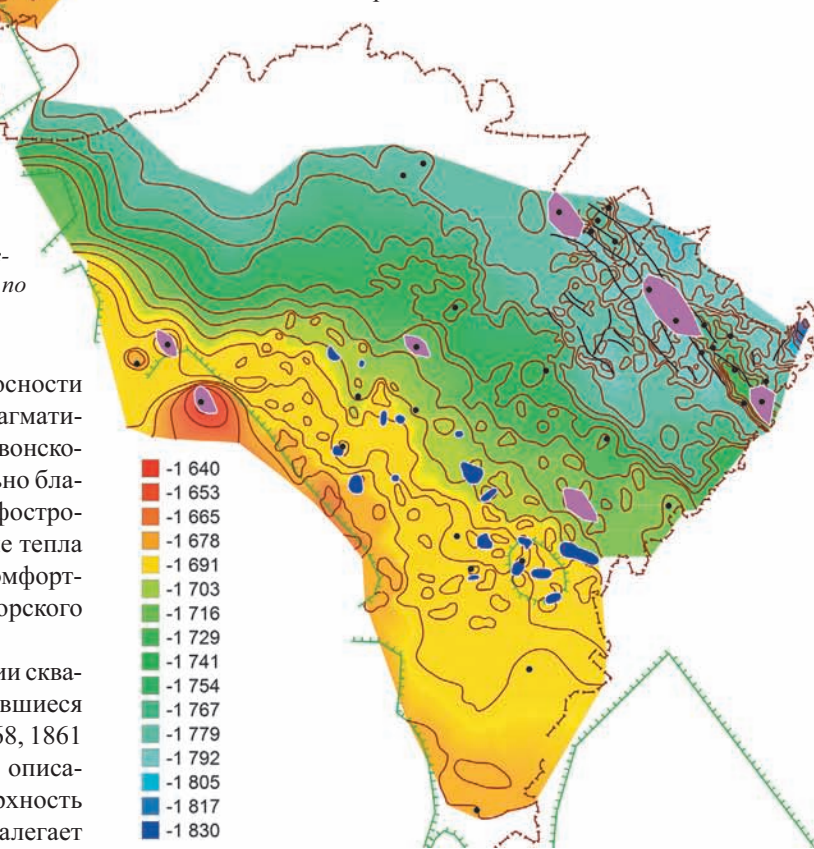
Интересующие нас интрузии габбро-диабазов развиты по разломам в теле кристаллического фундамента и в этой связи в условиях крайне низкой разбуренности территории важным направлением при прогнозе участков, перспективных на поиски залежей нефти в рифейско-вендских отложениях, является картирование разломных зон

и интрузий основного состава с использованием геофизических данных.

По данным сейсморазведки на отдельных участках в рифейской толще выделяются тектонические нарушения, локализованы интрузивные тела, в плане имеющие преимущественно овальную форму. Скважины 98 и 20005 пересекли породы дайкового комплекса различной мощности, представленные габбро-диабазами. В разрезе скважин установлена нефтеносность нижнекаменноугольных отложений (Рис. 4). Скважины 71, 21, 23, 54 Мензелинско-Актанышской площади, вскрывшие интрузивные породы рифейско-вендского комплекса, расположены в пределах Актанышской валообразной зоны, контролирующей залежи нефти в нижнекаменноугольных отложениях Актанышского месторождения.

Локальные тела магматических пород, связанные непосредственно с разломами фундамента, как правило, формируют или линейно вытянутые аномалии, подчеркивающие ориентировку нарушения, или мелкие изометричные аномалии и их цепочки.

По данным гравиметрии интрузии основного состава проявляются цепочкам интенсивных максимумов силы тяжести, которые часто объясняются подъемом зна-



чительных масс высокоплотных основных и ультраосновных пород.

Гравиметрические исследования позволяют выявлять плотностные неоднородности пород как по латерали, так и по вертикали. Материалы геофизических съёмок могут

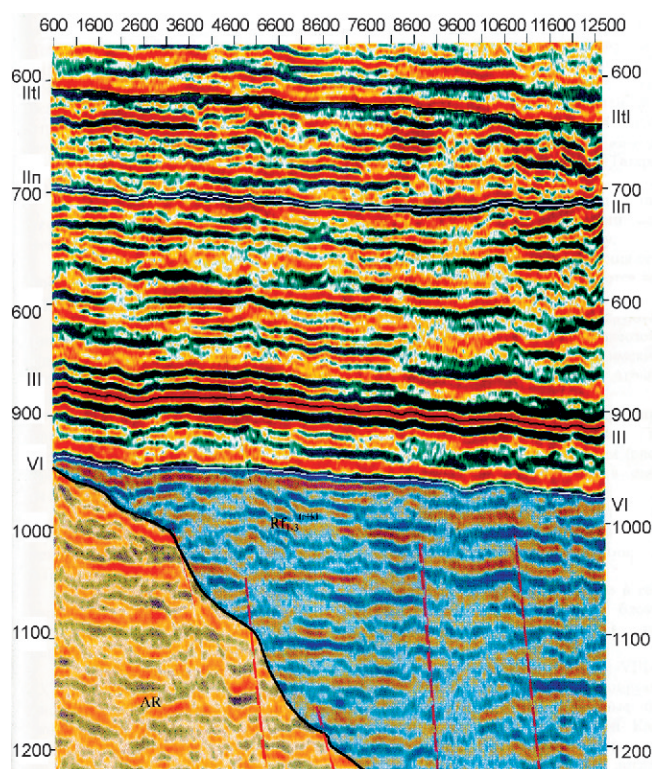


Рис. 2. Камско-Бельский авлакоген. Фрагмент временного сейсмического разреза.

быть использованы для выделения в пределах авлакогена выступов фундамента и диагностики их природы. Вещественный состав пород, слагающих отдельные блоки кристаллического фундамента, а также их гипсометрическое положение фиксируются определёнными значениями геофизических полей. Породы основного состава на фоне пород кислого состава с плотностью $2,6 - 2,7 \text{ г/см}^3$, обладают более высокой плотностью: $2,8 - 3,12 \text{ г/см}^3$. Габбро-диабазы характеризуются и более высокой магнитной восприимчивостью: от 280 до 5000×10^{-5} ед. СИ по сравнению с породами кислого состава, характеризующихся величиной магнитной восприимчивости, варьирующей от $4,7$ до 280×10^{-5} ед. СИ.

Рядом скважин, пробуренных в Камско-Бельском авлакогене, вскрыты габбро-диабазы (скв. №№ 183, 90, 203 Мензелино-Актанышские, 61 Кучуковская), но не установлено залежей нефти. Большинство поисковых скважин на этой территории закладывались на поднятиях, подготовленных структурным бурением. В границах впадины имеет место смещение структурных планов верхних и глубокозалегающих горизонтов осадочного чехла. Достигнутая плотность структурных скважин не была достаточной для картирования объектов, которые представляют поисковый интерес на сегодняшней стадии освоения недр. В настоящее время территория авлакогена в границах Татарстана изучена сейсморазведкой с плотностью $1,6 \text{ пог.км/км}^2$. Здесь закартирован ряд поднятий, часть из которых, возможно, сформированы как структуры облекания выступов фундамента, образованных протерозойскими интрузиями, с которыми могут быть связаны залежи нефти в отложениях рифейско-вендского комплекса.

В настоящее время по данным сейсморазведки дайки

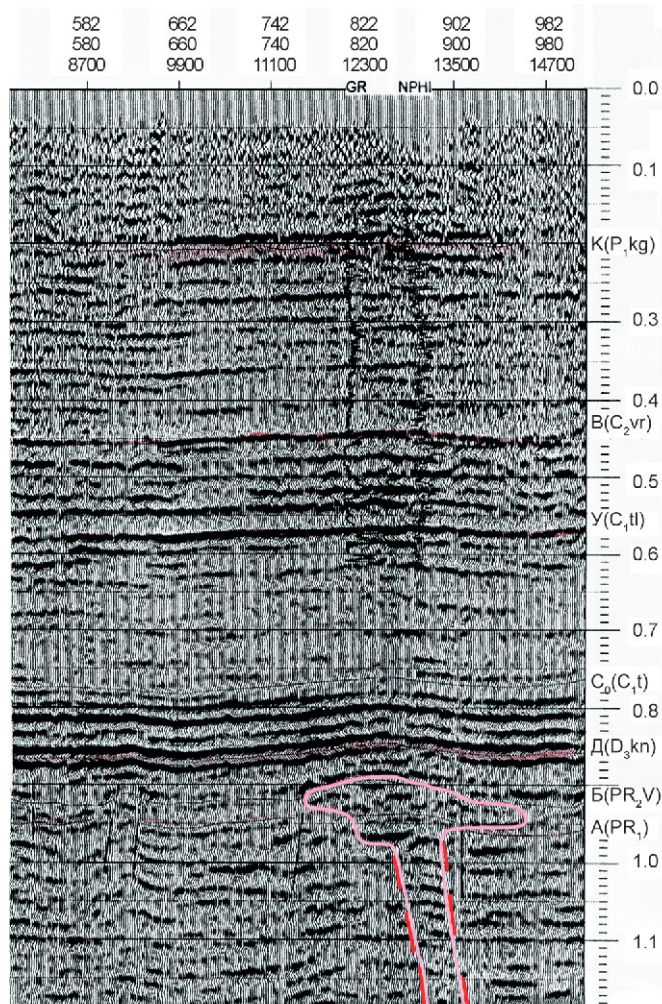


Рис. 3. Камско-Бельский авлакоген. Фрагмент временного сейсмического разреза.

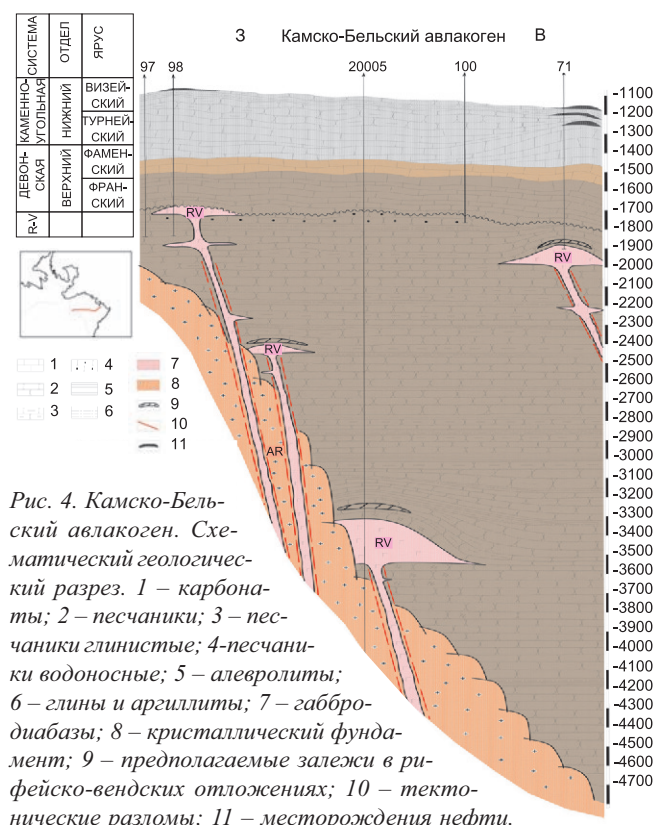


Рис. 4. Камско-Бельский авлакоген. Схематический геологический разрез. 1 – карбонаты; 2 – песчаники; 3 – песчаники глинистые; 4 – песчаники водоносные; 5 – алевролиты; 6 – глины и аргиллиты; 7 – габбро-диабазы; 8 – кристаллический фундамент; 9 – предполагаемые залежи в рифейско-вендских отложениях; 10 – тектонические разломы; 11 – месторождения нефти.

магматических пород основного состава выделены только по материалам Старо-Курмашевской сейсморазведочной партии. Это не говорит об их отсутствии на других участках авлакогена, изученного сейсморазведкой, а лишь свидетельствует, что специалисты-интерпретаторы этой группы владеют инструментом выявления таких аномалий, т.к. по данным глубокого бурения проявления основного магматизма отмечены и в других частях авлакогена, где сейсморазведка проведена, но магматические тела не закартированы.

Внедрение интрузий и эффузивных образований основного состава происходило по разрывным нарушениям, которые являлись активными в рифейское время. Рассматриваемый нами Камско-Бельский авлакоген простирается на северо-запад и наиболее активными на этапе его формирования являлись тектонические швы северо-западного простирания как новообразованные, так и активизировавшиеся (возрожденные) древние.

Таким образом, объекты, перспективные на поиски антиклинальных ловушек в рифейско-вендских отложениях могут быть приурочены как к выступам, осложняющим фрагменты переработанных погребенных гряд кристаллического фундамента, так и к новообразованным выступам, сформированным интрузивными телами пород основного состава. Ограничить контуры погребенных гряд и их фрагментов позволит уточнение положения диагональной сети разломных зон: сформировавшей их северо-восточной и разделяющей на фрагменты северо-западной.

Выделению участков, перспективных на выявление выступов, сформированных магматическими телами рифейского возраста, будет способствовать уточнение положения разломных зон северо-западного простирания, по которым происходило ступенчатое погружение фундамента при образовании авлакогена, сопровождавшееся периодическими внедрениями магмы на наиболее ослабленных участках, в том числе в узлах пересечения диагональной системы тектонических швов.

Значительная часть территории авлакогена изучена сейсморазведочными работами, которыми установлены разломные зоны в кристаллическом фундаменте, в его структурном плане по данным сейсморазведки, проведенной вдоль юго-западного борта Камско-Бельского авлакогена на территории Республики Татарстан, выделяются две ступени, образованные погружением блоков на северо-восток по разломным зонам северо-западного простирания. Наличие разломов подтверждается значительными (до 450 – 500м) градиентами абсолютных отметок поверхности фундамента и наличием закартированных здесь вдоль разломных зон интрузивных тел магматических пород основного состава. Наибольшее число выявленных интрузий приурочено к северо-восточной границе второй ступени. Три интрузии вскрыты здесь скважинами (скв. 98, 183 Мензелино-Актанышские и 20005 Карачевская).

Учитывая относительно слабую изученность рифейских отложений бурением, их большую глубину залегания и мощность, чрезвычайно важную роль в их картировании играют геофизические исследования и, прежде всего, сейсморазведка МОГТ и высокоточная гра-

виразведка.

Комплексный геолого-геофизический анализ данных сейсморазведки, гравиразведки, магниторазведки и глубокого бурения, использование «тектонико-магматического» поискового признака, основанного на возможной связи нефтеносности осадочного чехла и проявлений рифейского магматизма, будут способствовать раскрытию углеводородного потенциала не только рифейско-вендского комплекса пород, но и осадочного чехла в целом в пределах погребенных авлакогенов, окружающих своды.

Литература

Кутуков А.В., Винниковский С.А., Шершнев К.С. Перспективы нефтеносности вендских отложений Пермского Прикамья. *Геология нефти и газа*. №11. 1977. 37-43.

Ларочкина И.А., Нефедов Н.В. Палеотектоническое моделирование условий формирования северо-востока Татарстана как критерий высокоэффективного прогноза нефтеносности. *Георесурсы*. 4(32). 2009. 7-10.

Федоров Д.Л. Нефть протерозоя Восточно-Европейской платформы – фантазия или реальность? *Геология и геофизика*. № 8. 1996. 8-12.

I.A. Larochkina, V.A. Suchova, I.F. Valeeva. **Some aspects of forecasting the prospects of oil-bearing Riphean-Vendian deposits in the Kama-Belskoye aulacogene.**

In this article are cited the results of the researches in oil content exploration of the Riphean-Vendian sediments in northeast part of the Republic of Tatarstan. The actuality of this problem is conditioned by the discovery of oil fields and numerous of oil occurrences in the range of Kamsko-Belsky avlakogene in neighboring to the republic territories. In the initial stage of the research on basis of integrated geological-geophysical analysis has been explored the nature raises in strata of Riphean-Vendian sediments; their genesis considered methods of perspective objects exposure. There have been explored the laws of spreading of intrusions of magmatic rocks of the basic structures, widespread in the territory of avlakogene and playing structure-formatting role for high deposited strata. On the terms of extremely down level of drilling in the territory, mapping the intrusions of the main basic structure within geophysics' information is the important area for forecasting plots, which are perspective in oil pool searching.

Keywords: avlakogene, Riphean-Vendian, magmatism, tectonic violations, intrusion, fracture zones, prospecting seismology.

Вера Александровна Сухова

Старший научный сотрудник. Научные интересы: геотектоника.

Ильвера Фаритовна Валеева

Заведующий лабораторией геологического анализа. Научные интересы: поиск и разведка месторождений нефти.

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан
420087, Казань, ул. Даурская, 28.
Тел./факс: (843)299-35-13.